

# I segreti degli strumenti di scrittura

Storia | Design | Materiali | Produzione

Alessandro Titone

**bu,press**

bozen  
bolzano  
university  
press



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN

LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO

FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO



# I segreti degli strumenti di scrittura

Storia | Design | Materiali | Produzione

**Alessandro Titone**

Prefazione | Fabio Novembre

Appendice | Stefano Rossi

**bu,press**

bozen  
bolzano  
university  
press

Cover design: DOC.bz  
Progetto grafico e impaginazione:  
Alessandro Titone  
Stampa: dipdruck, Bruneck-Brunico

© 2013 by Bozen-Bolzano University Press  
Libera Università di Bolzano  
Tutti i diritti sono riservati  
1ª edizione  
[www.unibz.it/universitypress](http://www.unibz.it/universitypress)

ISBN 978-88-6046-050-9  
E-ISBN 978-88-6046-099-8



This work—excluding the cover and the quotations—is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

# Sommario

Prefazione   Fabio Novembre .....	9
Premessa alla lettura .....	10
Introduzione .....	17

## Cenni storici

Pre-strumenti .....	22
Egitto .....	27
Oriente .....	31
India .....	37
Dal mare dei Fenici ai Greci .....	47
Impero Romano.....	51
Dai monasteri alla penna d'oca .....	56
Nascita degli strumenti moderni .....	58
Dalla piuma all'acciaio.....	62
Waterman tra storia e leggenda .....	75
Nascita della penna a sfera .....	96
Nuove tecnologie di scrittura.....	102

## Schede oggetti

Bambù .....	113
Piuma .....	117
Cristal .....	121
Tratto Pen .....	129
Tratto Matic .....	137
Dialog 3 .....	141
Pico .....	145
ABC.....	149
Four Colours.....	151
Air Press .....	153
Bionic.....	157

TecFlex P'3110 .....	161
Shake Pen P'3140 .....	165
Jotter .....	169
Fineliner 96 .....	173
Replay Max.....	177
B2P .....	179
Frixion .....	181
Micron.....	183
Flexgrip .....	185
Hybrid gel.....	187
Zoom 707 .....	189
Reporter 4 .....	191
PFit .....	193
Birdie Twin .....	195
Divina Desert Spring .....	197

## Materiali

Bambù .....	200
Piuma .....	201
Acero americano.....	202
Celluloide .....	203
Poliesteri.....	206
Acilonitrile – Butadiene – Stirene.....	207
Polistirene .....	208
Polietilene .....	210
Polipropilene.....	212
Etilene – Propilene – Diene.....	215
Etilene – Polipropilene – Butadiene.....	217
Ftalati.....	218
Polietilenetereftalato.....	219
Polibutenetereftalato.....	221
Policarbonato .....	222
Polimetilmetacrilato .....	224
Copolimeri e miscele con MMA .....	225
Stirene-butadiene.....	226

Poliacetale .....	228
Fibra di carbonio .....	230
Acciai .....	232
Acciaio - AISI 304 / UNI X5CrNi1810 .....	234
Acciaio - AISI 420 / UNI X30Cr13 .....	234
Ottone .....	236
Carburo di tungsteno .....	237
Iridio.....	238
Osmio .....	239
Oro .....	240
Leghe oro argento rame .....	242
Oro bianco.....	232
Platino.....	244
Palladio .....	245
Zamak.....	246
Rivestimenti organici.....	247

## Processi di lavorazione

Estrusione plastica .....	251
Spinning.....	255
Stampaggio ad iniezione .....	257
Le fasi di stampaggio. ....	257
Stampaggio multi-iniezione .....	261
Stampaggio ad iniezione assistito con gas .....	263
Avvolgimento filamentare .....	265
PIM – <i>Powder Injection Moulding</i> .....	267
PCM – <i>Powder Co-injection Moulding</i> .....	268
Lavorazioni meccaniche.....	269
Punzonatura – Tranciatura – Fustellatura .....	271
Tornitura.....	273
Unione per frizione .....	277
Elettrodeposizione.....	281
Rivestimento di cromo .....	284
PVD – <i>Physical Vapour Deposition</i> .....	287
Verniciatura spray.....	291



Tampografia.....	295
Incisione laser .....	297

## Appendice | Stefano Rossi

Indagini e prove sui materiali .....	300
Microscopio elettronico a scansione ambientale ESEM.....	301
Osservazioni ESEM e analisi EDXS sulle penne .....	310
Analisi del modello Porsche P'3110 in T-Flex.....	311
Punta della Pilot Birdie .....	315
Porsche P'3140   corpo in carbonio.....	317
La spettrometria IR – Infrarossi .....	320
Analisi FTIR sulle penne.....	321
Conclusioni .....	325
Bibliografia.....	331
Riferimenti web.....	336
Elenco delle illustrazioni .....	340
Breve biografia .....	349

# Prefazione

Fabio Novembre

Doverosa premessa: io non so disegnare, e credo che questa caratteristica abbia molto influito sul mio approccio alla progettazione.

Pur subendo il lato estetizzante, alla passione per il segno ho sempre preferito l'amore per le idee, così che prima di apprezzare le pitture rupestri ammiro l'istinto narrativo dell'uomo preistorico.

Ma dall'incisione alla stampa laser, il vero problema degli strumenti di scrittura è sempre stato legato al desiderio di indelebilità del lavoro svolto.

In altre parole, alla levità, anche semantica, della penna o del pennello, si è cercato di far corrispondere la stabilità dell'inchiostro o del colore.

Tra lo stato solido della penna e quello liquido dell'inchiostro si prova a dar forma a quelle nuvole impalpabili che chiamiamo idee.

È dimostrato quanto l'articolazione della mano sia stata un fattore determinante per imporre il dominio della razza umana sulle altre forme animali, ed a questo proposito mi piace immaginare la penna come il mirino di un arto a cinque punte che finalizza con segno puntuale i nostri goffi tentativi di immortalità.

Ricordo distintamente una filastrocca che quando ero bambino serviva per insegnarci i nomi delle dita, il cui incipit recitava esattamente così: "questo è il dito pollice che non fa niente...".

Il pollice opponibile, caratteristica distintiva dei primati, dal tempo di quella filastrocca è diventato il sostituto naturale di qualsiasi strumento di scrittura nella contemporaneità dei telefoni portatili e dei videogiochi.

La tecnologia del touch screen sta trasformando la gestualità legata alla scrittura in una forma di accarezzamento di superfici neutre come il vetro o l'alluminio.

Per un certo periodo di tempo ci era sembrato che il futuro si giocasse tra il volo di una penna e la corsa di un topo, ma è ormai evidente che l'alta tecnologia insegue un immaginario neo primitivo legato intimamente al nostro corpo e non ci resta che affrontare a mani nude il nostro destino.

## Premessa alla lettura

Questo testo è nato a seguito del lavoro per il progetto di ricerca dal titolo: Interdisziplinäres Forschungszentrum (centro di ricerca interdisciplinare sul design), tema affrontato e svolto nel mio periodo da ricercatore presso la facoltà di Design e Arti della Libera Università di Bolzano, supervisor prof. Gerhard Glüher.

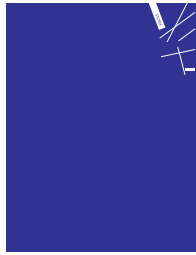
La volontà di esaminare il tema degli strumenti di scrittura si è definita a seguito di riflessioni e comparazioni tra molti oggetti di product design, supponendo che questi potessero facilitare l'individuazione di un percorso metodologico utile alle future esigenze della ricerca. Tuttavia, approfondendo il tema si scopriva che ci si stava addentrando verso un mondo complesso e illimitato, e quello che doveva essere solo il test ad un approccio di ricerca, si è trasformato in un percorso verso un mondo inaspettato e dai molti aspetti appassionanti. Le difficoltà dello studio sono state numerose, sia dal punto di vista documentale storico, spesso limitato al collezionismo, sia per le note tecniche, difficilmente reperibili. Per la prima parte si è indagato su varie fonti, estrapolando elementi, anche attraverso analisi comparative, dalla più numerosa documentazione sulla storia della scrittura, mentre per l'aspetto tecnologico è stata importante la collaborazione con il prof. Stefano Rossi del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento, che mi ha supportato nel lavoro con le indagini di laboratorio, fondamentali allo studio dei materiali.

Nel metodo adottato, i vari argomenti vengono gestiti in modo da evidenziare le reciproche interrelazioni e individuare i rapporti che esistono tra: oggetto/materiale; oggetto/produzione; oggetto/oggetto (quest'ultima indagine nel testo non realizzabile, trattando solo una famiglia di oggetti). Sulla base di quanto detto, oltre che per assecondare un'ormai comune abitudine alla lettura multimediale, ho voluto indirizzare l'approccio a questo libro verso una lettura di tipo ipertestuale, permettendo attraverso *link*, che in questo caso sono il numero di pagine di rimando, di scegliere o meno se approfondire i temi collegati, temi spesso comuni tra i vari oggetti rimarcando ancor meglio le relazioni tra gli stessi. Graficamente queste divisioni vengono evidenziate dall'uso del colore, così che ad ogni sezione corrisponde un preciso colore di riferimento.

Il testo si divide in quattro parti principali che sono: storia, oggetti, materiali, produzioni, oltre ad un'appendice a cura di Stefano Rossi che spiega i metodi di indagine adottati in laboratorio.

I dati inerenti le proprietà dei materiali così come le indicazioni dei metodi produttivi, se non direttamente comunicati dalle aziende, sono frutto di indagini di laboratorio e ipotesi di studio.





**La sezione storica** raccoglie in ordine cronologico dati e curiosità storiche che possono essere utili o di riferimento alla famiglia degli oggetti indagati. Questa sezione, di premessa alle schede ed in cui si è scelto volutamente di mantenere un taglio didascalico, è formata da paragrafi divisi in ordine cronologico e per macro aree geografiche.



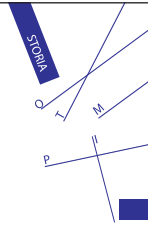
L'utilizzo della celluloido ampliò nel 1930-40 la gamma dei prodotti commercializzati, tra gli ultimi il modello "Trasparente", prodotto in celluloido che diventerà un modello di grande successo dal dopoguerra.

Dopo la morte del titolare nel 1935, l'azienda ebbe un lento declino, fino alla vendita negli anni '60. Nel 2004 il marchio oggi ripropone un rinnovamento sotto la proprietà della famiglia Aquila e figli, che è già proprietaria di *Montegrappa1912*.

In Italia esistono diverse realtà produttive interessanti e alcune seppur giovani hanno raggiunto standard qualitativi e riconoscimenti elevati al pari di aziende storiche, una di queste è la Delta. Azienda di Napoli nata nel 1982, i cui prodotti eleganti vengono arricchiti da materiali preziosi e distinti con modelli in cui i temi ispiratori regalano eccezioni talvolta ironiche altre come giucose sorprese a complemento.

I nomi sono legati a temi storici, geografici e personaggi d'eccezione, come: Capri, Amerigo Vespucci o Enrico Caruso.

Un'altra realtà di grande interesse è la Visconti di Firenze, giovane azienda nata nel 1988 per volere di Dante Del Vecchio. Entrare in azienda è come riscoprire il fascino di una Firenze rinascimentale; l'azienda è stata insediata con determinazione all'interno di un'importante villa del XV secolo, dove si recupera una gestione che ricorda l'artigianato rinascimentale, ed è un concetto che vince all'idea di efficienza Taylorista. Le produzioni Visconti sono di alta qualità, attraverso l'intelligente equilibrio tra moderne tecnologie di produzione, ricerca, e un sapiente recupero e utilizzo di tecniche di antico e raro artigianato. I pezzi sempre distinti per l'uso di materiali preziosi tra cui si distingue la celluloido. Dopo le prime serie ispirate ad importanti modelli di stilografiche del passato, i modelli sono stati sempre più affinati ispirandosi a temi d'arte,





**Le schede sugli oggetti** selezionati riportano i link – in questo caso le pagine – di riferimento per approfondire il materiale o le tecnologie di produzione, per ogni singola parte dello strumento indagato. Il relativo riferimento numerico alla pagina è evidenziato da un segno colorato, di colore rosso per la produzione e verde per il materiale.

**Nome modello - Produttore** → B2P  
Anno: 1980

**Anno produzione** → Anno: 1980

**Dati sintetici** → Azienda: Pilot  
Tipologia: roller ball  
Dimensioni: 15.3 x1.2 cm  
Peso: 13 g  
Colore: Pantone 292 PC (corpo)

**Pagina rimando: materiale** → Pulsante: ABS  
Stampaggio ad iniezione

**Pagina rimando: produzione** → 

123	Clip: policarbonato
321	Stampaggio a

**Foto oggetto intero** → (Image of the assembled pen)

**Foto oggetto disassemblato** → (Image of the disassembled pen parts)

Carpo: PET  
Stampaggio ad iniezione

Filler: polipropilene  
Estrusione plastica

Molla: acciaio AISI 6150

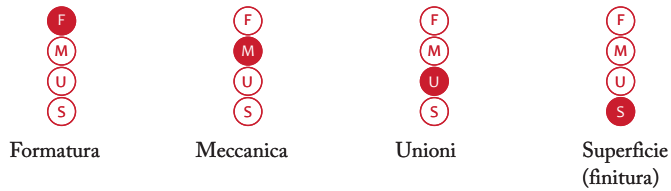
Punta: policarbonato  
Stampaggio ad iniezione





**Le schede sui processi** sono relative alla realizzazione degli oggetti analizzati, presentano note storiche sulle lavorazioni e spiegano le tecniche utilizzate. In basso alla scheda viene riportato un elenco che indica le tipologie di materiali più adeguati per il processo indicato. Un simbolo in alto indica la famiglia di lavorazione: **Formatura**; (lavorazione) **Meccanica**; **Unioni**; **Superficie** (finitura).


Famiglia di lavorazione

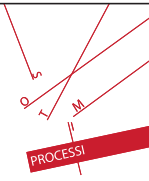


Famiglia di lavorazione

Processo o lavorazione

Indicazione della compatibilità tra le famiglie di materiali ed il processo in esame





**PIM – Powder Injection Moulding**


È una tecnologia utilizzata per la fabbricazione di oggetti complessi che si presentano con sottosquadri e con altre tecnologie altrimenti difficilmente stampabili.

Questa tecnica utilizza polveri di tipo metallico o di tipo ceramico mescolate ad una resina termoplastica o acetica (i metallici ferrosi e non ferrosi sono l'acciaio, il ferro, l'oro, il titanio mentre i ceramici sono, il carburo di tungsteno, il carburo di silicio, l'ossido d'alluminio detto allumina, l'ossido di zirconio).

La miscela viene riscaldata, iniettata nello stampo e dopo raffreddamento si espelle il pezzo ottenendo il pezzo detto *green body*, perchè ancora legato grazie alla resina ma ancora privo di particolare resistenza meccanica. Il trattamento successivo è il *debinding* per eliminare la maggior parte del legante resina. Il pezzo viene poi sinterizzato ovvero riscaldato a temperatura vicino a quella di fusione per consolidarlo nelle caratteristiche fisiche desiderate.

Successivamente avviene la fase detta di deceraggio, dove viene rimosso il polimero e nella quale avvengono delle trasformazioni sulle proprietà meccaniche del pezzo. Il polimero presente nel pezzo è presente solitamente in quantità del 35%-50%

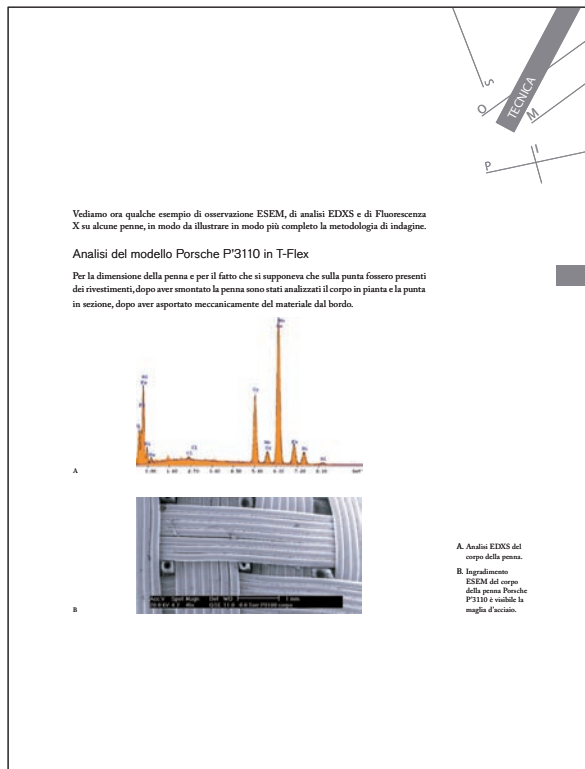
L'eliminazione del polimero può essere eseguita con tecniche differenti, con solventi o per ciclo termico. Se occorrono proprietà meccaniche particolari, vengono eseguite più fasi di sinterizzazione.







**L'appendice specialistica** spiega e approfondisce il metodo d'indagine e le tecniche utilizzate per individuare i tipi di materiale presenti negli oggetti, analisi necessarie perchè molte informazioni non sono state fornite dalle aziende. Si tratta di metodologie analitiche utilizzate principalmente per individuare la resa dei materiali nelle specifiche applicazioni o valutare la scelta dei metodi produttivi adottati.



## Introduzione

Strumenti di scrittura o *writing tools* è un'etichetta sotto la quale possiamo indicare tutti gli oggetti atti a lasciare segni e tracce su un qualunque supporto materico.

L'indagine conoscitiva di questi strumenti – considerati marginali nel mondo degli oggetti di industrial design e spesso ignorati dagli studi accademici, in scempenso a quello che potrebbe essere un'eccessiva attenzione rivolta allo studio di altri – apre ad un meraviglioso mondo di conoscenza.

Intorno a questi oggetti gravita un complesso fenomeno d'informazioni legate da uno stretto sistema di scambi o relazioni tale da coinvolgere diversi elementi: l'oggetto o strumento, il segno grafico, i materiali, la tecnica. Categorie che a loro volta si aprono ad altre specifiche quali: la calligrafia, la comunicazione visiva, l'arte figurativa, la tecnologia dei materiali, la fisica, l'ergonomia, la chimica, l'ingegneria, i designer, l'industria, la storia. Si evince che il mondo degli strumenti di scrittura è un tema vasto, nel quale è stato necessario porre delle regole per potervisi districare con uno studio metodico, purtuttavia con la consapevolezza di non poter approfondire ogni tema legato a questi oggetti di scrittura, per ognuno del quale esistono e si rimanda a bibliografie specifiche e più esaustive.

Per iniziare la ricerca è stato necessario effettuare delle scelte, determinando una selezione di pezzi ritenuti rappresentativi all'interno di distinti gruppi di strumenti; preliminarmente gli oggetti sono stati suddivisi in categorie predefinite per: peculiarità materica, novità meccaniche, innovazioni nell'utilizzo e le *icone*. Ho ritenuto fondamentale poter analizzare fisicamente alcuni oggetti tra quelli ancora reperibili ed è stato il primo passo necessario ed utile a determinare una selezione in un mondo altrimenti troppo vasto.

Diverse le perplessità che hanno accompagnato la selezione degli oggetti e talune ancora permangono. Ad esempio è stato particolarmente difficile discernere gli aspetti materici in un oggetto definendo se questi apportino un'effettiva innovazione o se non siano invece ricerche per introdurre originalità nel mercato dettate dalla legge della concorrenza, del resto oggi: “la legge della concorrenza significa che ogni prodotto industriale per entrare sul mercato deve essere sempre portatore di almeno un elemento di innovazione.” (Branzi cit. in Cecchini 2004, p. 6).

La disamina degli strumenti di scrittura ha di certo portato a interrogarsi su molte cose, alcune ipotizzabili e talune preliminarmente inaspettate, così nella necessità di fissare delle regole si è tentato di raggruppare questi oggetti in macro-categorie: gli strumenti a inchiostro e quelli con grafite.

Ma per quanto semplice e intuitiva possa sembrare oggi questa prima suddivisione, questi raggruppamenti hanno preso significato solo in un determinato momento della storia; stiamo infatti ragionando solo con quegli strumenti che lasciano dei segni su di un supporto materico cedendo fisicamente su di questo un altro materiale, che sia inchiostro o grafite.

È evidente che non bisogna a questo punto trascendere dall'esperienza del passato, torna così alla memoria l'antica tecnica dell'incisione: metodo in cui si ribaltano le modalità di lasciare segni, non per aggiunta ma per asportazione di materiale da un supporto scrittorio, con il fine di raggiungere lo stesso scopo, ovvero: la trasmissione di un messaggio. Incidere segni per comunicare rimanda di sicuro ad un passato arcaico, ma in effetti si tratta di un atteggiamento istintivo nell'uomo come fosse memorizzato dal nostro DNA; scriviamo sulla sabbia con un bastoncino o con un dito se in mancanza di "protesi artificiali" abbiamo necessità di rappresentare qualcosa o se vogliamo lasciare un pensiero fugace o labile, così come spesso vediamo dei messaggi incisi sugli alberi o su altre superfici, lasciati forse con l'idea che possano sopravvivere ad un'indelebile memoria.

Esistono molte testimonianze storiche che rimandano all'uso di scrivere sulla sabbia: nel racconto di Valerio Massimo sulla conquista di Siracusa, si parla di Archimede intento a scrivere sulla sabbia prima di essere ucciso, nel Vangelo (Giov. 8, 1-11) è lo stesso Cristo a compiere questa azione. Mentre pare che i romani insegnassero la matematica ai giovani scrivendo con un dispositivo che distribuiva della sabbia in modo sottile su di una superficie, in India si tracciavano segni su tavolette su cui era già stata distribuita la stessa materia (Carvalho 2010). Tuttora praticata ed ancora più attuale è l'abitudine dei Tuareg di lasciare dei messaggi sulla sabbia nei punti di passaggi obbligati dalle carovane (Cardona 2009).

Oltre a queste categorie in cui il segno viene lasciato con strumenti che definirei per utilizzo di "protesi dirette", ci sarebbe da interrogarsi in quale categoria inserire le macchine per scrivere e tutte le evoluzioni tecniche e tecnologiche susseguites e oggi in continuo divenire, strumenti anche sofisticati ma creati sempre con lo scopo di comunicare un messaggio visivo.

Del resto, tutti questi strumenti sono accumulati dall'essere mezzi capaci di determinare la connessione tra un'astrazione visibile del pensiero e la decodificazione del ricevente: scrittura/calligrafia – stampa/fonts – video/pixel. Nel voler approfondire queste relazioni si corre però il rischio di sconfinare nell'interpretazione di settori che forse è meglio mantenere specifici di altre materie, quali ad esempio la tipografia e il visual design.

Approfondire il tema degli strumenti di scrittura porta in evidenza quale profonda e stretta relazione intercorre e sia intercorsa tra gli strumenti ed il testo scritto e tra questo e la calligrafia. Ritengo corretto poter esprimere che gli strumenti di scrittura sono tra i pochi o gli unici oggetti di product design che riesco a pensare come “oggetti dinamici”. Dinamici non dal punto di vista della fisica, ma perché con essi si attiva un processo dinamico e di scambio ambivalente: l'oggetto di product design innesca infatti un'attività di visual design attraverso il segno calligrafico, in un andamento dicotomico in cui a sua volta l'evoluzione del segno influenza direttamente le dinamiche di sviluppo formale ed ergonomico dell'oggetto, mantenendo le dovute eccezioni date dalle influenze socio-culturali e relative a ognuno di questi campi. Del resto il mondo degli strumenti di scrittura sarebbe inutile se non fosse complementare a quello della scrittura.

Approfondendo il tema degli strumenti di scrittura, si prende conoscenza di quale immenso patrimonio culturale, storico, economico, tecnologico e artistico, ruoti attorno a questo apparentemente semplice prodotto, sorprendendosi di come un oggetto di tale completezza non sia assunto ad archetipo per la comprensione e lo studio dell'industrial design.

## Ringraziamenti

Per la stesura di questo libro è doveroso ringraziare le persone che hanno messo a disposizione, talune, il loro tempo, altre, i propri contributi fotografici e documentali oltre a chi mi ha introdotto più o meno consapevolmente verso questo percorso. Ma soprattutto ringrazio chi ha avuto la grande pazienza di aspettare.

Andreina Santostefano: per avermi accompagnato e sostenuto in tutte le fasi del lavoro e per le correzioni finali al testo;

Curzio Castellan (responsabile del Laboratorio Foto e Video della Libera Università di Bolzano – Facoltà di Design e Arti ): per aver realizzato la foto *piuma* e la foto della *Cristal*;

Dante Del Vecchio, presidente della Visconti Firenze: per avermi trasmesso rare curiosità sul mondo delle stilografiche;

Davide Orsi Mazzuccheli della Mazzucchelli1849: per l'incontro e la visita di una realtà produttiva unica in Italia;

Fabio Novembre: per un intimo e denso contributo trasmesso nella scrittura della prefazione;

Gianfranco Aquila, presidente della Montegrappa1912: per l'intervista e la dettagliata visita alla produzione;

Luca Benedetti (tecnico – DII – Università Trento): per aver collaborato ed eseguito molte indagini di laboratorio;

Luca Meneghel (studente della Libera Università di Bolzano – Facoltà di Design e Arti): per avere realizzato le foto presenti nelle schede oggetti;

Luciano Vertecchi, fondatore di Vertecchi Roma: per avermi raccontato un'esclusiva esperienza di vita e di curiosità non scritte;

Sabrina Titone: per le revisioni al testo;

Stefano Rossi (ricercatore – DII – Università Trento): autore dell'appendice specialistica e del lavoro di indagini scientifiche, oltre che come amico e sostenitore di questo lavoro.

ed inoltre:

Ross De Salvo *Design Group Italia* | Lucia Baggio *Montegrappa1912* | Andrea Gerstgraser, Christine Thern *Porsche Design Studio* | Carla Diana *Stabilo Italia* | Beatrice Monari *OMAS* | C. Josef Lamy GmbH, Anja Kornprobst, Oliver Koob *Lamy* | Laura Bosisio *F.I.L.A.* | Julia Steinbach, Olivia Bauder, Jens Meyer, Gunther Andree, Aurora Scippa *Pelikan* | Brad Kelly *Sanford Consumer Affairs* | Virginia Shih *University of California, Berkeley* | Jeff, L. *Fountainpennnetwork* | Vincenza Barbera | Massimiliano Imberti *Fischer* | Giuseppe Gagliano | Andrea Titone | Barry Jones | Dennis B. Smith | Kathryn Hermmann | David Fox | Christof Zollinger | Gabriel Vandevort, E. Berges | Michele Argentino | Marinella Ferrara | Cinzia Ferrara | Vanni Pasca | Gerhard Glüher direttore delle ricerche e Kuno Prey per avermi introdotto nella realtà accademica di Bolzano e tutti quelli che pur non citati hanno contribuito alla realizzazione di questo lavoro.

STORIA

I

## Cenni storici

Non sono molti i testi sugli strumenti di scrittura, e a parere di alcuni esperti del settore non esistono libri che siano realmente completi o che parlino in maniera oggettiva e didascalica di tali oggetti, perché scritti spesso con carattere di campanilismo aziendale o territoriale, aspetto assolutamente comprensibile pensando che buona parte dei testi spesso sono finanziati o promossi dai soggetti interessati.

Nel redigere un excursus storico sugli strumenti di scrittura si incontra subito una prima difficoltà: stabilire da quale periodo iniziare. La storia della scrittura e degli strumenti coincide per forza di cosa con la storia conosciuta dell'uomo. Così ho ritenuto corretto iniziare individuando l'archetipo dello strumento di scrittura nei primordiali sistemi di comunicazione visiva, nella pre-scrittura.

## Pre-strumenti

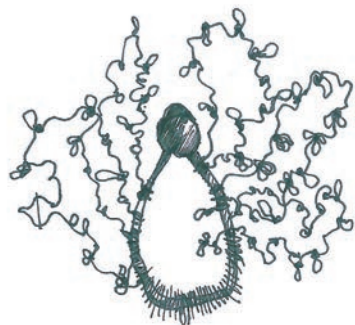
La necessità di trasmettere un messaggio che andasse per distanza oltre i confini dell'udibilità della voce umana, un tempo, era risolto dai messaggi sonori, come il suono dei tam tam, dei tamburi o quello dei corni, o dai messaggi visivi transitori come i segnali di fumo. Tutti questi segnali avevano di sicuro efficacia comunicativa, ma mantenevano i loro confini di efficienza entro i limiti biologici dell'udibilità ed i limiti fisici della durata nel tempo (Padula 2008).

È stata l'esigenza di mantenere la permanenza del messaggio nello spazio e nel tempo a stimolare l'adozione di segnali visivi permanenti.

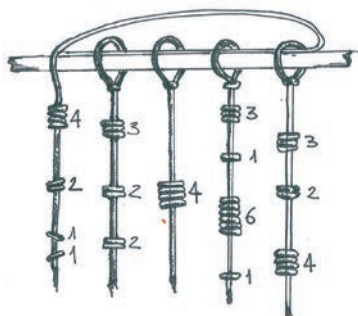
Utilizzo la dicitura "segnali visivi permanenti", in quanto potrebbero essere esistite altre modalità di comunicazione prima di arrivare al segno grafico, magari forme espressive gestite attraverso materiali deperibili e non giunte fino ai nostri tempi.

Ad esempio un modo di comunicare, utilizzato fin pochi decenni fa nelle isole Ryûkyû era il quipu peruviano, con la tecnica detta della "quipografia": metodo che consisteva nell'annodare e intrecciare cordicelle, un po' come oggi si farebbe un nodo al fazzoletto (Percossi 1999). Si tratta di cordicelle di vari colori legate in serie ad una corda più robusta (che caratterizza l'unità del testo) e differenziate da nodini di diversa fattura (Valeri 2001).

Pensando ai primi messaggi visivi, vengono naturalmente alla memoria le note e affascinanti pitture rupestri, come quelle di Lescaux in Francia, considerando oltretutto che sono espressioni grafiche che risalgono a ben 25.000 anni fa. Queste



A



B

testimonianze rupestri, secondo alcuni studi realizzati da esperti archeologi, sono manifestazioni visive che rappresentano forse più un'integrazione alla parola o un'evocazione, che non una precisa volontà di trasmettere un messaggio completo.

Un passaggio più interessante dal punto di vista grafico si potrebbe ritrovare nelle rappresentazioni del Mas d'Azil (Francia – Pirenei 20-10.000 a.C.), piccoli frammenti di rocce sulle quali sono visibili segni grafici, ma che come le pitture rupestri di Lescaux avevano presumibilmente solo finalità evocative. Tuttavia, a differenza della figuratività di Lescaux, secondo alcuni studiosi questi segni apparentemente astratti potrebbero avere forte somiglianza con quelli che poi saranno i caratteri szekler ungheresi.

Le testimonianze visive arcaiche prima citate, hanno oltretutto degli affascinanti sviluppi legati ai materiali utilizzati. Le tinte adoperate infatti non erano casuali come erroneamente e spesso si ipotizza e, seppur provenienti da materiali circostanti quali ossidi, ossa macinate o perfino ricavati da minerali, questi pigmenti subivano dei procedimenti preparatori precisi; venivano mescolati a leganti organici come oli, realizzati da elementi vegetali, “...nientemeno che un colore ad olio nell'Età della pietra! [...]” (Ball 2002, p. 61).

Con il passaggio dalle pitture rupestri, nelle quali spesso si ipotizza l'uso diretto delle mani, alle incisioni ed ai geroglifici ci fu di certo la necessità di ricorrere a strumenti accessori come punte, scalpelli, martelline, attrezzi da considerare tra i primi strumenti di scrittura.

A. Rappresentazione di Quippo peruviano.

B. Nodi utilizzati come messaggio scritto.





A



B

La scrittura e, di conseguenza, i primi strumenti di scrittura nascono per necessità legate al mondo dell'agricoltura, ambito che necessitava la registrazione dei prodotti e la loro gestione da parte di un centro di potere. Ed è in Mesopotamia che possiamo trovare uno tra i primi e interessanti sistemi comunicativi utilizzato per la registrazione delle derrate alimentari: il sistema detto delle *bullae* (8000 a.C.). Questo metodo consisteva nell'introdurre all'interno di vasi in argilla, chiamati appunto bullae per la loro forma tondeggiante, dei gettoni legati da cordicelle e poi sigillati all'interno. Il messaggio era rappresentato dal contenuto del vaso, ma assistiamo a un primo interessante passaggio: sul contenitore in argilla venivano apposti dei simboli, utili come sigilli di riconoscimento. Questi segni col tempo iniziarono anche a dichiarare in qualche modo il contenuto dell'oggetto, e lo testimonia il fatto che sono state ritrovate alcune di queste bullae ancora perfettamente sigillate, oggi conservate negli archivi di Susa (Cardona 2009).

L'ipotesi più accreditata è che in un certo momento ci si accorse dell'inutilità di avere un sistema fisico di oggetti all'interno, quando si poteva esprimere lo stesso messaggio attraverso un semplice segno grafico. Da lì fu veloce il passaggio alla tavoletta, dove riportare lo stesso messaggio su supporti planari, realizzati anch'essi in argilla come le bullae.

Saranno le tavolette di Uruk (3300-3750 a.C.) a darci uno dei primi importanti documenti scritti su cui si può ipotizzare l'utilizzo di alcuni rudimentali strumenti di scrittura. Strumenti che possiamo ipotizzare simili a stilo appuntite e utilizzate per semplice pressione sul materiale argilloso ancora deformabile, una tecnica che di certo condizionava il segno grafico sumerico risolvendolo in modo netto e stilizzato.

- A. Esempio dei primi caratteri szekely runici ungheresi.
- B. Riproduzione di frammenti con segni grafici, provenienti da Mas-d'Azil – 10.000 a.C.
- C. Bulla in clay, Syria, Sumer Highland Iran, ca. 3700-3200 a.C.

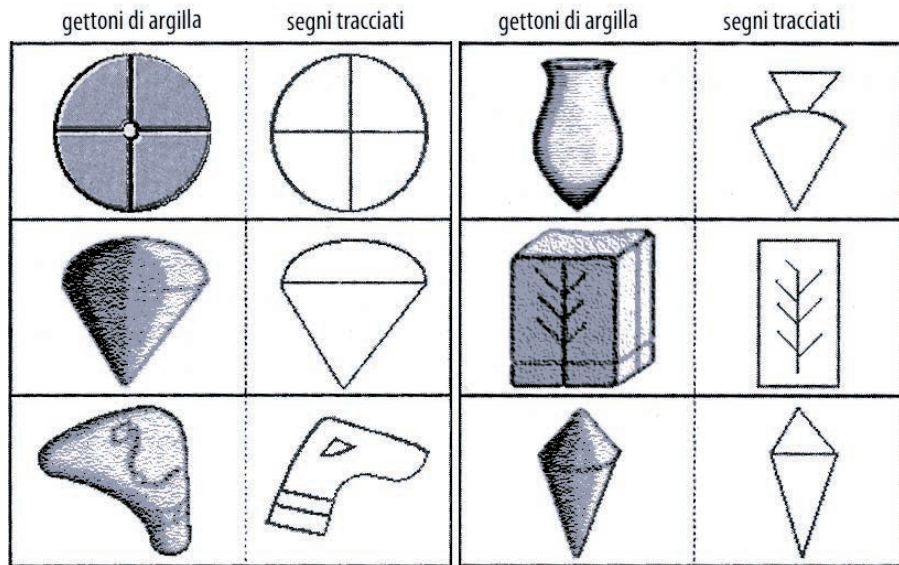


c

La stilizzazione porta alla necessità di astrarre il segno grafico, determinandone una distinzione con il segno pittografico delle pitture rupestri o dei geroglifici. Dalla documentazione mesopotamica possiamo apprendere come l'oggetto strumento di scrittura si ponesse ad un livello complementare con il supporto in argilla per il raggiungimento di un valido risultato grafemico.

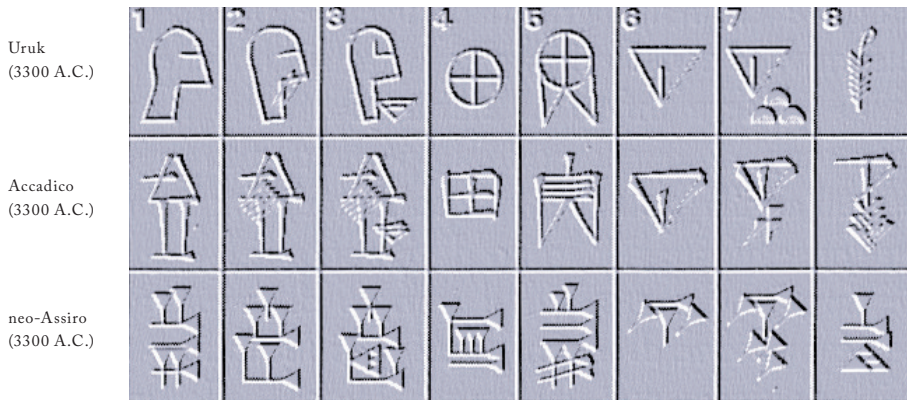
È un'evoluzione strettamente correlata quella che intercorre tra la forma del tratto, il supporto materico argilloso e lo strumento di scrittura. E si può supporre che nel tempo questi oggetti siano stati tecnicamente migliorati; questa è una considerazione possibile grazie anche alle testimonianze grafiche a noi pervenute e nelle quali si potrebbe rilevare una precisa evoluzione dello strumento di scrittura. Lo riscontriamo ad esempio mettendo a confronto tavolette di diverse epoche: Uruk 3300 a.C.; Accadico 2400 a.C.; neo-Assiro 700 a.C.

Da queste testimonianze riscontriamo alcuni elementi utili alla comprensione dei processi comunicativi, quali l'esigenza di dover ottenere la migliore comprensione del messaggio grafico e al contempo contenere le energie necessarie all'atto dello scrivere. Quest'ultima, che oggi si indica come ergonomia, è una delle incognite che ha accompagnato gli strumenti di scrittura fino ai nostri giorni.



A

B



A. Confronto tra gettoni d'argilla e segni tracciati sulle tavolette di Uruk IVsec., Mesopotamia 3200-3400 a.C.

B. Confronto tra i diversi stili grafici nelle tre epoche: Uruk – Accadico – neo-Assiro.

## Egitto

La scrittura egizia (3100 a.C. - 400 d.C.), secondo alcune teorie di studio, è frutto d'influenze della scrittura mesopotamica, ma quello che a noi più interessa è che in quest'epoca si amplia il numero degli strumenti adoperati in quanto, oltre all'incisione su pietra e su argilla derivante da culture più antiche, si riscontrano prime testimonianze di scrittura su terracotta con pennello e inchiostro.

È un passaggio di notevole importanza quello che avviene con la civiltà egizia, dove la rappresentazione grafica assume un ruolo fondamentale e si delinea una precisa distinzione tra le differenti specializzazioni lavorative nell'ambito della scrittura: l'uomo addetto alla scrittura o *homo scribens* egizio, quello addetto al dipingere o scriba delle forme e lo scultore, anche esso obbligato alla piena padronanza della scrittura per poterla incidere correttamente sulla pietra.

Gli strumenti utilizzati si diversificavano anche sulla base dei differenti ruoli assunti. Lo scriba utilizzava un corredo di attrezzi composto da una tavoletta di legno o astuccio dove riporre i pennelli di origine vegetale e provenienti con molta probabilità dalle sponde del Nilo; nella stessa tavoletta erano presenti le scanalature necessarie a diluire i colori che per lo scriba erano solo due, il nero e il rosso. Un'attrezzatura simile era a corredo dello scriba delle forme (pittore), ma con una tavoletta più ricca di scanalature utili a poter sciogliere differenti colori.

I colori utilizzati dagli Egizi dimostrano un sapiente uso di nozioni di chimica, indispensabili per preparazioni che avvenivano attraverso precise formule e rigorosi procedimenti:

fermentazione (l'uso di lievito per ottenere alcool dallo zucchero), sublimazione (lo scaldare un olio facendolo passare allo stato gassoso), precipitazione (l'estrazione di un solido da una soluzione), e filtrazione (catturare piccole particelle solide da una sospensione) erano pratiche comuni nel mondo antico (Ball 2002, p. 62).

Alcune delle tinture utilizzate per le tinte scure erano a base di nerofumo ricavato da elementi di origine naturale, mentre le tinte rosse erano realizzate in ocre rosse ottenute da ossidi; i coloranti erano spesso disciolti in un legante come la gomma arabica, così chiamata perché ottenuta da alberi della famiglia dell'Acacia presenti prevalentemente in Arabia.

Oltre agli strumenti di lavoro portatili, gli scribi o gli scribi pittori dovevano disporre di recipienti per contenere gli inchiostri e di mortai realizzati in pietra e necessari per la macinazione dei minerali per i colori.

I pennelli erano invece realizzati con sottili bastoncini lignei in giunco la cui punta veniva realizzata per sfilacciamento – spesso da masticazione – in modo tale da riprodurre quello che può essere uno strumento simile ad un moderno pennello. Un'altra tecnica per la realizzazione degli strumenti per la scrittura consisteva nell'affilare la parte terminale dei bastoncini (in giunco o in canna di bambù) con la pietra pomice ottenendo così delle punte molto sottili e quindi degli strumenti più precisi ma che al contrario dei pennelli mantenevano minore inchiostro e avevano una minore autonomia di scrittura.

Questi strumenti, soprattutto i pennelli, erano utilizzati per scrivere su differenti superfici ed era buona pratica soprattutto nelle scuole, dove gli studenti sfruttavano e adoperavano supporti scrivibili di varia natura: cocci (terracotta), legni, pietre o il papiro (Bocchi & Ceruti 2002).

Quest'ultimo era un foglio di ottima resa grafica, ricavato dalla lavorazione del fusto di una canna palustre (il papiro), reperibile sulle sponde del Nilo. A causa del lungo processo produttivo necessario per realizzare un foglio, questo supporto veniva adoperato solo per documenti di maggiore pregio ed interesse. Il grande utilizzo della carta da papiro finì col ridurne le piantagioni disponibili in Egitto e si iniziò a cercarne in altri luoghi.

While the papyrus plant has almost vanished from Egypt, it still grows in Nubia and Abyssinia. It is related by the Arab traveler, Ibn-Haukal, that in the tenth century, in the neighborhood of Palermo in Sicily, the papyrus plant grew with luxuriance in the Papireto, a stream to which it gave name (Carvalho 2010, p. 283).

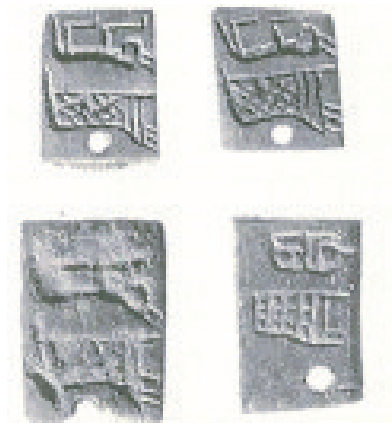
Fu nel 170 a.C. che venne introdotto e iniziò ad utilizzarsi un altro materiale, la pergamena.

Il faraone Tolomeo VI, amante e protettore delle arti e grande propulsore delle collezioni papiracee conservate nella biblioteca di Alessandria, venuto a conoscenza che il re di Pergamo Eumene I, lo voleva emulare arricchendo la sua biblioteca, nel 170 a.C. proibì l'esportazione del papiro. Eumene II allora, per continuare a collezionare manoscritti scientifici [...] e testi sacri, ricorse, [...] alle pelli delle pecore e delle capre (Carvalho 2010, p. 132).

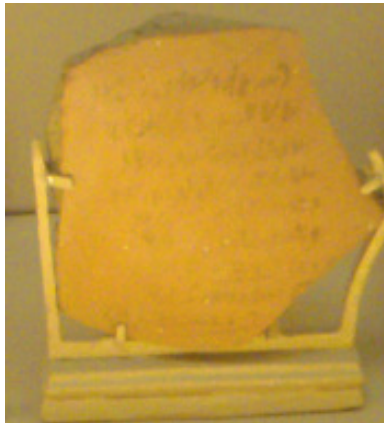


A

B



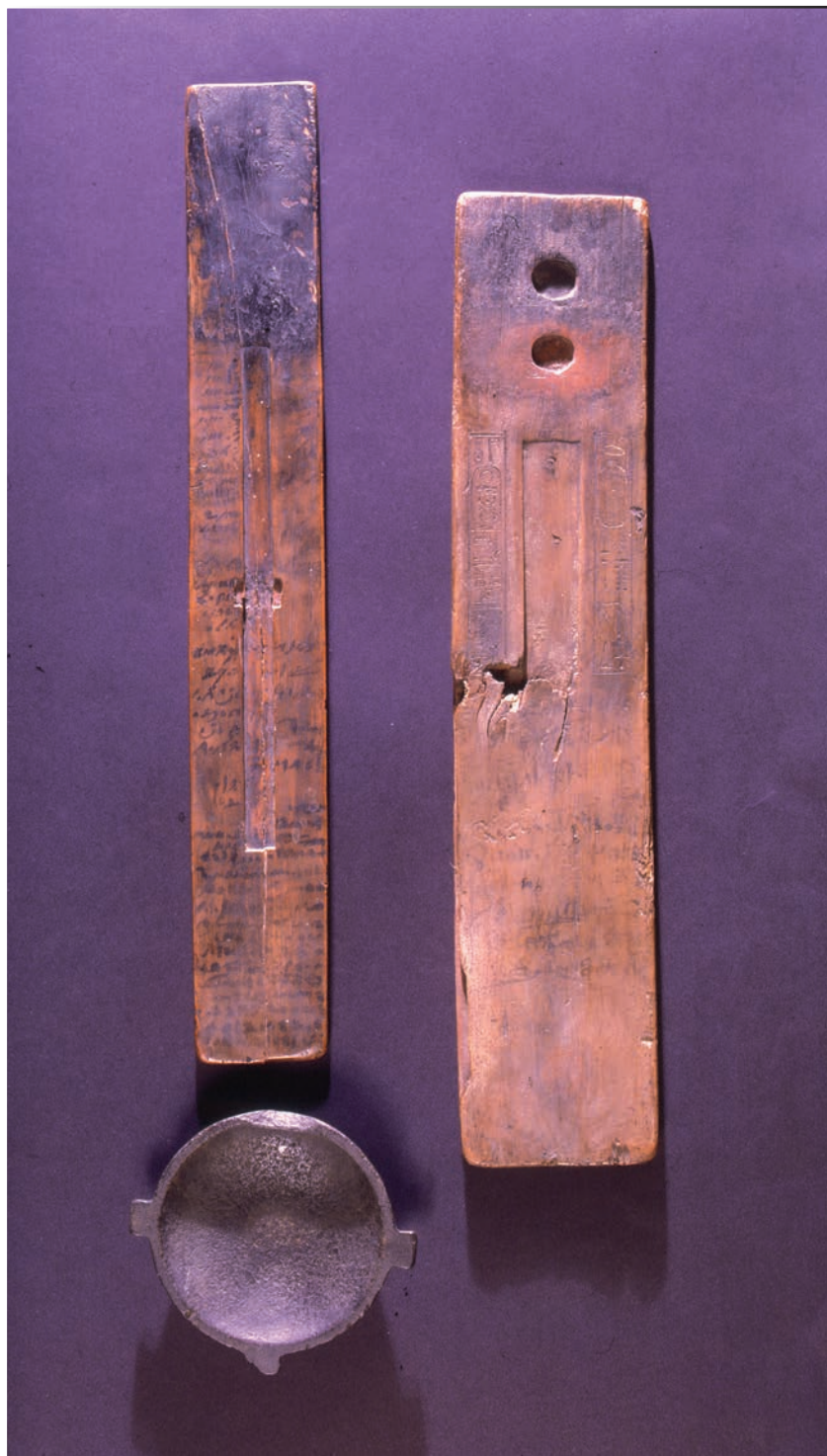
C



A. Statua in basalto di Ahmosi in posa da scriba, Tebe, VIII dinastia, 1479-1426 a.C.

B. Scrittura predinastica egizia ad Abido.

C. Esempio di scrittura demotica su terracotta *ostrakon*.



A. Tavoleta da scriba con la presenza di due soli incavi per i colori e mortaio per la macinazione dei minerali, XVIII dinastia, 1479-1426 a.C.

A

## Oriente

L'Oriente riserva sempre un grande fascino e ancor di più ad una lettura da parte degli occidentali. Nel mondo cinese, possiamo riconoscere remote testimonianze grafiche nei reperti di scrittura realizzati su ossa e gusci di tartaruga (osteomanzia). I rinvenimenti più antichi a noi giunti risalgono solo al 1500 a.C., lasciando ragionevolmente supporre che ci siano state testimonianze ancora precedenti e forse oggi perdute a causa di questi o di chissà quali altri supporti deperibili.

La scrittura in Cina pare sia stata introdotta nel 1200 a.C. durante l'ultimo periodo della dinastia Shāng (1600-1046 a.C.) e veniva utilizzata come strumento divinatorio ed eseguita da sacerdoti e oracoli. I supporti adoperati erano le ossa, e di norma si impiegavano le scapole dei cervi o i gusci di tartaruga (Bocchi & Ceruti 2002).

Con la dinastia degli Zhou occidentali (1066-770 a.C.) il bronzo divenne il materiale prediletto per le iscrizioni, utilizzato con caratteri impressi per fusione; era da supporto per documenti importanti o spesso elaborato in realizzazioni tridimensionali come vasi, presto ritenuti oggetti di status per gli aristocratici del periodo Shāng.



A

A. Ossa utilizzate da aracolo o sacerdote: Xiaotun, Cina, tarda dinastia Shāng o Anyang, XIV-XII sec. a.C.





B



C

B. Vaso in bronzo con iscrizioni, Cina, Western Zhou Dynasty, 1000 a.C.

C. Caratteri *Khitan* su specchio in bronzo. *Khitan* era la lingua ufficiale della dinastia Liao 907-1125.

Superati gli usi rituali, i cinesi iniziarono ad adoperare altri supporti e soprattutto prese inizio un'importante tradizione con l'utilizzo di nuovi strumenti: i pennelli. Con questi ultimi si scriveva su tavolette in legno, tavolette in bambù e successivamente sulla seta; le iscrizioni venivano realizzate in uno stile detto sigillo, già utilizzato dalla dinastia Zhou occidentale (1066-770 a.C.) ma affermatosi con la dinastia Qín (221-206 a.C.), in una scrittura semplificata e nota come la scrittura degli scribi.

Le iscrizioni su tavolette iniziarono ad avere delle dimensioni prestabilite sulla base del tipo di documento da scrivere e dovevano contenere un numero preciso di caratteri o segni, iscritti in rettangoli dalle dimensioni tra loro equivalenti; un'attenzione alla modularità che ha favorito lo sviluppo della stampa a caratteri mobili in terracotta.

L'invenzione di questa particolare tecnica (la stampa) – che in occidente si diffuse solo nel XV secolo – viene attribuita a Bi Jing tra il 1046 e il 1049 (Percossi 1999).



A



B

C

significato	insetto	uscire	fuoco	alba	monte	dividere	grande	uomo
supporto								
osso XII a.C.								
bronzo XI a.C.								
carta III d.C.								

A. Iscrizione di epoca dinastia Qin Qin 221-206 a.C.

B. Esempio di scrittura degli scribi.

C. Evoluzione grafica dei segni cinesi su supporti differenti.

## D. Stili grafici cinesi:

1. piccolo sigillo
2. amministrativo
3. esemplare
4. corsivo

significa epoca	acqua	uscire	fuoco	alba	monte	dividere	grande	uomo
II a.C. 1								
I a.C. 2								
IV d.C. 3								
III d.C. 4								

1:piccolo sigillo 2:amministrativo 3:esemplare 4:corsivo

D

## GLI ANNI CINESI

Agli inizi della loro storia i Cinesi contavano gli anni a cominciare dall'ascesa al trono dei singoli sovrani.

Su apposite liste di corrispondenza si basava e si basa tuttora il computo degli anni per la Cina antica.

A partire dall'anno 163 a.C. venne introdotto un nuovo sistema, quello dei *nianbao* (denominazione degli anni). Gli imperatori cominciano a dare un nome particolare, dal significato simbolico, magari in seguito a una vittoria o quando le cose non andavano bene o per celebrare un evento importante, al periodo di anni seguente; questo nome sarebbe durato fino alla morte dell'imperatore o fino a quando lui stesso non avesse deciso di cambiarlo. Per più di 15 secoli ogni imperatore indicò i suoi anni di regno con più di un *nianbao*.

A partire dal 1368 (inizio della dinastia Ming) ogni imperatore adottò un unico *nianbao*, così che è entrato nell'uso, in Europa e parzialmente anche in Cina, di chiamare gli imperatori cinesi delle ultime dinastie con quello degli anni di regno.

Uno degli attrezzi o strumenti di fondamentale importanza nella cultura orientale è il pennello, realizzato inserendo in un tubo in bambù un ciuffio di peli di animale, disposti a formare una sagoma appuntita.

Il pennello era lo strumento che rendeva possibile la scrittura con calligrafia legata, risultato originato dal sottile filo d'inchiostro che rimane visibile tra i singoli tratti dei segni calligrafici, perché tracciati senza mai allontanare la punta del pennello dalla carta.

È noto quanto per l'oriente sia forte il legame tra la scrittura e l'atto dello scrivere e quanto sia alto il valore simbolico e filosofico attribuitogli, un concetto evidenziato dai rituali legati alla scrittura e forse anche un retaggio dall'osteomanzia. Questi riti radicati nella cultura orientale vengono rievocati anche da diverse espressioni artistiche più recenti, come nel cinema. Uno fra tutti il film *Hero* (2002) di Zhang Yimou, dall'evidente riferimento alla grafia cinese, dove molte sono le scene che dedicano un'attenzione all'arte calligrafica ed allo strumento utilizzato (il pennello); la scrittura è un rituale ed è descritta come fosse una danza che si ispira agli elementi naturali come le nuvole, od a movenze aggraziate di animali come l'aquila o i pesci. Alla Cina va anche il merito per l'invenzione di un particolare inchiostro, un misto di fuliggine da fumo di legno di pino e olio di lampada mescolato a gelatina di pelle di asino e muschio, inventato dal filosofo Tien-Lcheu nel 2697 a.C. e la cui composizione rimase segreta fino al 1200 a.C.

La Cina diede inoltre un importante impulso al progresso nella fabbricazione della carta, inteso come materiale ottenuto dalla lavorazione di fibre o da

cellulosa. Esistono testimonianze della fabbricazione di una carta, chiamata carta bombycina, già dal 95 a.C., realizzata per macerazione di stracci di lino, e giunta fino in Europa, “that old pieces of woven hemp were first made into paper in that country about 95 b.C., by a great mandarin of the palace” (Carvalho 2010, p. 249). Successivamente la carta iniziò ad essere realizzata dalla corteccia degli alberi, in particolare di gelso. L’invenzione della carta in Cina ha un percorso storico interessante, i supporti scrittori passarono da essere realizzati con materiali quali bronzo e pietre al bambù, incentivato anche dal potere imperiale in quanto relativamente più economico e semplice da utilizzare, e alle foglie di palma poi impiegate anche in altri paesi come India, Birmania e Thailandia. Anche nel famoso esercito di terracotta di Xian sono presenti degli scribi, riconoscibili da un corredo di attrezzature con lamette utilizzate per scrivere su foglie di palma o bambù.

Fu poi nel 105 d.C. che un funzionario di nome T’sain-Lun introdusse e obbligò l’utilizzo della carta realizzata da fibra. È curioso sapere che questo tipo di supporto non nasceva per la scrittura, ma per sostituire l’utilizzo del bambù e della seta nell’avvolgere il riso e per uso igienico, di certo più dispendiosi (Gonzalo Sanchez-Molero 2008).

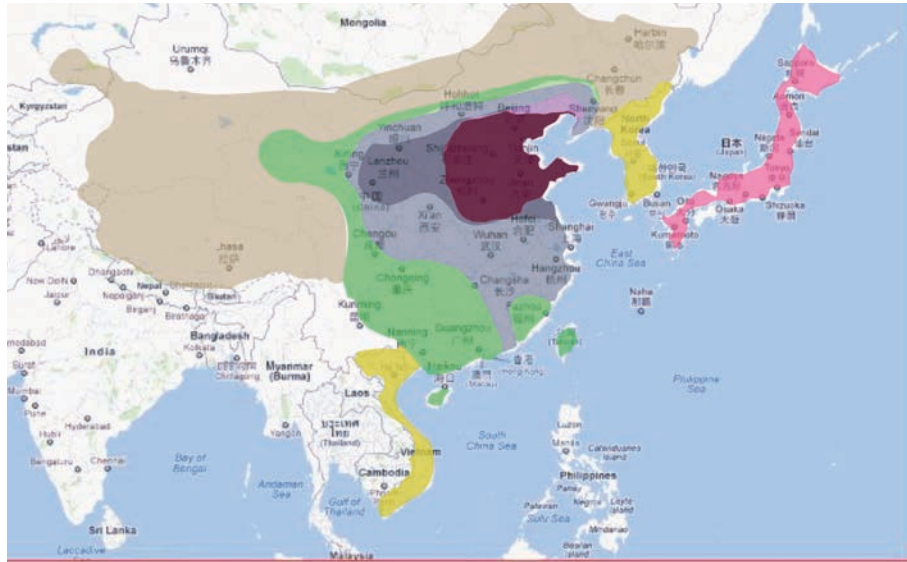
Di seguito nacquero diverse tipologie di carta, da quelle con fogli più spessi per stampare documenti, ad altre molto sottili dette di riso ma realizzate con fibre di gelso.

O  
T

M

P

I



- Fasi di espansione della scrittura cinese
- Aree perdute della scrittura cinese
- Aree di influenza della scrittura cinese

A

B



A. Fasi di espansione della scrittura cinese, *Shang – Zhou – Jin – Han*.

B. Pennelli giapponesi.

## India

Ogni area geografica offre un interessante contributo allo sviluppo della grafia e di conseguenza degli strumenti utilizzati.

La scrittura brahmi insieme alla kharostri, entrambe di origine semitica, furono considerate per molto tempo le più antiche scritture indiane originate per l'annessione dell'odierno Pakistan, ma secondo alcune moderne ricerche pare che queste non fossero tra le scritture più remote. Invero sono state trovate delle tavolette, testimonianze di una scrittura proto-indiana, in cui segni grafici vengono utilizzati con altri fonetici.

La scrittura brahmi del III sec. a.C. sarà radice da cui si avvierà lo sviluppo grafemico differenziatosi poi nelle singole regioni (Punjabi, Devanagari, Gujarati, Bengali, Oriya, Telugu, Kannada, Tamil, Malayalam, Sinhala) con elementi differenti ed alcuni riconoscibili anche ai nostri giorni.

A

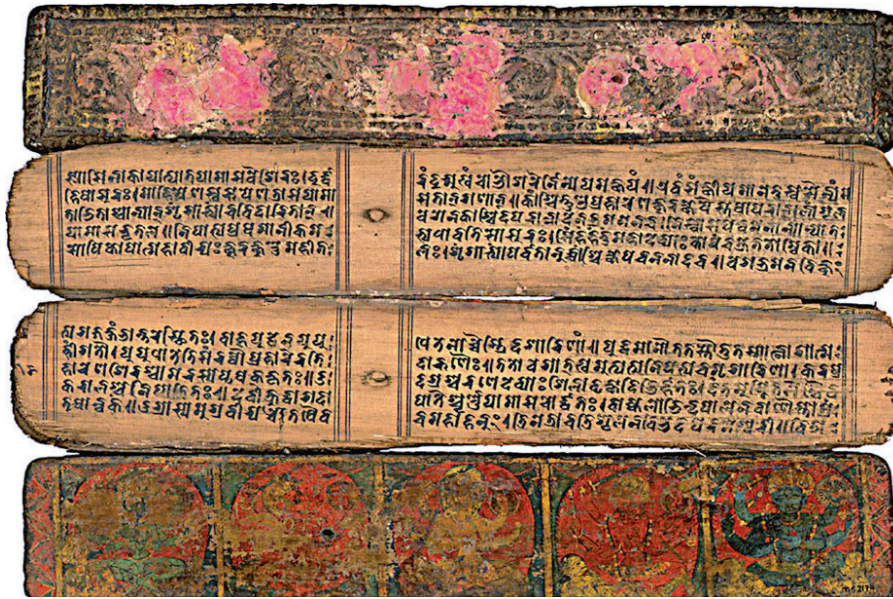


A. Diffusione delle scritture indiane.

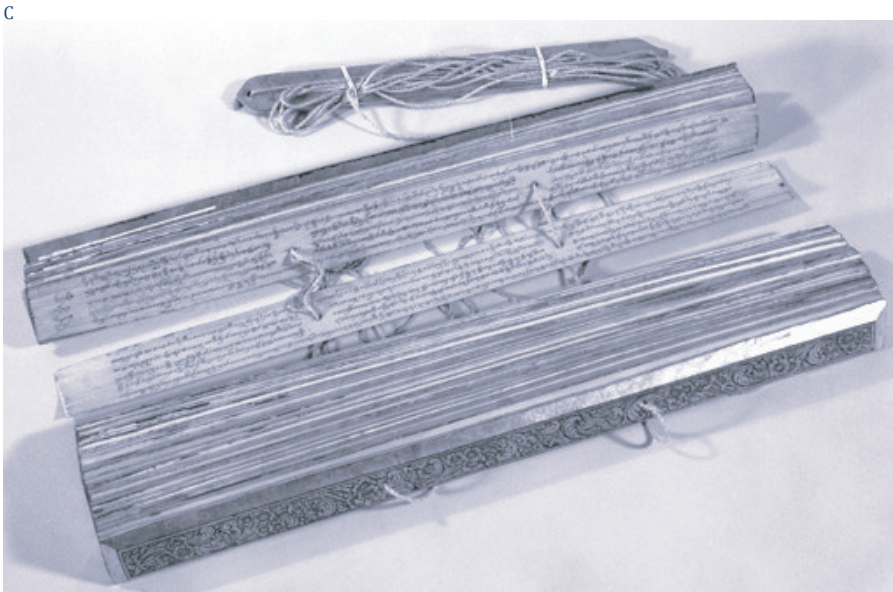
Dai reperti grafici giunti fino a noi è possibile individuare alcuni degli strumenti utilizzati, come: l'iscrizione della pietra scalfita da arnesi metallici, l'utilizzo di foglie di palma – che per la loro matericità ricordano i papiri egizi – incise da sottili aghi in metallo e l'impiego, come supporto scrittoio, della corteccia di un albero chiamato Bhoja Patra (Tamil Heritage Foundation 2009), le cui iscrizioni grafiche venivano realizzate con una tintura rossa.

A

<b>Transcription</b>	śivō rakṣatu gīrvāṇabhāṣārasāsvādatatparān
<b>Bengālī</b>	শিবো রক্ষতু গীর্বাণভাষারসাষ্বাদততপরাং
<b>Devanāgarī</b>	शिवो रक्षतु गीर्वाणभाषारसास्वादतत्परान्
<b>Gujarātī</b>	શિવો રક્ષતુ ગીર્વાણભાષારસાસ્વાદતત્પરાન્
<b>Gurmukhī</b>	ਸਿਵੈ ਰਕਸਤੁ ਗੀਰ੍ਵਾਣਭਾਸ਼ਾਰਸਾਸ੍ਵਾਦਤਤਪਰਾਨ੍
<b>Oṛiyā</b>	ଶିବଃ। ରକ୍ଷତୁ ଶିର୍ବାଣଭାଷାରସାସ୍ବାଦତତ୍ପରାନ୍
<b>Tamil</b>	ஷிவோ ரக்ஷது கீர்வாணபாஷாரஸாஸ்வாததத்பராந்
<b>Tēlugu</b>	శివ రక్షతు గీర్వాణభాషారసాస్వాదతతపరాన్
<b>Kannaḍa</b>	ಶಿವೋ ರಕ್ಷತು ಗೀರ್ವಾಣಭಾಷಾರಸಾಸ್ವಾದತತಪರಾನ್
<b>Malayālam</b>	ശിവോ രക്ഷതു ഗീർവാണഭാഷാരസാസ്വാദതതപരാൻ
<b>Grantha</b>	श्रीवो राक्षतु गीर्वाणभाषारसास्वादतत्परान्
<b>Thai</b>	சிவ ரக்ஷது கீர்வாணபாஷாரஸாஸ்வாததத்பராந்
<b>Jawa</b>	ꦱꦶꦮꦺꦴꦫꦏꦶꦱꦠꦸꦒꦶꦫꦮꦨꦩꦧꦱꦫꦱꦠꦠꦫꦤ꧀
<b>Bali</b>	ꦱꦶꦮꦺꦴꦫꦏꦶꦱꦠꦸꦒꦶꦫꦮꦨꦩꦧꦱꦫꦱꦠꦠꦫꦤ꧀
<b>Sinhala</b>	සිවො රක්ඝු ගීර්වනභසරසාස්වදතට්පරාන්



B



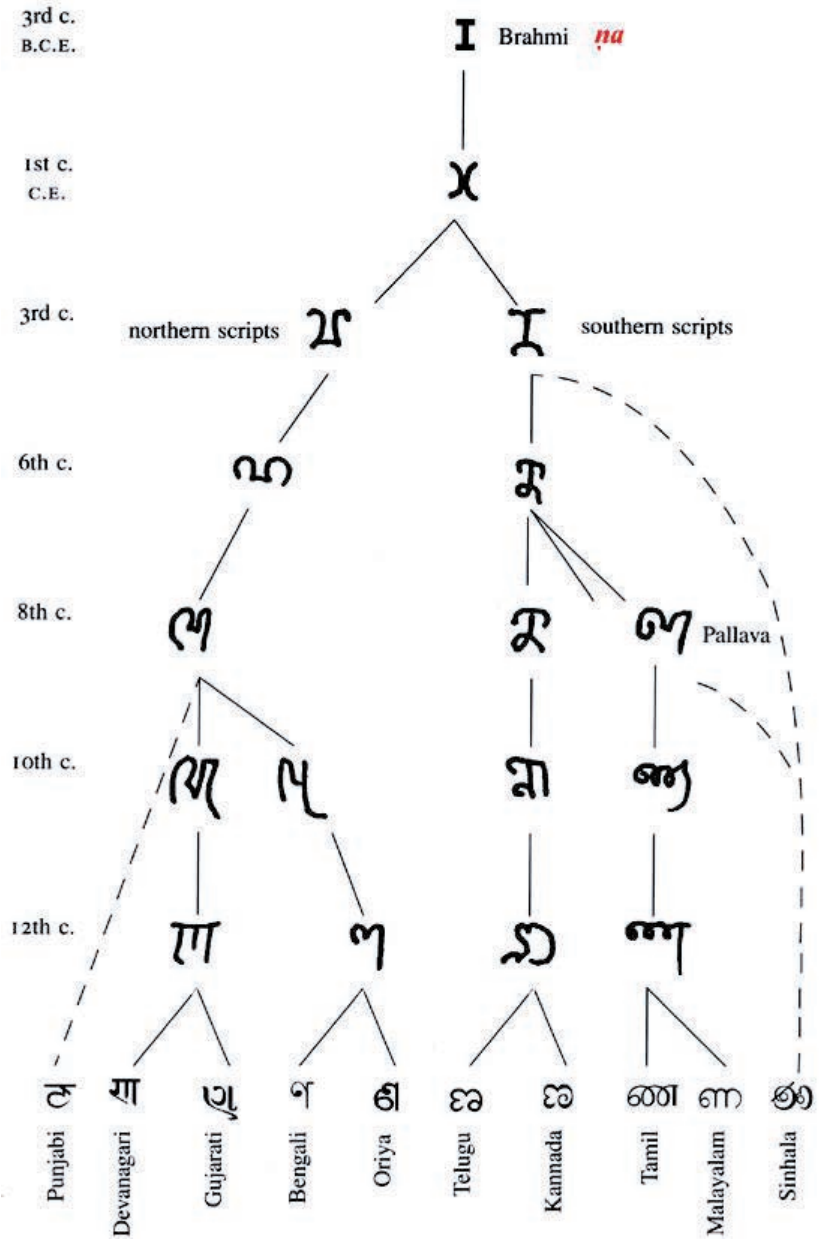
C

A. Differenze tipologiche delle scritte nelle singole regioni indiane.

B. *Devimabatmya*, preghiera in sanscrito su foglia di palma, Bihar or Nepal, XI sec.

C. Foglie di palma manoscritte provenienti da Laos Pali  
Tipitaka Suttapitaka  
Majjhimanikaya.







B

C



A. Brahmi dalle origini alle derivazioni in uso nell'India moderna.

B. Frammento di iscrizione in Asokan Brahmi originario del Meerut e datato 238 a.C.

C. Manoscritto su corteccia di Bhoja Patra.

## Il mondo arabo

All'inizio del mondo, quando nulla ancora era stato creato, Allah fece per prima una tavoletta di perla, alta quanto è lontano il Cielo dalla Terra e larga quanto dista Oriente da Occidente. Fece un calamo prezioso che al posto dell'inchiostro usava la luce e gli ordinò di scrivere: fu così che, per ordine di Dio, il calamo tracciò sulla tavoletta i destini di tutti noi (Khatibi & Sijelmassi 1995, p. 60).

42



A

Gli sviluppi della scrittura araba così come quella orientale mantengono per l'occidente un fascino particolare, determinato oltretutto dai valori mistici e religiosi attribuiti alla scrittura. Conseguenza della proibizione al culto e alla rappresentazione delle immagini è stato lo sviluppo e la flessibilità straordinaria della calligrafia araba.

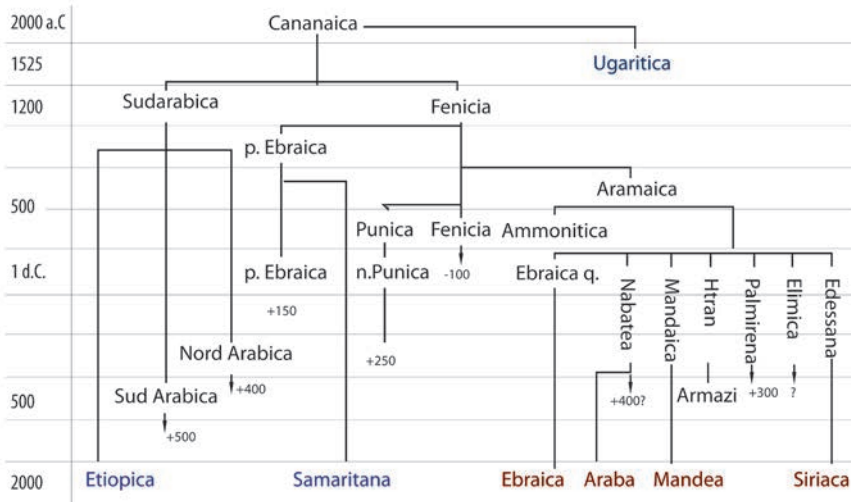
Nata dalla tradizione fenicia, la calligrafia araba si è sviluppata all'interno di restrizioni religiose e con precise regole geometriche e ornamentali.

Il calligrafo arabo definisce ad esempio un preciso rapporto di proporzioni tra le lettere e il modulo di riferimento *Alif*, la cui lunghezza è misurata da punti quadri di dimensioni relative alla punta del calamo.

A. Esempio di rappresentazione figurativa zoomorfa con utilizzo della composizione calligrafica.

B. Schema evolutivo delle scritture semitiche.

C. Stili calligrafici della scrittura araba.



B

Muhaqqaq

إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ

Diwani

إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ

Naskh

إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ

Nasta'liq

Shikaste

إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ

Kufico

Maghribi orn.

Rayhan

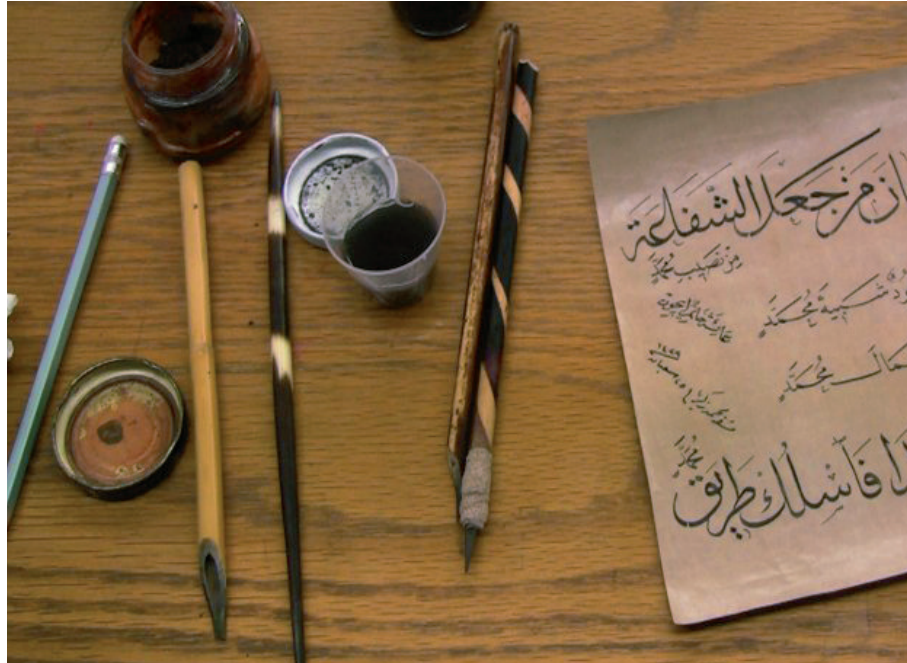
إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ

Siyaqa

Ruq'ah

Thuluth

C



A

Il calamo è uno strumento utilizzato per scrivere, normalmente realizzato con una canna corta e sottile appuntita da un taglio obliquo.

L'Alif che è la prima tra le lettere dell'alfabeto è fortemente caricata da valori e significati religiosi.



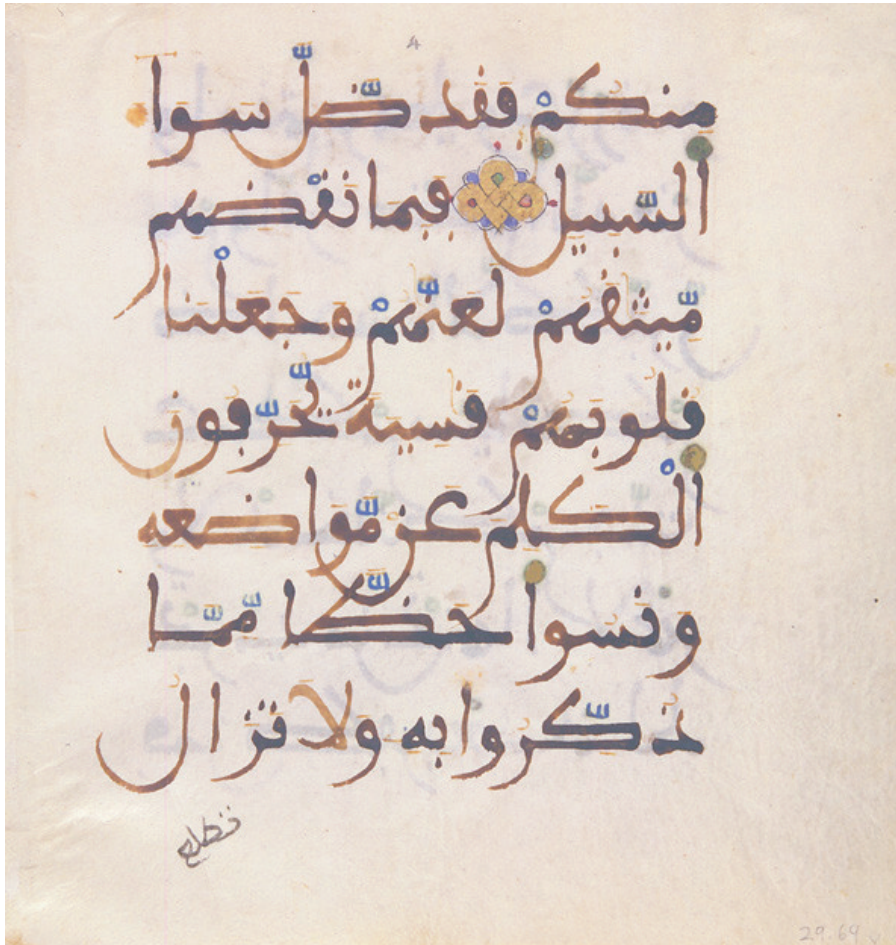
B

A. Foglio e strumenti di pratica per gli studenti di calligrafia araba nel XXI sec.

B. Rappresentazione dell'Alif.

C. Foglio da Corano, Sura 5, versi 12-13, XIII sec.

Anche l'inchiostro e la sua preparazione hanno delle curiosità singolari, nel Maghreb ad esempio era preparato dalla lana del ventre del montone essiccato. Ed era abitudine dei calligrafi arabi preparare i colori secondo ricette personali e segrete che morivano poi con loro, a testimonianza di cui rimangono solo magnifiche elaborazioni grafiche in tavole dai ricchi cromatismi.



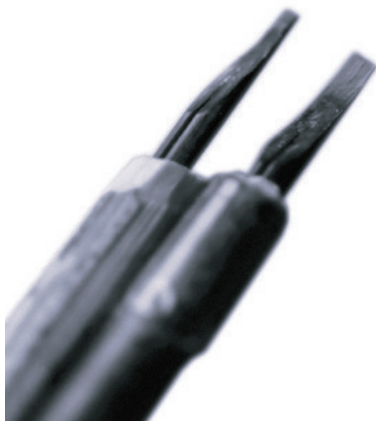
C

Osserviamo ora il calamo che si ricava da una canna secca. La sua lunghezza è di circa dieci centimetri e la sua larghezza di un centimetro. Il corpo è curvilineo e smussato sui bordi per non irritare le dita. L'estremità superiore è arrotondata mentre quella inferiore, che è funzionale molto affilata e termina a punta, [...] Una fessura lunga da due a quattro centimetri divide la punta in due lembi: destro e sinistro. [...] la larghezza del becco è un elemento importante per determinare il modulo Alif. [...]. La punta del calamo può essere tagliata diritta o di sbieco. La cultura popolare vede come simboli i materiali scelti per il calamo. Per suggellare un matrimonio si deve utilizzare un calamo in rame rosso: le parole sono vergate su cera e non su carta. Per celebrare l'amicizia, serve un calamo d'argento o fatto con il becco di una cicogna. Per scrivere al proprio nemico come se, con questo messaggio magico, si neutralizzasse un maleficio, si usa un calamo ricavato da un ramo di melograno (Khatibi & Sijelmasi 1995, pp. 74-75).



A

B



C



A. Differenti strumenti di scrittura utilizzati ancora oggi in Iran: a destra una penna in bambù, al centro una canna, a sinistra una penna in legno intagliato.

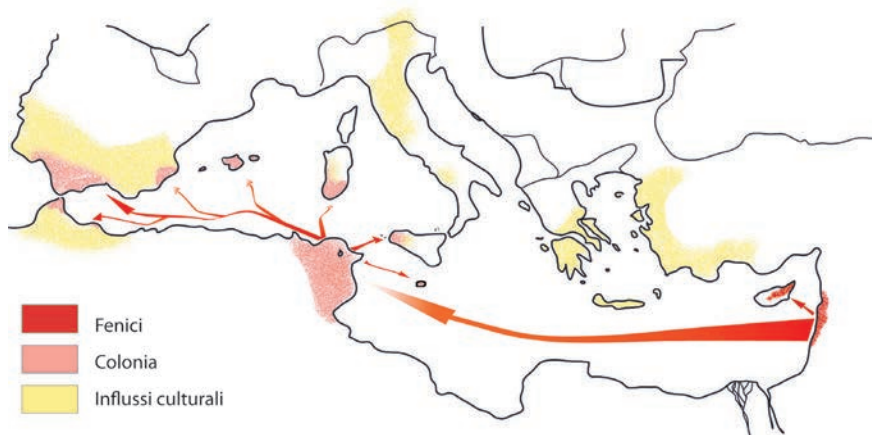
B. Calami con pennini separabili.

C. Fase di realizzazione di una punta di calamo.

## Dal mare dei Fenici ai Greci

Mentre l'aramaico sostituiva l'antica cultura mesopotamica del cuneiforme con quella della lingua semitica graficamente rappresentata da sole consonanti e che nel suo modello siriano si diffondeva per via terra in vasti territori fin a giungere ai confini dell'India (Guida 2004), i Fenici, popolo insediato in uno stretto lembo di terra bagnata dal mare e contesa tra assiri e babilonesi, portarono la loro cultura a molti dei territori mediterranei da loro conquistati via mare. La rivoluzione della cultura fenicia deve la sua diffusione alle esigenze navali e commerciali specifiche di questo popolo; i commerci marittimi e gli scambi commerciali richiedevano un repertorio linguistico e grafico privo di una lettura ideografica ma di più semplice utilizzo e di veloce interpretazione. Nasce con loro un alfabeto di ventidue segni, ed

è in questa fase che avviene il trapasso da una concezione della scrittura come codice alternativo alla parola per esprimere il pensiero ad un'altra più pratica e più riduttiva che restringe il ruolo della scrittura ad ancella della parola (Valeri 2001, p. 171).



A

La cultura fenicia ha notevolmente influenzato se non caratterizzato proprio il nucleo d'origine della grafia greca.

Un confronto tra i due alfabeti mostra una diretta somiglianza tra le due culture, le lettere sono elencate in uno stesso ordine. All'alfabeto greco si aggiungeranno quattro caratteri ottenendo un numero di ventiquattro lettere.

A. Presenza fenicia nei territori mediterranei.



Phoenician abjad		Greek alphabet		
Nome	ca. 900 a.C.	800-600	Attico(400)	Nome
ʾālef	𐤀 𐤁 𐤂	Α Δ Α	Α	alpha
bēt	𐤃 𐤄	Β Β Β	Β	bēta
gīmel	𐤅 𐤆	Γ Γ Γ	Γ	gamma
dālet	𐤇 𐤈 𐤉	Δ Δ Δ	Δ	delta
hē	𐤊 𐤋	Ε Ε Ε	Ε	e psilon
wāw	𐤌 𐤍 𐤎	Ϝ ϝ Ϟ		(digamma)
zajin	𐤏 𐤐 𐤑	Ζ Ζ Ζ	Ζ	zēta
ḥēt	𐤒 𐤓 𐤔	Η Η Η	Η	ēta
ṭēt	𐤕 𐤖	Θ Θ Θ	Θ	thēta
yōd	𐤗 𐤘 𐤙	Ι Ι Ι	Ι	iōta
kaf	𐤚 𐤛 𐤜	Κ Κ Κ	Κ	kappa
lāmed	𐤝 𐤞 𐤟	Λ Λ Λ	Λ	lambda
mēm	𐤠 𐤡 𐤢	Μ Μ Μ	Μ	mu
nūn	𐤣 𐤤 𐤥	Ν Ν Ν	Ν	nu
sāmek	𐤦	Ξ Ξ Ξ	Ξ	ksi
ʿayin	𐤧	Ο	Ο	o mikron
pē	𐤨 𐤩	Π Π	Π	pi
ṣādē	𐤪 𐤫	Μ		(san)
qōf	𐤬 𐤭 𐤮	Ϙ ϙ Ϛ		(qoppa)
rēš	𐤯 𐤰	Ρ Ρ Ρ	Ρ	rhō
śin/šīn	𐤱	Σ Σ Σ	Σ	sigma
tāw	𐤲 𐤳	Τ	Τ	tau
		Υ Υ Υ	Υ	u psilon
		Φ Φ Φ	Φ	phi
		Χ Χ	Χ	chi
		Ψ Ψ	Ψ	psi
		Ω Ω Ω	Ω	ō mega

A. Tabella di confronto di adattamento dell'alfabeto consonantico fenicio al greco.

A

B. Iscrizione su pietra del V-VI sec. a.C., del tipo utilizzato nelle piazze, per decreti o per l'esaltazione di atleti. In questa è riportata l'iscrizione: Bybon figlio di Pholos sollevò questa pietra sopra la testa con una mano.

C. Tavoletta cerata con iscrizioni latine e greche, Alessandria d'Egitto 145 A.D.

In Grecia questo nuovo sillabario fu introdotto secondo gli specialisti verso la fine dell'VIII secolo a.C., e sempre in Grecia si assistette ad un'ulteriore evoluzione della scrittura con l'introduzione del minuscolo, utilizzato dai poeti, filosofi e scienziati, oltre alla scelta di scrivere nella direzione destrorsa.

La più facile interpretazione della grafia greca favorì la consuetudine di disporre nelle piazze delle città delle pietre sulle quali erano incisi in maiuscolo i decreti governativi.



B

Fra i rinvenimenti che testimoniano il largo uso della scrittura in Grecia, ci sono molte iscrizioni sui pesi del telaio verticale, comunemente utilizzato dalle donne greche; “si crede che Atena in persona abbia donato alle donne mortali l’arte della tessitura” (Bocchi & Ceruti 2002, p. 41).

I letterati greci erano facilmente riconoscibili dato che usavano portare legati alla cintura due o tre tavolette in legno coperte di tempera bianca o di cera; quest’ultime costituivano anche un comodo supporto su cui poter scrivere e cancellare errori.

Per incidere la superficie di queste tavolette si utilizzavano degli strumenti di scrittura in osso o metallo, in cui una delle estremità era più arrotondata o appiattita per permettere di cancellare quanto scritto.



C

Interessanti reperti – visibili al Museo Egizio di Torino – sono alcuni strumenti di scrittura in bambù con entrambe le estremità predisposte alla scrittura, probabilmente per differenziare lo spessore della punta o anche per utilizzare due differenti colori.

I supporti scrittori in Grecia furono diversi, compreso il papiro egiziano e le pelli animali su cui si scriveva con il calamo in giunco.

Le colonie greche presenti in Italia vennero presto in contatto con la cultura della madre patria greca e conseguentemente influenzarono le popolazioni vicine, come avvenne per le genti etrusche allora presenti nel territorio campano.

Il popolo etrusco, entrato in contatto con gli stili greci, utilizzò e predilesse in particolare lo stile detto lapidario, non corsivo.

AMVE FEVVEIHA

A

B



A. Esempio di scrittura lapidaria etrusca.

B. Donna con un attendente che porge una provabile tavoletta cerata, 100 a.C.

## Impero Romano

Di fondamentale importanza divenne la grande diffusione della scrittura grazie all'Impero Romano dove la gestione di un apparato politico-amministrativo di enormi proporzioni necessitava di essere supportato da numerose e differenziate documentazioni scritte.

È a Roma che cominciano le distinzioni, usate ancor oggi, tra maiuscolo e minuscolo; il primo nel suo stile lapidario, così come già visto per gli Etruschi, veniva utilizzato soprattutto inciso nella pietra, accrescendo la ricerca di un equilibrio visivo del carattere ed una attenzione alla grafica pari oggi solo ai famosi progettisti di caratteri.

I supporti per la scrittura utilizzati dai Romani erano gli stessi adoperati dai Greci: il papiro, che divenne rotolo (gestito in una forma che può considerarsi l'archetipo dell'attuale libro), la pergamena, di cui migliorarono la qualità, e le tavolette in legno ricoperte con cera, dette *tabulae*.

Il papiro era il materiale preferito dai Romani, che ne riuscirono a migliorare la superficie fino a renderla completamente liscia e che lavoravano fino a formare strisce di carta molto lunghe (fino a 5 metri).

CORNELIVS·LVCIVS·  
VS·SCIPIC·BARBA  
TVS·CNAIVOD·PA  
RYFHQVCGXKMZ

A

NAPOKFC  
DMG MFMGFQ  
AOVNRETIPTOS

C

A B C D E X I  
F G Y P H S T L  
Q U V R M N  
W Z Ō K Æ Ū

B

36 p Optima Nr. 5699  
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
ÆŒÇÄÖÜÅØ & MN  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz chckfffflftß

D

- A. Caratteri lapidari romani del II sec. a.C.
- B. Caratteri lapidari romani del I sec. a.C.
- C. Hermann Zapf, studio di caratteri romani.
- D. Herman Zapf, 1958, tavola di progetto del font Optima.

Con la stessa maestria si sviluppò la fabbricazione della pergamena, un materiale di maggiore resistenza e anche più prezioso e si arrivò a renderla così sottile e malleabile da permetterne la scrittura su entrambi i lati.

La pergamena prende il suo nome dalla città di Pergamo dove vi fu un importante utilizzo intorno al II sec. a.C. È un supporto scrittorio realizzato dalla lavorazione delle pelli, che possono essere di pecora, capra o vitello. La pelle, previa depilazione per immersione in acqua e calce, viene messa ad asciugare in tensione e lavorata con lame.

La pergamena è stato un supporto nel tempo più utilizzato del papiro, perchè più adeguato a resistere ai climi freddi e umidi del nord Europa e meno adatto ai climi caldi dove i fogli tendono ad “imbarcarsi”, un comportamento contrario a quello del papiro che soffre molto l’umidità ed è più adatto alle regioni calde e asciutte. Un’altra ragione della sua diffusione fu data dal cristianesimo che la prese per redigere i primi testi in forma di codice, così da distinguersi ed introdurre una forma più moderna rispetto all’ebraismo che manteneva i suoi testi in rotoli come nella Torah.

Su questi supporti (pergamena e rotolo) si scriveva con inchiostri ricavati da fuliggine, nero di seppia, gomma arabica e venivano utilizzate per lo più delle cannuce appuntite, strumenti più simili al calamo, così come già fatto dai Greci.



A



B

Allo stesso modo di quest'ultimi, i Romani utilizzavano le tavolette in legno di bosso, faggio e abete o talvolta di cedro, ricoperte con cera o tempera bianca ed incise da stilo metallici o ossei; questo tipo di supporto veniva utilizzato soprattutto per le corrispondenze.

C



A. Disegno con rappresentazione di un momento di lavorazione delle pelli da pergamena.

B. Tavoletta cerata romana legata a *codices*.

C. *Stylus* romani originali aventi provenienza, in ordine dall'alto: Israele – Germania – Inghilterra – Norvegia.



A

Per tale uso talvolta queste tabulae venivano poste in custodie sotto chiave, a causa della facilità di manomissione del testo o nel tentativo di preservarne il contenuto.

Quando le tavolette venivano legate tra loro con cordicelle come un libro codices o con strisce di pelle in numero di due o tre pezzi si diceva che formavano un dittico o un trittico; molti esempi sono stati ritrovati negli scavi di Pompei ed Ercolano e alcune di queste tabulae erano realizzate su basi in avorio, finemente decorate con incisioni.

Gli stilo romani più antichi furono generalmente di osso. Plinio il Vecchio, nella *Naturalis historia* XXXIII 139, scrive:

[...] Nel trattato che Porsenna, dopo la cacciata dei re, dette al popolo romano, troviamo la clausola esplicita di non usare il ferro se non in agricoltura. È allora che gli autori più antichi hanno tramandato che si instaurò l'uso di scrivere con uno stilo di osso [...] (Torelli 2007, para. 5).

Col tempo, si iniziò a dare maggiore attenzione allo stilo che poteva essere anche in metallo prezioso o con decori. La sua fattura in metallo, dalla forma poco amichevole, lo trasformava facilmente in un'ottima arma.

A titolo chiarificatore va precisato che generalmente con la dicitura stilo si indica uno strumento atto ad incidere le superfici, mentre con calamo uno strumento di origine vegetale utilizzato per lasciare tracce da inchiostri.

Da rilevare che l'esercizio e l'uso della scrittura in epoca romana era tale che prese anche largo uso il sigillo; normalmente in bronzo, veniva utilizzato per apporre delle sigle, soprattutto su oggetti e merci e molti sono gli esempi rinvenuti, in particolare di vasellame marchiato.

In epoca romana si scriveva comunque su ogni supporto possibile: dal legno in forma di tavolette alle membrane pressate degli alberi di tiglio, dalle foglie ai tessuti di seta o lino, fino alle lamine di piombo. Alcuni studiosi asseriscono che le dodici tavole delle leggi di Roma furono realizzate per incisione, ma il mancato ritrovamento del supporto permette solo delle ipotesi: alcuni le suppongono realizzate in legno di quercia, altri in avorio o di bronzo. Pare comunque certo che rimasero affisse nel foro romano fino al sacco ed all'incendio di Roma del 390 a.C. (Diliberto 2006).

Quella romana fu un'epoca in cui si assistette anche ad un'evoluzione degli stili scrittori, dall'unciale tondo e privo di ornamenti al semi unciale con piccole libertà grafiche sulle lettere. Ma fu anche un periodo di attenzione ai materiali per la scrittura, così nel 400 d.C. venne inventato un nuovo inchiostro composto da una base di sali di ferro; questo liquido era blu quando veniva utilizzato per poi divenire, asciugandosi, di un marrone opaco, colore oggi comunemente visibile nei vecchi documenti.

O  
T

M

P

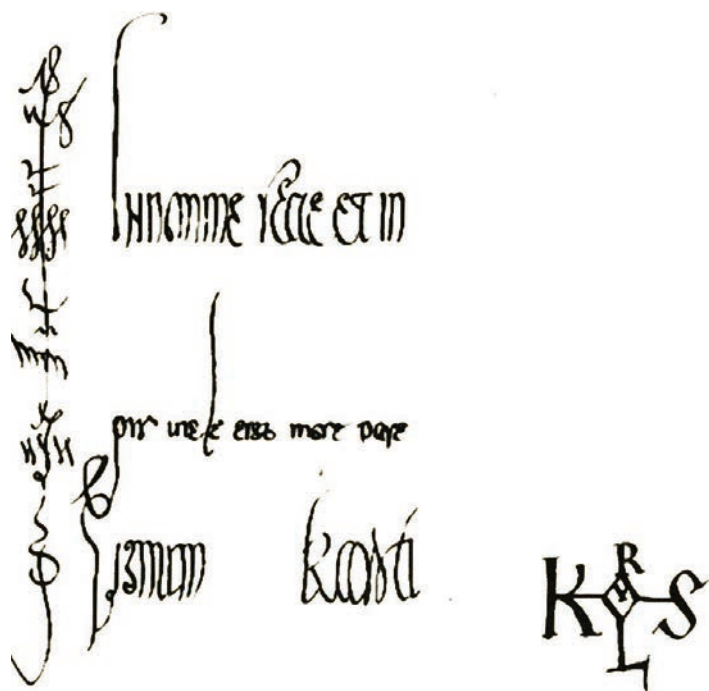
I



## Dai monasteri alla penna d'oca

I popoli germanici al tempo dei Romani non avevano ancora una propria tradizione scrittoria, utilizzando piuttosto un codice fatto di simboli di tipo esoterico riportati su tavolette in legno; tuttavia, è interessante notare come il nome di queste tavolette, dette *bok*, sarà la radice da cui discenderà il termine inglese *book*. I periodi successivi al grande Impero Romano furono momenti di declino della cultura e della letteratura, ma le opere di scrittura trovarono una loro continuità di sviluppo all'interno della comunità ecclesiastica dei conventi, dove nacquerono nuovi ed interessanti esempi di arte scrittoria, e furono proprio questi i luoghi dove vennero introdotti nuovi strumenti di scrittura.

Quasi in ogni monastero e convento esistevano delle sale scriptorie dove venivano eseguite trascrizioni della Bibbia da parte di calligrafi *scriptores*; così dal VI al XII sec. la scrittura divenne monopolio dei monaci (Guida 2004).



È a questo periodo che si fa risalire l'introduzione di un nuovo strumento di scrittura, la penna d'oca, poi assunto ad archetipo di tutti quelli a venire.

Tuttavia alcuni autori ritengono che questo strumento fosse stato già utilizzato precedentemente. "Si fa risalire infatti la sua presenza al V secolo con Teodorico, re degli Ostrogoti, sostituendo gradatamente il calamo, anche se questi due strumenti rimangono a lungo in uso promiscuo" (Ascoli n.d., p. 82).

Al tempo di Carlo Magno (2 aprile 742 – 28 gennaio 814 ) l'Europa conobbe uno sviluppo notevole nella riforma della scrittura, sostenuta soprattutto ad opera di Alcuino suo precettore, e fu tale da avere uno stile riconoscibile che venne battezzato come scrittura carolingia. Tutto questo, nonostante Carlo Magno non fosse in grado di scrivere neanche il proprio nome e si limitasse ad apporre un timbro sui documenti; ma il valore della scrittura diventò così rilevante al punto che una leggenda su Carlo Magno narra che egli tenesse sempre una tavoletta per scrivere sotto al cuscino.

Dopo la caduta dell'Impero Carolingio si tornò ad utilizzare i caratteri romani, seppur in alcuni territori sotto l'influenza dei Goti si introdusse la scrittura gotica; una scrittura che ebbe grande diffusione grazie anche all'eleganza dello stile, utilizzata soprattutto per le iscrizioni di pergamene, per documenti di stato o iscrizioni lapidarie. L'evoluzione dell'arte gotica portò dal XII al XIV sec. all'utilizzo dei capilettera ornati, che si arricchirono con miniaturizzazioni sempre più evolute.

La Bibbia divenne modello e referente costante nelle evoluzioni scritte fino al Medioevo, tempo in cui il documento si arricchì di abbellimenti grafici e preziosità materiche negli inchiostri.

L'arte scrittoria progredì fino al Rinascimento per culminare nella prima Bibbia stampata nel 1457 con Gutenberg; questo momento segnava, in qualche modo, la chiusura di una straordinaria parabola evolutiva.



B

A. Scrittura carolingia dei diplomi e sigillo di Carlo Magno.

B. Capolettera ornato con miniatura.

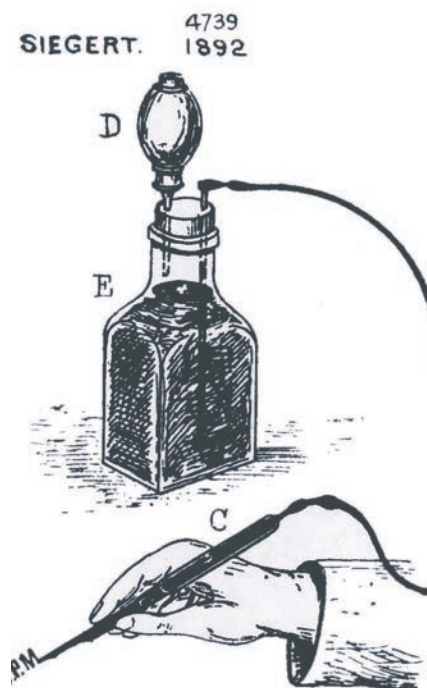
## Nascita degli strumenti moderni

Potremmo dire che dal tempo dei monasteri la penna d'oca divenne denominatore comune tra gli strumenti di scrittura, oggetti che continueranno ad evolversi e sperimentarsi con risultati non sempre al meglio riusciti.

Nei conventi, l'attenzione alla grafica e alla miniatura erano prioritari e non veniva dedicato altrettanto tempo e attenzione allo strumento per scrivere. Ma fuori da questi luoghi, l'esigenza di strumenti migliori iniziava a divenire di grande importanza, quasi una necessità; la descrive bene Albertine Gaur "[...] deve portare con sé la riserva d'inchiostro purché lo lasci fluire soltanto al momento di scrivere. Deve infilarsi nel taschino senza paura che la propria veste si macchi" (Rainero 1992, p. 21).

Contemporaneamente gli strumenti di scrittura cominciano ad essere visti e percepiti come oggetti preziosi, ancor di più se arricchiti dalla preziosità del materiale utilizzato o dalle pietre aggiunte. Si cita spesso il Califfo al-Mùizz, che intorno al X secolo si fece realizzare una penna d'oro dai suoi artigiani, oggetto di cui purtroppo oggi non si è in grado di poter provare l'esistenza reale.

58



A. Rappresentazione grafica di una delle prime invenzioni per risolvere l'autonomia d'inchiostro.

A

Altro esempio interessante è un particolare marchingegno di cui la città di Asburgo nel 1600 fece dono al suo sovrano: si trattava di un oggetto decorato e prezioso, che pareva consentire una scrittura continua e possedeva una riserva di inchiostro per quel tempo rilevante.

L'inchiostro viene versato dalla cima, alla quale è stato avvitato sopra un bottone [...] più in basso, all'altezza della quarta sezione si estrae il tubo alla quale innestare il pennino d'argento o l'aculeo del calamo [...] in questo modo l'inchiostro scorre giù per il tubo di argento e si può scriver per una o due ore (Rainero 1992, p. 21).

Tra i vari tentativi di risolvere un problema per quei tempi difficile, ovvero avere un'autonomia di scrittura senza dover intingere sempre la penna in un serbatoio di inchiostro, vi fu quello del matematico Daniel Schwenter (1585-1636), che nel suo libro *Delicia Fisico-Mathematicae* ha descritto una penna fatta da due aculei. Si trattava di una penna d'oca adoperata come serbatoio per l'inchiostro e inserita all'interno di un'altra; l'inchiostro all'interno del primo serbatoio, sigillato da un piccolo tappo in sughero, era obbligato a fluire solo attraverso un piccolo foro presente nel punto di scrittura. Diversi esempi documentati da racconti citano l'utilizzo dei pennini e ne collocano i primi inizi intorno l'epoca medievale. Viene spesso riportato che le religiose di Port Royal, un monastero della regione parigina collocato nella valle della Chevreuse, intorno il 1690 introdussero l'utilizzo e la fabbricazione di uno strumento in rame simile ad un pennino.

Altre testimonianze riportano l'utilizzo del pennino nel 1717 per la redazione dei Verbali degli Stati Generali dei Paesi Bassi; si trattava in particolare di un pennino in argento di forma tubolare. Un documento del 26 novembre 1738 scritto da Voltaire per Thierot riporta l'ordine di alcuni pennini d'oro. E nel 1763, una principessa offre a Mozart dei pennini d'argento per il suo settimo compleanno.

Il 1700 fu un periodo di grande fermento per le invenzioni, ed avere una penna che potesse scrivere con una riserva d'inchiostro era ancora uno dei problemi da risolvere, i tentativi furono numerosi e diversi e non di tutti abbiamo documentazioni certe. Diderot e D'Alambert nella prima pubblicazione dell'*Encyclopédie* nel 1751 dedicarono alcune tavole all'*Art d'Ecrire* dove è spiegato l'uso della penna d'oca. Sono molte le nazioni che rivendicano la paternità della prima penna stilografica; si potrebbe attribuire a Nicholas Bion, artigiano francese, che per il pregio dei suoi manufatti ricevette da Luigi XIV il titolo di *Ingénieur du Roi pour les instruments des mathématique*, l'invenzione di una penna con riserva di inchiostro, di cui abbiamo documentazione certa.

O

T

M

P

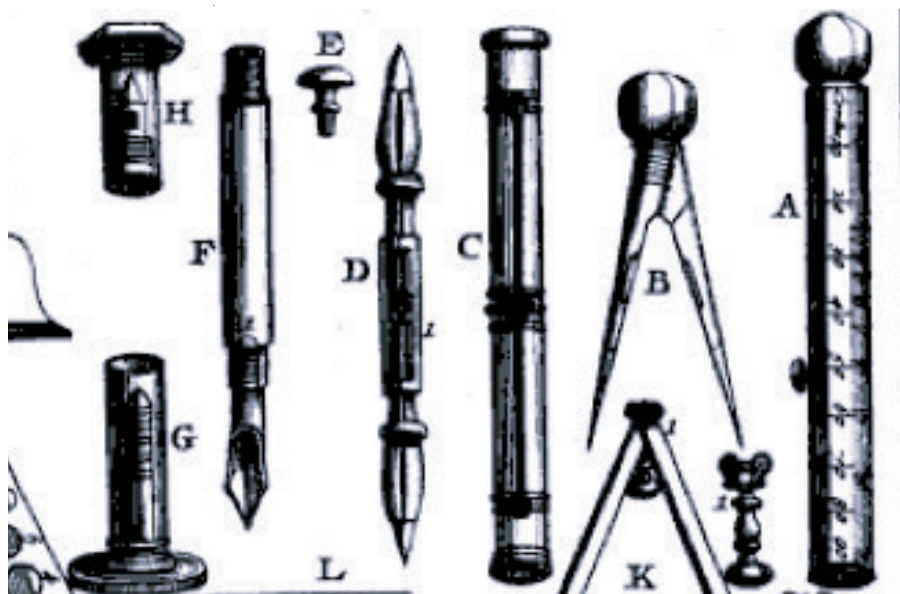
I

Nel suo libro dal titolo *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique*, pubblicato del 1709 e ricco di informazioni sulla geometria e sulla costruzione di strumenti, troviamo infatti in un capitolo la descrizione particolarmente dettagliata di una penna senza fine, *Construction de la Plume sans Fin*, ed una pagina in cui è riportato un disegno descrittivo; si tratta di una penna composta da tre pezzi tubolari tra loro assemblati da filettature, e realizzata con vari pezzi di rame argento o altro materiale.

*Construction de la plume sans fin.*

**Fig. F.** **C** Et instrument est composé de différentes pièces de cuivre, d'argent ou d'autre matière; les pièces F G H étant jointes ensemble font environ 5 pouces de long; sa grosseur est à peu près de 3 lignes de diamètre. Le milieu marqué F porte la plume, qui doit être fendue & bien taillée, & ajustée sur un petit tuyau taraudé à vis en dedans, lequel est soudé à un autre petit tuyau, de la grosseur juste du dedans du couvercle G, dans lequel est soudée une vis qui sert à monter ledit couvercle, & en entrant dans la plume, boucher un petit trou qui est à l'endroit marqué I, pour empêcher que l'encre ne sorte. A l'autre bout du corps F il y a un petit tuyau taraudé à vis en dedans & en dehors. Celle de dehors sert à monter le couvercle marqué H, dans lequel entre un petit porte-crayon qui se monte à vis au dedans du petit tuyau, dont nous venons de parler, & qui sert à boucher l'ouverture du colet, qui est l'endroit par où l'on fait entrer l'encre dans le corps F, par le moyen d'un petit entonnoir.

Pour se servir de ladite plume, il faut démonter le couvercle G, & un peu secouer la plume, après quoi l'encre sort doucement à mesure qu'on écrit. Il faut remarquer que l'autre côté doit être bouché du porte-crayon, car autrement la colonne d'air peseroit sur l'encre, & la feroit sortir toute à la fois. Aux deux bouts sont soudés deux cachets, pour y graver un chiffre & des armes. La construction de cette machine est à peu près comme le porte-crayon dont je viens de parler.



A

A. Testo descrittivo e disegno de la plume sans fin, dal *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique* di Nicholas Bion.

B. Tavole dell'Encyclopédie di Diderot e D'Alambert.

C. Copertina del *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique* di Nicholas Bion.

B



STORIA

O

T

M

P

I

61

TRAITÉ  
DE LA  
CONSTRUCTION  
ET DES PRINCIPAUX  
USAGES 21.146  
DES  
INSTRUMENTS  
DE MATHÉMATIQUE.

Avec les Figures nécessaires pour l'intelligence de ce Traité.

DEDIÉ AU ROY.

QUATRIÈME ÉDITION,

Revue, corrigée & augmentée par LE S<sup>r</sup> N. BION, Ingénieur du Roy pour les Instruments de Mathématique, Quai de l'Horloge du Palais, où l'on trouve tous ces Instruments dans leur perfection.



A PARIS,

Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, Libraire du Roy pour l'Artillerie & le Génie, Rue Dauphine, à l'Image Notre-Dame,  
&  
NION Fils, Quay des Auguftins, près la rue Gille-Cœur, à l'Occafion.

M. D C C. L I I.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROY.

Nicolas Bion (1652-1733)

Fu costruttore e artefice di strumenti di misura ottici, matematici, astronomici, nautici e topografici – oltre che mercante di globi e di sfere armillari – ricevette da Luigi XIV il titolo di *Ingénieur du Roi pour les instruments des mathématique*.

Aveva il laboratorio a Parigi; nei suoi libri figura l'indirizzo, prima come *Quai de l'Horloge à l'enseigne du Soleil d'or*, poi come *Au Quart de cercle*, (Gaur 1994).

C

## Dalla piuma all'acciaio

Dal XVIII sec. la penna d'oca era il riferimento da cui prendevano avvio le invenzioni di nuovi strumenti di scrittura; l'idea di una penna in metallo era entrata nella volontà comune, ma il passaggio dalla penna d'oca all'acciaio non fu immediato e lungo questo percorso evolutivo si sperimentò in vario modo su molti altri materiali.

Si realizzarono penne in tartaruga con incastonati pennini in diamante o rubini, o penne in osso con pennini in oro, ma non erano di certo soluzioni che potevano essere diffuse o adottate per una produzione su larga scala. Un passaggio interessante fu quello tentato dai vetrai che cercarono di sostituire alle piume gli strumenti in vetro; il pennino in vetro in effetti tratteneva l'inchiostro e manteneva un buon tratto nella scrittura ma si rompeva, così solo quando i vetrai di Turinga riuscirono a migliorarne la durezza cominciò ad aver successo commerciale e sostituì per un periodo le penne d'oca.

Nel XX sec. nacquero anche dei pennini in vetro separati dal corpo della penna che poteva essere in altro materiale.

62

A. Riproduzione contemporanea di una penna in vetro.

A

B. Pennino moderno in vetro.

C. Uno tra i primi tentativi di stilografica portatile: il corpo è contenitore del pennino e degli inchiostri.

D. Stilografica Soennecken in oro con matita.

B





C



D

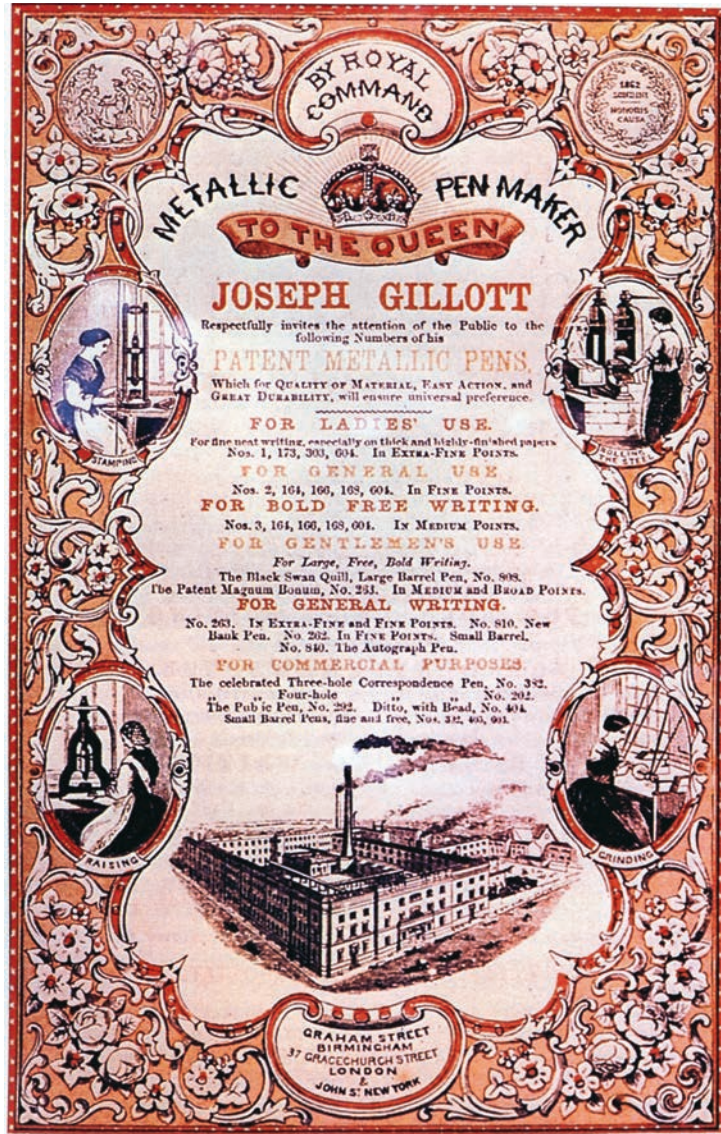
Fu solo quando si pensò all'uso del metallo che iniziò una vera svolta nella produzione delle penne. L'acciaio divenne la scelta migliore per un compromesso tra qualità, affine alla flessibilità della penna d'oca, migliore durata e vantaggio economico.

Tra gli strumenti più noti vi è il progetto di Sheller di Leipizig che nel 1780 realizzò uno strumento di corno e bronzo, sempre in linea con la ricerca di soluzioni per un oggetto portatile che fosse possibile riporre nel taschino e che avesse un autonoma riserva di inchiostro (Rainero 1992).

Le invenzioni in quel tempo furono diverse ed è anche difficile avere certezze o poter determinare classifiche: Arnoux nel 1750, meccanico francese, costruì delle penne metalliche; Samuel Harrison, inglese, nel 1780 ha costruito una penna d'acciaio per il Dr. Priestly; Peregrine Williamson, nativo di New York, costruì penne d'acciaio nel 1800 mentre era impegnato come gioielliere nella città di Baltimora e sempre lui nel 1809 ricevette il primo brevetto americano per una penna.

È stato Joseph Gillott nel 1822, coltellinaio di Sheffield, ad introdurre delle novità sulla fabbricazione delle penne in acciaio. Prima di lui la fabbricazione di queste penne e dei pennini avveniva soprattutto per lavorazioni meccaniche, come i tagli con cesoie e finiture per mezzo di lime. Gillot introdusse la lavorazione a stampaggio, cosa che gli permise oltretutto l'inserimento di un marchio di fabbricazione sulle penne e migliorò inoltre le fasi di lavorazione sul metallo, dalla preparazione alle finiture. Spese inoltre una particolare attenzione nel trovare una buona flessibilità del pennino, con lavorazioni sul profilo, sui tagli e sullo spessore della lamina, affinché fosse più simile a quello d'oca.





A. Manifesto pubblicitario delle fabbriche di Joseph Gillot.

B. Rappresentazione grafica d'epoca dei pennini prodotti da J.Gillot.

C. Disegno del pennino *Donkin*. Il pennino è realizzato in due parti (C) e (D) che vengono inserite in una cannucchia (A) in modo che formino un angolo (B). In alternativa il pennino è un pezzo unico (F) che forzato nel portapennino (E) acquista la corretta curvatura.

D. Riproduzione del primo brevetto inglese di Folsh 1809.

*Joseph Gillott's*  
*Steel Pens*

While Zanerian pens are the best that can be had for the work they are intended to execute, we also care in such the leading makes of other pens. No matter what pen you desire, get our price. Special rates on quantities.

Gillott's Tit Quill. A recent invention of Mr. Gillott. Has a point nearly as fine as No. 1000. But writes either up and down, or in any direction with equal facility.  
1 pen, 20c; holder for this pen, 15c.

Gillott's No. 290. A small lithographic and drawing pen; has a very fine point. A pen much used by pen artists. Used by grooms in reouching and in small writing, especially copper-plate script.  
1 dozen, 80c; 5 dozen, 50c; 3 pens, 30c.  
A holder for this pen, 15c.

No. 291 Mapping Pen. Superior drawing point, mapping, drawing and engraving pen, exquisite point.  
1 dozen, 80c; 6 pens, 50c; 3 pens, 30c.

Gillott's No. 303. A pen used largely for drawing purposes. A good pen for preparing writing for photo-engraving. For copper-plate script and reouching.  
1 gross, 52.00; 1/2 gross, 60c; 1 dozen, 25c.

Gillott's No. 659 Crow Quill. Very fine point, used for drawing.  
1 dozen, 80c; 6 pens, 50c; 3 pens, 30c.  
A holder for this pen, 15c.

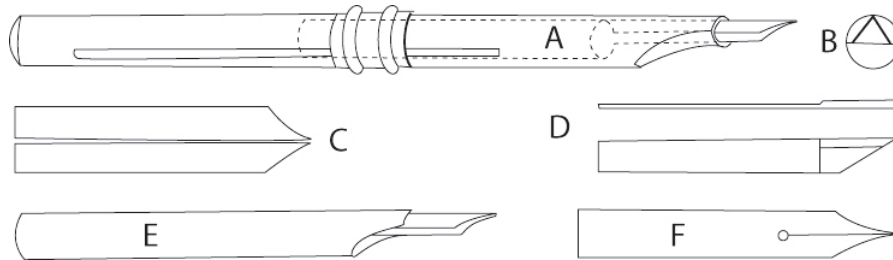
No. 907 Oblique Pen. Fine point, medium flexibility.  
1 gross, 52.00; 1/2 gross, 60c; 1 dozen, 25c.

Gillott's No. 1000. Regarded as the finest pointed pen made.  
1 pen, 20c; holder for this pen, 15c.

A

B

Sir. Josiah Mason è un altro personaggio dell'industria inglese: un industriale esperto e innovatore nella lavorazione dei metalli che si interessò alla produzione di penne e produsse alcune tra le prime penne in acciaio. Suo il brevetto della penna inglese Donkin.



c

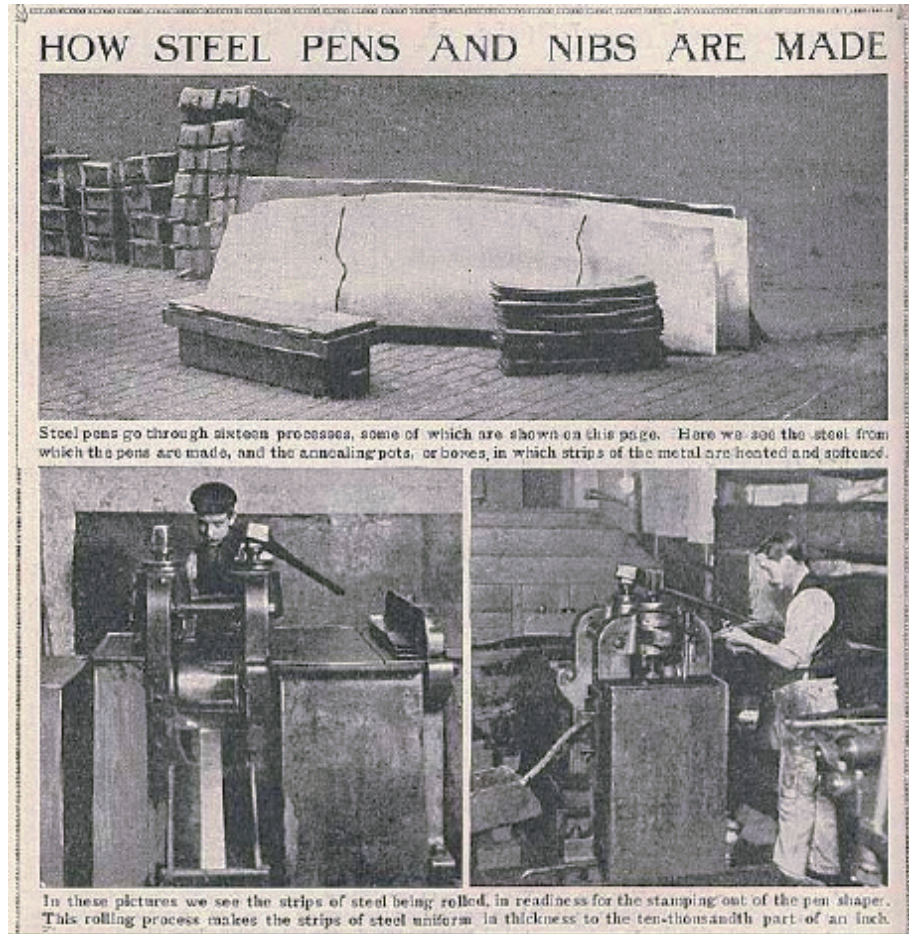
Sir J. Mason lavorò e conobbe Bartolomeo Fölsch e William Howard che realizzavano penne con diversi materiali; poco dopo B. Fölsch nel 1809 ottenne il primo brevetto a suo nome per una penna stilografica a sistema di ricarica nella parte superiore del fusto.

Per avere un'idea dell'importanza assunta da questi oggetti di scrittura nelle produzioni industriali inglesi, basta pensare che nel 1849 a Birmingham esistevano dodici fabbriche di penne con circa 2000 persone impiegate tra uomini, donne e ragazze.

1866 following returns of the trade were made by the manufacturers: Number of makers, 12; men employed, 360; women and girls, 2050; horse-power, 330; number of pens produced weekly, 2050; 98000 gross; quantity of steel used weekly, 9 to 10 tons (Barnett 1970, para. 205).

D





A

È interessante leggere una delle descrizioni che documenta il metodo di produzione adottato nelle fabbriche di Sheffield:

The steel of which the pens are made comes from Sheffield, and is in sheets 6 feet long and 1 foot 5 inches wide. It is first cut into strips of convenient width; next it is annealed and rolled to the requisite thickness, when it is found to have trebled its original length and to have acquired a bright surface from the action of the rollers (Barnett 1970, para. 204).

Nel 1818 Charles Watt brevettò il primo rivestimento in oro dell'aculeo nella penna d'oca.

L'anno successivo, 1819, John Scheffer ottenne un brevetto per una penna metà d'oca e metà in metallo, con la quale fece un primo tentativo di produzione di massa. Nel 1823 Hawkins e Mordan costruirono dei pennini in corno e guscio di tartaruga, poi inseriti in penne di volatili.

A. Un articolo di giornale del 1899 *How steel pens and nibs are made* che riproduce e descrive la produzione dei pennini per penne stilografiche. Le foto nell'articolo sono di William Mitchell, Ltd.

B. Riproduzione del modello di John Sheffer del 1819. Se si osserva con attenzione si noterà la trasparenza del pennino d'oca.



B

Era un susseguirsi di miglioramenti: per rendere più duro il troppo morbido guscio di tartaruga si aggiungevano punte in diamante o rubini o si costruivano penne d'oro con punte in rubino. Si indagavano anche differenti modi di utilizzo o di rapporto con il nuovo strumento: esiste ad esempio un brevetto di Mordan per una penna obliqua (nel taglio del pennino) nata dall'esigenza di trovare una corretta o migliore posizione del pennino rispetto alla mano, una tipologia tutt'oggi in commercio. Nel 1825 vennero realizzate le prime penne d'oro con la punta del pennino in iridio (p. 238).

Nel 1827 George Pulton disegnò una penna realizzata da un cilindro metallico in cui all'interno un peso esercitava la pressione necessaria a far fuoriuscire l'inchiostro. Sempre nello stesso anno,

il governo francese consentì il brevetto di uno strumento di scrittura, a seguito dell'invenzione da parte di un giovane rumeno, Petrache Poenaru, fisico ed ingegnere (1799-1875, cui si deve anche l'attuale bandiera rumena), che si trovava a Parigi per motivi di studio (Gusmano 2010, para. 7.3).

Nel 1830, l'inglese James Perry brevettò un ingegnoso sistema che rendeva flessibili i pennini metallici effettuando un foro alla fine della fessura della punta, oppure qualche taglio trasversale tra la fessura ed i margini esterni. In seguito all'invenzione del J. Perry, i pennini metallici si diffusero notevolmente, la scrittura diventò veloce e le grafie sottili; la punta piatta scomparve ed i pennini metallici divennero acuminati, tanto che questi sostituirono quasi del tutto la penna di volatile (Torelli 2007).

Fu un importante stravolgimento economico, dal momento che la produzione, la fabbricazione e la vendita delle penne d'oca era un'industria rilevante in Europa e tra i principali paesi produttori vi erano la Polonia, la Pomerania e la Lituania.

Nel 1830 l'Inghilterra importava ventiquattro milioni di penne d'oca e la Germania cinquanta milioni, la sola Banca d'Inghilterra ne utilizzava un milione e mezzo l'anno.



A

Sarebbe però un errore credere che il pennino fosse di semplicistica costruzione. Le fasi della sua lavorazione erano invece numerose e complesse. Si partiva generalmente da laminati di spessore variabile da 1 a 3 millimetri e su queste strisce si disegnavano i pezzi che venivano successivamente tranciati, sagomati, forati, stampigliati, incurvati, sgrassati. Alla punta veniva poi saldato un grano di iridio o di osmio-iridio (metalli particolarmente resistenti, ricordiamo il famoso brevetto “osmiroid”, [una lega metallica praticamente indistruttibile]), infine le punte stesse sono tagliate, rettificare, levigate, pulite e brillantate. Il pennino era così pronto per il commercio, ma qualcosa mancava (Pennestilografiche n.d. “pennini”).

La fabbricazione dei pennini si diffuse con buoni prodotti in ogni paese: in Inghilterra, con le marche J. Perry, Gillot, J. Mitchell, Brandauer, Hinks Wells; in Francia, Balanzy-Poure, J. B. Mallat, Baignol & Farjon, Contè; in Germania, Hintze, Blakertz, Soennecken, Brause, Hermann Müller, Leo, Kantel ed altre minori.

In Italia si iniziò a produrre pennini negli anni '20; come in altri anche questo settore fu spinto da una politica di autonomia nazionale.

Tra i produttori più noti ricordiamo Legnani, Presbitero e Ruspi oltre a Locati e Fiore. Erano strumenti diffusi, soprattutto perché sostenuti dalla propaganda politica dell'uso di prodotti nazionali.

A. Rappresentazione di un momento di lavoro in una delle fabbriche di Birmingham.

B. Disegno di uno dei primi pennini obliqui.



B

I produttori si proponevano al mercato con marche differenti: per la Ruspi, Astoria, Cobaltea, Elettra, Trionfo, Sahar, Levis Kantel; per Presbiterio, Tre Venezie, Cucharita, Lazio, Torre, Lot, Lanciere, Carroccio; per Legnani, Freccia d'oro, Gloria, Littorina, Serpentina, Caporal, Impero, Lus; marchi prodotti da più ditte erano Parlamento, Gobbina, Cavallotti, Lombarda ed altri ancora, ulteriori fabbriche realizzavano Pastori, Pinocchio, Ursus, Mediolanum, Vertua. Nel 1831 John Jacob Parker (da non scambiare con il più noto George S. Parker) riceve il primo brevetto per una penna stilografica con serbatoio ad auto ricarica. La penna di J. J. Parker veniva così descritta:

facendo torsione sul condotto di ricarica, entrava in azione lo stantuffo che spingeva l'inchiostro dentro lo stretto canale verso il pennino. Quando lo stantuffo tornava indietro, la penna iniziava a ricaricarsi. Il tappo era saldato con un filo metallico ad anelli concentrici, per impedire che l'inchiostro uscisse durante il trasporto. Quando il tappo veniva inserito sulla penna, questo filo si trovava a stringere e chiudere all'altezza dell'alimentatore, tra il serbatoio ed il pennino. Purtroppo però il filo non era molto resistente ed era sufficiente una incrinatura per rendere la penna assolutamente inutilizzabile (Rainero 1992, p. 23).

La bibliografia inglese vuole invece attribuire ad un pastore di New England, Rev. Newell Anderson Prince, l'invenzione ed il brevetto il 25 dicembre del 1855 della prima penna stilografica chiamata Prince Protean Fountain Pen o penna mutevole.

Del resto furono numerosi gli articoli giornalistici del tempo a corroborare l'importanza di questa invenzione. La Prince Protean Fountain Pen era costituita da una canna in argento lunga circa otto centimetri di lunghezza e con un diametro di quasi un centimetro. In un lato del fusto era presente un'apertura dove era posto un tubo di gomma flessibile e la pressione di una molla in acciaio permetteva di regolare il flusso di inchiostro (Kamakura Pen Articles 2005).

La penna scriveva per mezzo del movimento interno della lamina di acciaio posta a contatto con il serbatoio: questa lamina captava i movimenti del pennino e li trasmetteva al serbatoio, permettendo così al flusso di inchiostro di scendere fino alla punta.

Le penne stilografiche ebbero grande popolarità e diffusione dal 1850; da quegli anni vennero introdotti nuovi materiali, come l'ebanite utilizzata per il corpo della penna e si ricercarono soluzioni sempre migliori nella scrittura e nel metodo di applicazione di una punta in iridio al pennino d'oro (p. 238).

70



A

B



# PRINCE'S IMPROVED PROTEAN FOUNTAIN PEN,

Patented in the United States January 23d, and December 25th, 1855.  
And ALSO BY GREAT BRITAIN, IRELAND, ILLINOIS, AND OF THE CONTINENT.  
BOTH FOUNTAIN AND PEN PATENTED BY THE ABOVE NAMED COUNTRIES.



PEN, PEN HOLDER AND INKSTAND COMBINED.

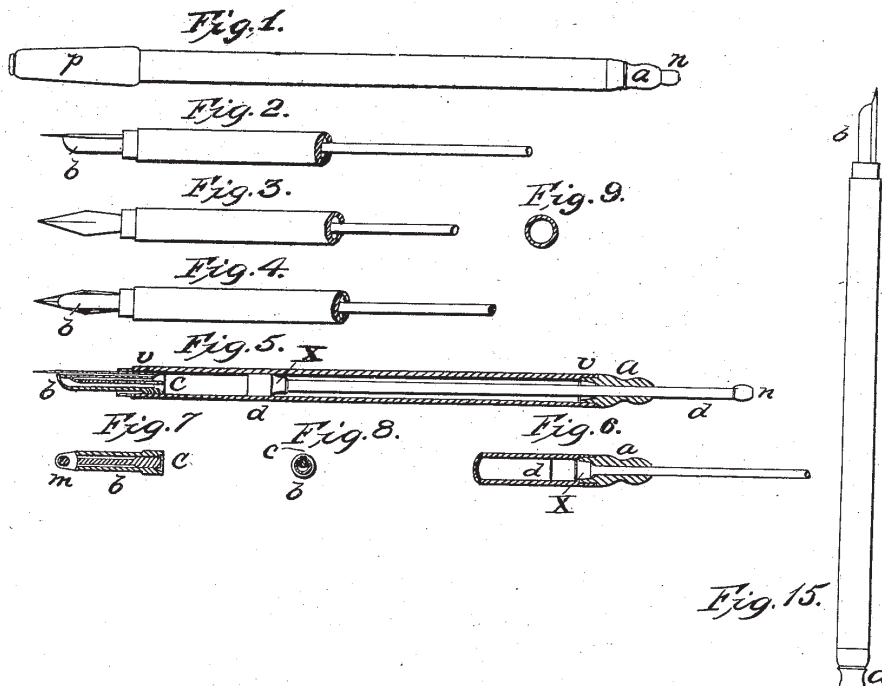
ONE THIRD THE TIME SAVED IN USING THIS PEN.

C

N. A. PRINCE,  
FOUNTAIN PEN.

No. 12,301.

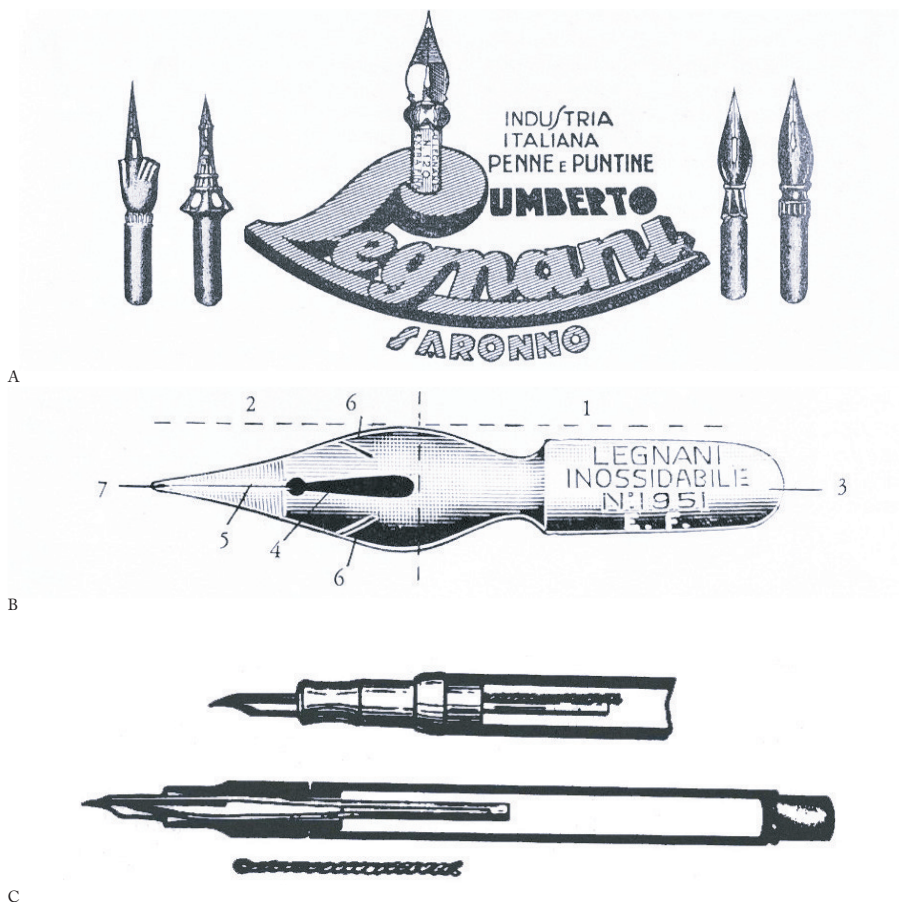
PATENTED JAN. 23, 1855.



- A. Contenitori originali di pennini: a sinistra Perry & Co, a destra Georg Kantel.
- B. Rappresentazione di alcune tipologie di pennini proposti dalla Soennecken.
- C. Pubblicità per la Protean Fountain Pen.
- D. Brevetto n. 12301 della Protean Fountain Pen del 23 gennaio 1855.

D





A. Rappresentazione pubblicitaria dei pennini Legnani.

B. Descrizione del pennino Legnani:

1) collo o corpo: è la parte posteriore, quella che comprende la base; su di essa sono normalmente incisi i dati caratteristici del pennino: tipo, marca, nome del fabbricante.

2) becco: la parte anteriore, che comprende la punta.

3) base; l'attaccatura da inserire nella cannuccia.

4) foro: in alcuni tipi il foro può mancare.

C. Modello di penna con intreccio di fili per la gestione del flusso d'inchiostro.

D. Poster pubblicitario Soenneken, Leipzig.

Un'altra invenzione, che anticipava il principio fisico utilizzato oggi nei pennarelli, è stata fatta da Robert Shaw, il quale nel 1883 brevettò una penna che sfruttava l'effetto capillare prodotto dall'intreccio di crini e fibre attorcigliate che confluivano nella punta; questo sistema permetteva di scrivere con un flusso costante di inchiostro.

In questo percorso, possiamo capire che il XIX secolo fu un periodo di molteplici invenzioni ma nonostante questo non era stata ancora raggiunta una qualità soddisfacente negli strumenti di scrittura ed in particolare nelle penne stilografiche. I problemi venivano spesso risolti empiricamente lasciando al caso la risoluzione di importanti dettagli, come la conduzione del liquido (china) dal pennino al serbatoio, i problemi di capillarità, la stessa composizione dell'inchiostro o l'influenza che potevano avere le temperature esterne o la forza di gravità sul funzionamento di uno strumento solo apparentemente semplice.

— Zwei Königlich Preussische Staatspreise für gewerbliche Leistungen —

# F. SOENNECKEN \* BONN

Schreibwaren- u. Schreibmöbel-Fabrik



Fabrik-Mark



Fabrik-Mark

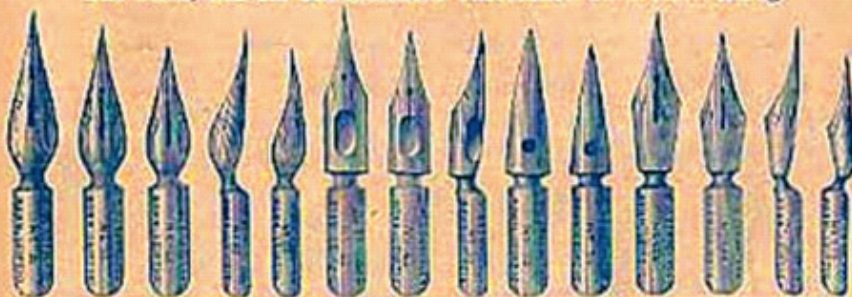


Zweiggeschäfte:

BERLIN W, Taubenstr. 16—18 \* LEIPZIG, Sternwartenstr. 46

## SOENNECKEN'S SCHREIBFEDERN

Das Beste, was die Schreibfedern-Fabrikation zu leisten vermag



Nr 11	12	13	22	33	42	43	53	72	73	151	152	162	173
11w	12w	13w											
10r 300	250	225	250	225	225	200	200	250	225	300	250	250	225 1/2
85	70	65	70	65	65	60	60	70	65	85	70	70	65

Welche Feder paßt für meine Hand am besten?

<p>Man wähle nach nebenstehendem Plane</p>	<p>Stelle Federhaltung</p>	<p>Schräge Federhaltung</p>	<p>Jede Nummer in EF- und M-Spitze</p>
	<p>Dünne Schrift Mittelstarke Schrift Dicke Schrift</p> <p>Auswahl Nr 1 " 2 " 3</p>	<p>Dünne Schrift Mittelstarke Schrift Dicke Schrift</p> <p>Auswahl Nr 4 " 5 " 6</p>	

Jede Auswahl (30 Pf) enthält 1 Federnsteller und 15 Federn, die alle für die betreffende Schreibgewohnheit berechnet sind. Man wird darunter ohne Mühe eine passende Feder finden.

Formung und Güte der Soennecken'schen Schreibfedern sind unübertroffen

Ausführliche Preislisten mit Abbildungen auf Wunsch kostenfrei



## Waterman tra storia e leggenda

Se è vero che per ogni importante passaggio creativo o invenzione nella storia, si vuole avere una leggenda o una storiella che possa fermare alla memoria o citare in maniera fantasiosa quel momento, la penna non si è di certo esentata da questa necessità e per questo è riconosciuto e accreditato come verosimile il racconto riportato di seguito.

Lewis Edson Waterman, assicuratore di New York, infuriatosi per aver perduto un contratto a causa della perdita di inchiostro della sua stilografica, mise in campo tutta la sua creatività per risolvere questo inconveniente assai frequente a quei tempi.

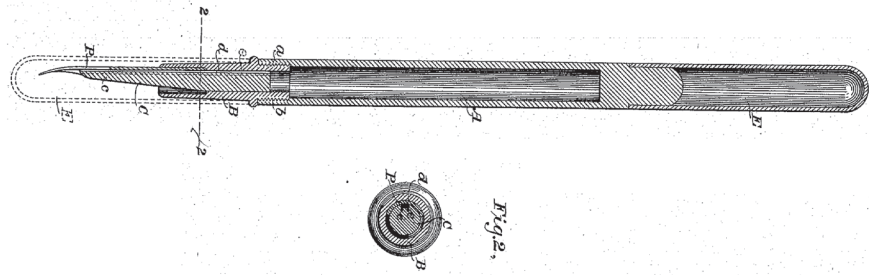


A

Il 12 febbraio 1884 L. E. Waterman inventò e brevettò un particolare alimentatore il cui principio di funzionamento è ancora oggi utilizzato: l'inchiostro affluiva alla penna per capillarità direttamente dal fusto al pennino dove, per migliorarne il flusso e il controllo del liquido, Waterman aggiunse un foro come presa d'aria e realizzò tre scanalature all'interno del meccanismo di alimentazione.

Il corpo del primo prototipo pare sia stato realizzato dal raggio di una ruota di automobile; era il tempo in cui le ruote o le parti strutturali delle automobili – come la Ford T – venivano realizzate in legno.

A. Ritratto di Waterman,  
L.E., N.Y. 1837-1901.



A

B



A. Brevetto di Waterman, L.E., n. 293545 del 12 Febbraio 1884.

B. Fase di produzione nella catena di montaggio della Ford T, 1913.

C. Waterman Building, 73 to 177 Broadway Avenue at Courtlandt Street in Manhattan, New York, 1906.

D. Brevetto *Safety Pen* di Peck, E.G. & O'Meara, F., n. 523234 del 17 Luglio 1894.

E. Modello Patrician Waterman del 1929 nella versione blu marmorizzata.



c

Con questa invenzione Waterman iniziò la sua carriera vendendo stilografiche dietro un negozio di sigari: erano le sue prime penne, fatte a mano e garantite per cinque anni. Successivamente fondò la Waterman's Ideal Fountain Pen, con cui divenne il maggior produttore di penne stilografiche del tempo. È l'inizio di una nuova epoca che vede la nascita di numerose aziende, molte delle quali oggi ancora esistenti.

La Waterman era tra le aziende d'avanguardia per la produzione di stilografiche del tempo e debuttò già nel 1907 con modelli definiti *Safety*, ovvero con un meccanismo di sicurezza che permetteva al pennino di essere accolto all'interno del corpo della penna. Si trattava di un brevetto di E.G. Peack and F. O'Meara del 1894 la cui scadenza nel 1911 permise ad una serie di produttori tra cui Waterman e C. Brown (del marchio Caw), di acquisirne i diritti. Fu un periodo in cui le applicazioni tecniche si andavano sempre più affinando, dove cresceva l'attenzione e lo studio verso nuovi sistemi di ricarica o di sicurezza, per scongiurare incidenti con l'inchiostro o con il delicato pennino.

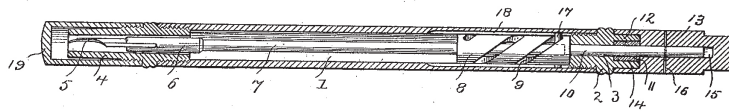
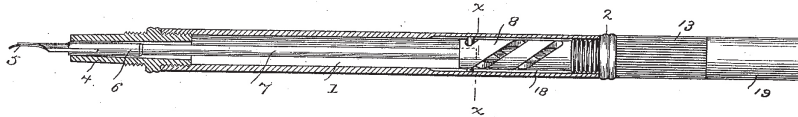
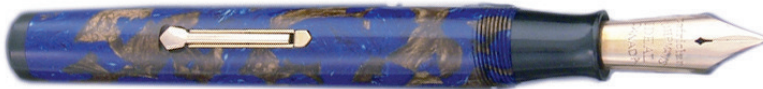


Fig. 2.



D



E

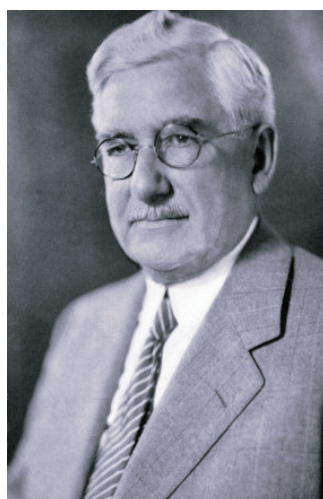


A

Tra i modelli più importanti della Waterman ricordiamo appunto la Safety del 1907, poi la Ripple del 1923 realizzata in ebanite e la Patrician del 1929. Quest'ultima fu un modello di grande successo negli Stati Uniti, un successo dovuto al suo stile Decò in opposizione allo sterile modernismo del tempo ed apprezzata anche per essere realizzata con la celluloide; un nuovo materiale dalle buone qualità fisiche ma soprattutto dalle numerose variazioni in cromatismi prima non possibili con l'ebanite.

Nel 1889 George Safford Parker ottenne il primo brevetto (n. 416944) con

B



una penna costruita sulla base delle esperienze avute nella fabbrica di John Holland Fountain Pens.

G. S. Parker era un insegnante di telegrafia che lavorava saltuariamente come rappresentante di penne e per questo motivo era spesso tenuto a ripararle, un'esperienza che gli consentì di capirne il funzionamento e migliorarne la tecnologia, soprattutto nell'afflusso di inchiostro verso il pennino.

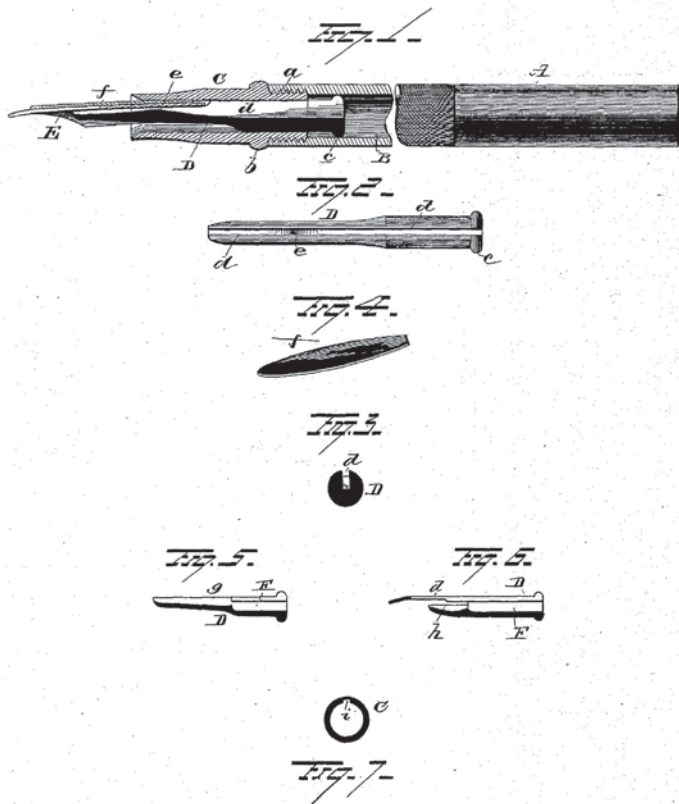
Nei primi del 1900 le stilografiche cominciarono a diffondersi e ad assumere un certo valore di status; venivano esibite ed ammirate e questo era favorito anche da accorgimenti inizialmente

(No Model.)

G. S. PARKER.  
FOUNTAIN PEN.

No. 416,944.

Patented Dec. 10, 1889.



Witnesses

*G. Nottingham*  
*G. J. Downing*

Inventor  
George S. Parker.

By *his* Attorney  
*H. A. Szymon*

H. PETERS, Photo-Lithographer, Washington, D. C.

A. Manifesti pubblicitari della Waterman, da sinistra il primo realizzato in Italia, il secondo in Francia.

B. Ritratto di George Safford Parker.

C. Brevetto del modello Parker n. 416944 del 10 dicembre 1889





A



B

ignorati quali ad esempio la clip di aggancio, che nacque come superamento della catenella inizialmente utilizzata come soluzione presa in prestito al modo d'uso dell'orologio da taschino.

Del resto era uno strumento nuovo o meglio con il quale si avviava un nuovo approccio, un diverso modo d'uso, bisognava ancora scoprirlo ed inventarne nuove modalità d'utilizzo.

Le aziende si susseguirono ed ognuna di esse si sforzava nel portare cambiamenti e miglioramenti; come Roy Coklin che nel 1897 inventò un nuovo sistema per il caricamento automatico attraverso un serbatoio in gomma che veniva compresso da un pulsante a mezzaluna uscente dal corpo della penna. O anche la Wahl Adding Machine Company che, dopo un inizio nella produzione di portamine, realizzò alcune tra le più prestigiose stilografiche del tempo; per questo l'azienda fu acquistata dalla Parker nel 1957 ma si sciolse nel 1962.

Nel 1908 Walter A. Sheaffer ideò un nuovo sistema di caricamento: un serbatoio di gomma che, compresso da una levetta, permetteva un riempimento veloce ed elegante della stilografica.

A. Dettaglio di foto di un modello con anello porta catenella, Montblanc Baby Safety 1926.

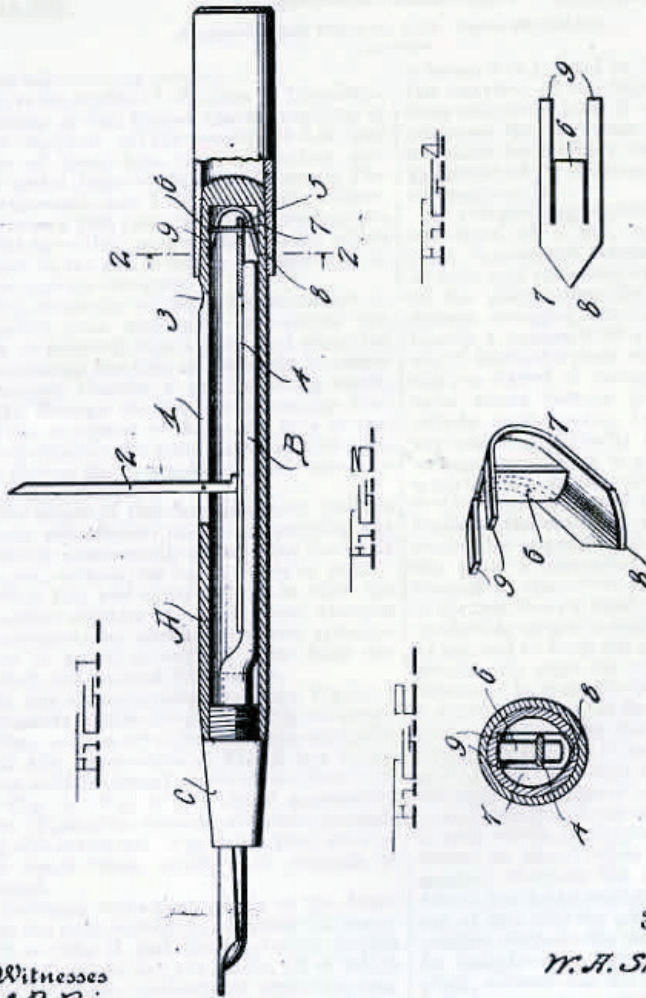
B. Modello Conklin Pen e Co, modello Crescent Filler in ebanite nera, del 1930.

C. Disegno W. A. Sheaffer del 25 Agosto 1908. Il modello venne poi migliorato e brevettato nel Dicembre del 1912 contestualmente alla fondazione ufficiale dell'azienda.

W. A. SHEAFFER.  
FOUNTAIN PEN ATTACHMENT.  
APPLICATION FILED MAR. 21, 1912

1,046,660.

Patented Dec. 10, 1912.



Witnesses  
J. P. Pierce  
S. M. Wood,

Inventor  
W. A. Sheaffer,

By *H. B. Wilson & Co.*  
Attorneys



A



B

Grazie a questa invenzione nel 1912 nacque una nuova azienda, la Sheaffer Pen Company, che nel 1923 iniziò la produzione di penne con un nuovo materiale, la piralina; un tipo di celluloido che obbligò presto i concorrenti a trovare modelli simili e mantenne un primato di successi fino agli anni '40.

Nel 1954 la Waterman entrò in crisi e dovette cedere il proprio marchio, lasciando sul mercato solo la Parker e la Sheaffer.

Quell'anno nacque la prima stilografica a cartucce. I materiali utilizzati per i serbatoi erano allora tra i più differenti; esistono testimonianze di serbatoi anche in vescica animale ed in caucciù. Oltretutto i nuovi inchiostri utilizzati creavano problemi di corrosione e per questo fu necessario ricercare un nuovo materiale. I primi tentativi furono fatti utilizzando il vetro soffiato, che erano certo resistenti alla corrosione degli inchiostri, ma fragili. L'alternativa fu trovata adottando la lucite (PMMA), un materiale che in quel tempo veniva utilizzato per la costruzione delle calotte dei bombardieri.

Nei primi decenni del 1900 si fece strada un'altra azienda, la Wall Eversharp, che sviluppò una gamma di modelli interessanti; il più famoso fu il modello Doric, con un pennino regolabile in nove modi tra larghezza e flessibilità. È il tempo in cui l'attenzione per questi strumenti cresce e le stilografiche iniziano ad essere oggetti da mostrare.

Con il modello Parker 51 nato nel 1939-41 si aprì una nuova strada: l'accesso degli industrial designer al mondo delle penne. La Parker 51 venne disegnata da Laszlo Moholy-Nagy, esponente del Bauhaus, ed è una penna che diventerà un'icona per il design innovativo che la caratterizza e per le soluzioni tecniche adottate.

C



A. Promozione della Piralina o celluloido.

B. Waterman Glass cartridge fill, modello con cartuccia in vetro.

C. Laszlo Moholy-Nagy, Bácsborsód, 20 luglio 1895 – Chicago, 24 novembre 1946.

D. Foto di una Parker 51 smontata in tutte le sue parti.

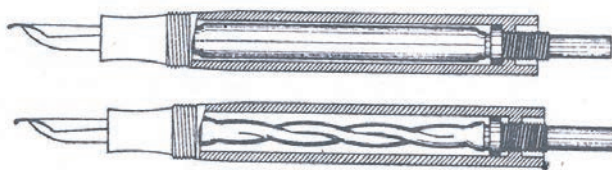


D



A

84



B

In realtà i primi modelli uscirono e vennero testati sul mercato del Sud America già dal 1939, motivo per il quale si hanno spesso date discordanti sulla nascita di questo modello.

Il numero 51 venne attribuito al modello solo successivamente ed in riferimento all'anniversario della fondazione della Parker (1888). Anche la Parker 51 fu tra i primi modelli ad utilizzare la lucite per i serbatoi.

Questo modello di penna è oggi caratterizzato dal pennino in oro corazzato, un accorgimento che non nacque subito, ma che venne introdotto dopo i primi anni e nei modelli successivi.

Nato dopo l'altrettanto famoso modello Vacumatic (1933), il modello 51 ne adottò inizialmente lo stesso sistema di caricamento – un diaframma in gomma azionato da un meccanismo di rotazione – e come il precedente conteneva una riserva d'inchiostro notevole per quel tempo, un sistema che verrà poi sostituito e migliorato. I modelli precedenti della Parker segnarono importanti passaggi evolutivi sia formali che per le soluzioni tecniche adottate. Tra i primi ricordiamo il modello Lucky Curve 1905, sviluppato con una tecnologia introdotta da Parker già dal 1894, nato dalla ricerca di soluzioni al problema della fuoriuscita accidentale d'inchiostro dalle penne, un inconveniente inizialmente risolto con accorgimenti ermetici sul cappuccio di chiusura.

A. Modello di Parker 51.

B. Esempio di caricamento per torsione delle cartuccia.

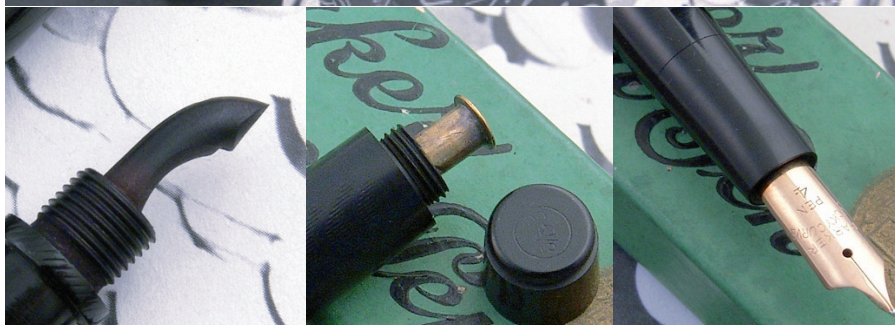
C. Modello di Lucky Curve.

D. Estratto dal disegno di brevetto della Lucky Curve.

O  
T

M

P



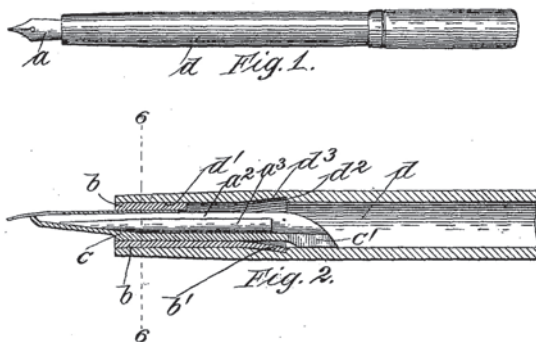
C

No. 622,256.

Patented Apr. 4, 1899.

G. S. PARKER.  
 FOUNTAIN PEN.  
 (Application filed Mar. 7, 1898.)

(No Model.)



D



A



B

L'elemento ricurvo interno della Lucky Curve evitava il gocciolamento in apertura della penna, determinando un'azione capillare che dosava la fuoriuscita dell'inchiostro nella scrittura. Seppur anche in seguito la Parker si distinse per la ricerca di soluzioni innovative negli strumenti e per l'introduzione di nuovi modelli, gli anni di gestione con G.S. Parker (1836-1937) furono di certo tra i più interessanti dell'azienda.

Nel 1906 nacque ad Edimburgo ad opera di alcuni soci appassionati un'azienda che realizzava penne costruite in ebanite ed assemblate con pennini americani; quella azienda nel 1911 prese il nome di Montblanc, nome ispirato alla omonima montagna.

I primi modelli costruiti dall'azienda erano in ebanite nera e rossa e l'obiettivo dell'azienda era la qualità che doveva essere un segno distintivo come l'altezza del Monte Bianco, rappresentato nel marchio con una stella.

L'azienda propose diversi modelli e fasce di prezzo; note sono le Meisterstück, modelli ritenuti capolavori, ancora oggi di grande successo.

La Pelikan, azienda tedesca già nota per ottimi prodotti di cancelleria, decise di produrre una stilografica che fosse perfetta per le tecnologie di quel tempo, un traguardo a cui ogni azienda mirava.



C

**Pelikan**  
ein selbstfüllender  
sicherer Halter,  
durchsichtig mit  
großem Tintenraum,  
nie klecksend, stets  
schreibfertig —  
ein technisch voll-  
endetes,  
ein deutsches,  
ein wirtschaftliches  
Schreibgerät.

1 Großer durchsichtiger  
Tintenraum.  
2 Selbstfüller ohne Gummi-  
schlauch.  
3 Eine Drehung — und  
schreibfertig.  
4 Kein Anstoßen. — Luft-  
dichter Verschluss.

Vor-Übige hat:  
**Hugo Bonsack Nachf.  
KOBURG**  
Steingasse 10

EF  
F  
M  
B  
BB  
O  
OB  
K  
D

GÜNTHER WAGNER, HANNOVER UND WIEN

15

No. 997



D



- A. Montblanc dettaglio serie Rouge et Noir.
- B. Montblanc modello Meisterstück L139 del 1939-51.
- C. Pelikan Modello 100 in una rara versione del 1931.
- D. Manifesti pubblicitari della Pelikan: a sinistra quello del 1929, a destra del 1952, opera di Herbert Leupin, Swiss, 1916-1999.
- E. Fasi di evoluzione storica del marchio Pelikan, il grafico Emil Werner Baule è l'autore del secondo da sinistra, seguono altri di Otto Werner Hermann Hadank. Come può vedersi dalle date, lo studio del logotipo non è sempre stato contemporaneo all'evoluzione del simbolo grafico, in blu l'attuale marchio.

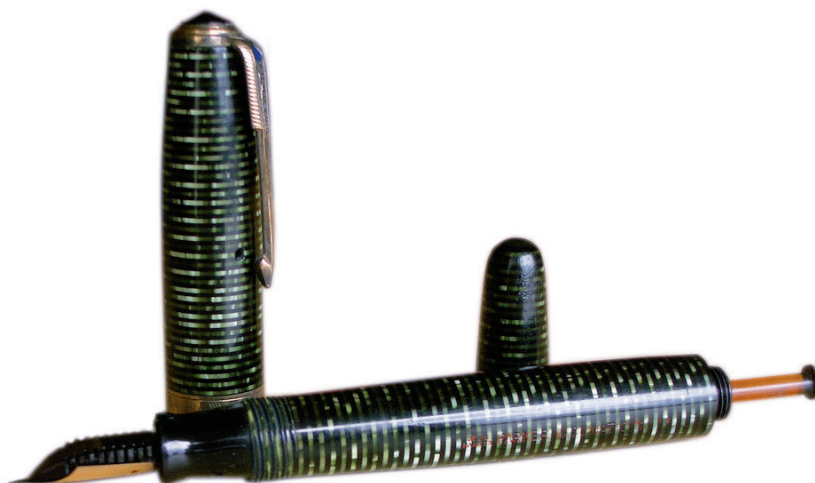


Nel 1929 costruì una stilografica misurata con precisione al centesimo e nacque così il Modello 100 dal riconoscibile colore verde nero marmorizzato, poi realizzata, nella variante blu e di seguito in altri colori.

Si potrebbero annoverare molte altre aziende importanti, la cui letteratura è facilmente ritrovabile in testi dedicati o testi per collezionisti; ricordiamo alcuni nomi come la Soennecken, l'Onoto, la Swan, la Conway Stewart e la Mallat.

Anche in Italia si verificò uno sviluppo del settore delle stilografiche, seppur questo avvenne con un ritardo di circa un ventennio rispetto agli Stati Uniti, alla Germania e all'Inghilterra.

Nei primi anni del 900 nascono le prime aziende di penne italiane (Montegrappa 1912; Tibaldi 1916; Aurora 1919,...), in un momento in cui le penne di maggior successo erano le Waterman o le Montblanc ed il cui riferimento non poteva che essere obbligato. Per lo stesso motivo i modelli italiani furono visti come imitazione dei più famosi e largamente importati modelli stranieri. Una condizione che comunque favorì le aziende italiane nel poter iniziare da un livello di conoscenze tecniche già sperimentato da altri e così da subito si concentrarono sui rivestimenti e sulle finiture, con un'attenzione all'estetica che divenne segno distintivo di molti prodotti. Gli anni '30 furono però caratterizzati dal nazionalismo indotto dalla politica; si puntava a ridurre le importazioni esterne e anche in Italia si avviò la sperimentazione di nuovi materiali ed un maggiore studio sulla tecnologia degli strumenti. Il mercato internazionale veniva comunque diretto dai modelli stranieri, tra cui la Patrician 1929, la Doric 1931 e la Vacuumatic 1933.



Tuttavia in Italia non mancò lo stimolo alla ricerca di nuovi modelli anche negli anni '40, quando le sanzioni imposte dal 1936 dalla Società delle Nazioni limitarono l'importazione di materie prime. Fu un evento che spinse la capacità creativa italiana a realizzare modelli anche più interessanti, sostituendo magari ai pennini d'oro quelli in acciaio o in vetro.

Lo stesso governo in quel tempo incentivava la ricerca nello sviluppo di nuovi materiali, surrogati utili a poter sopperire la mancanza di materie prime; nascevano così nuovi prodotti quali il Lanital dal latte od altri dagli zoccoli di bue o dal cartone.

Sarà il dopoguerra a favorire il successo di nuovi modelli, ancor più ricchi di cromatismi perché favoriti dalle sperimentazioni di texture sulla celluloido o dall'introduzione delle prime resine economiche.

Il panorama di produzione di strumenti di scrittura in Italia fiorì con il primo ventennio del 1900, con la nascita di numerose e differenziate realtà produttive e di seguito proviamo ricordarne alcune tra le più note.

L'Ancora fu fondata a Bologna nel 1920 da Giuseppe Zannini e produceva pezzi oggi rari da trovare; i primi dei quali, realizzati in ebanite nera, erano distinti dal marchio che riportava il disegno di un'ancora su fondo bianco; altri modelli erano invece caratterizzati dal pennino rientrante. Poi le più preziose indicate dalla sottomarca Rapid o ancora la linea Lusso, passando all'uso della celluloido colorata o dei pennini in lega di zanio, per sopperire alla carenza di oro.

Nel 1919 Isaia Levi fondò a Torino l'Aurora, ragione sociale Fabbrica Italiana Penne a Serbatoio, una delle aziende più innovative che maggiormente si distinse per autonomia, identità e con una modernità nell'utilizzo delle campagne di promozione senza eguali fin a quel tempo in Italia, con pubblicità disegnate da Biscaretti o dall'Aerostudio Borghi e spesso sostenute da un'iconografia fascista. L'inizio della produzione avvenne con modelli in ebanite nera con pennino sia rientrante che fisso.



A. Modello Parker  
Vacumatic Major, 1945.

B. Modello Doric del 1935  
in celluloido piumata  
blu. Interessante  
il meccanismo di  
regolazione sul pennino.



A



B

Da subito l'Aurora si distinse per un'attenta cura nell'estetica del prodotto, dapprima nelle limitate e possibili varianti dell'ebanite, dal nero al rosso, poi nei rivestimenti realizzati in ogni materiale prezioso o con l'introduzione di molteplici textures. L'azienda introdusse una numerosa gamma di prodotti distinti da sigle che ne identificavano le caratteristiche tecniche (R.A – Rientranti Aurora, F.A - Fisso Aurora, F.A.S – Fisso Aurora Semplice, ...).

L'Aurora ebbe un successo senza uguali tra le aziende italiane, tanto che certi modelli venivano venduti in alcuni paesi stranieri e fino in America Latina. L'azienda porterà anche dei miglioramenti alla tecnologia delle penne, ma il migliore riconoscimento lo otterrà sempre per le attenzioni stilistiche e con l'introduzione di alcuni pezzi realizzati da famosi designer.

Uno tra i più noti fu Etiopia, dichiarato come modello realizzato per la conquista dell'Abissinia del 1936 e pensato per essere utilizzato dai militari in guerra: una penna che poteva venire ricaricata con pastiglie d'inchiostro diluibili in acqua. In realtà questa interpretazione fu soltanto un'abile propaganda, utile solamente a promuovere il modello sull'onda degli entusiasmi fascisti.

Un altro modello da citare è Optima degli anni '40, che cavalcò l'innovazione, ricercata a quei tempi, della penna trasparente, coniugandola ad una sistema tecnico perfettamente funzionante. Utilizzava una ricarica a siringa inversa, con una capacità di inchiostro superiore ai modelli della stessa epoca; per comprendere la modernità dell'azienda basta ricordare che negli stessi anni negli Stati Uniti nasceva la Parker 51.

A. Aurora Etiopia, 1936.

B. Aurora Asterope, 1934.

C. Aurora 88 .

D. Aurora Duo-Cart, anni'60. Dalla sezione è visibile il meccanismo sonoro *ink-allarm* che permette di capire se la riserva d'inchiostro è ridotta all'ultima cartuccia. Funziona con cartucce sigillate da 1300 mm<sup>3</sup>.



C



D

Asterope del 1934 fu di sicuro uno dei modelli più complessi di Aurora: era realizzato da un tubo in celluloide senza cappuccio e il pennino fuorisciva con l'apertura a cerniera di uno sportellino in testa alla penna.

Alcuni modelli Aurora diverranno icone nel mondo della stilografica, tra questi ricordiamo la penna disegnata da Marcello Nizzoli nel 1947 nota come il modello 88.

Il modello 88 aveva un dichiarato richiamo alla Parker 51, anche per il pennino avvolto detto carenato, e divenne una penna di riferimento per tutti i modelli Aurora poi di seguito prodotti, almeno fino agli anni '60.

Un riferimento, quello del modello 88, che si mantenne anche per la Duocart



A



B

disegnata nel 1957 da Albe Steiner (1913-1974), una penna che poteva contenere una cartuccia di riserva al suo interno e che introduceva l'utilizzo del materiale Moplen, o polipropilene, da poco inventato alla Montecatini da Giulio Natta. Nel 1970 Marco Zanuso disegnava Hastil, oggi esposta al MoMA di New York, un modello con il quale rivoluzionò il design della penna rompendo il forte riferimento a schemi popolarmente riconosciuti di origine americana.

Erano gli anni di boom per le penne a sfera e le stilografiche subivano un calo di interessi; con Hastil (stilografica) e poi con Thesi (sfera) nel 1974, l'azienda Aurora vinse una sfida di vendite ed ebbe un successo sorprendente. Ci furono poi altri designer che collaborarono con l'azienda, come G. Giugiaro e G. M. Bodino.

Tra le altre aziende italiane ricordiamo la Nettuno del 1911 di Bologna, le cui principali produzioni erano in ebanite nera ed è considerata la più antica azienda italiana produttrice di penne. La Columbus, fondata a Milano dai fratelli Verga nel 1918, si distinguerà nel suo percorso per le produzioni in celluloide dai cromatismi più diversi, oltre che per i tentativi di innovazione dal punto di vista tecnico.

La Montegrappa, nata nel 1912 da Edwige Hoffman con Heinrich Helm, è un'azienda dalla storia travagliata ed interessante, che ancora oggi porta avanti importanti produzioni in celluloide ed in altri materiali preziosi, con l'attuale gestione della famiglia Aquila. La Montegrappa ebbe diverse produzioni di complemento spesso vendute con altri marchi; la più nota tra questi fu sicuramente quella commercializzata sotto il marchio Elmo (dal nome di Helm), caratterizzata da prodotti dal target più economico, ma in cui l'uso di materiali preziosi, seppure a integrazione, rimaneva presente.

A. Aurora Hastil.

B. Aurora Thesi.

C. Montegrappa Extra in  
celluloide, anni '30.

D. OMAS Extra del 1931.



C



D

A Bologna nel giugno del 1925 veniva fondata la OMAS – Officina Meccanica Armando Simoni – un’azienda che inizialmente fabbricava pezzi di ricambio per le penne estere e che si introdusse nel mercato con una prima produzione di modelli in ebanite nera, per poi proporre in celluloidi marmorizzati (1925-32), ora distintivi dell’azienda.

Le invenzioni dell’OMAS furono interessanti soprattutto per l’introduzione di una serie di modelli elaborati con funzioni complementari, come la Penna del Dottore del 1927 al cui interno alloggiava un termometro o il modello 361 del 1948 dove la rotazione del cappuccio variava la flessibilità del pennino.

Oltretutto nei modelli Extra del 1946 venne introdotta una finestrella trasparente utile a visionare la quantità d’inchiostro e vi montò il pennino realizzato in permanio. Come molte altre aziende anche l’OMAS intorno agli anni ‘50 introdurrà i primi modelli in resina, ma cercava sempre un’attenzione alla qualità.

La G. Tibaldi e C. di Firenze è un’importante azienda italiana il cui marchio è stato registrato nel 1916. Le prime produzioni erano in ebanite con pennini in oro per poi arricchirsi nei modelli e nella tecnologia. Curiosa e azzeccata la commercializzazione di prodotti con marchio The GBT Pen – London, per assecondare dietro questa finzione straniera la disposizione dell’epoca al gusto esterofilo da parte del pubblico italiano.



A

L'utilizzo della celluloida ampliò nel 1930-40 la gamma dei prodotti già commercializzati, tra gli ultimi il modello Trasparente che divenne un modello di grande successo dal dopoguerra.

Dopo la morte del titolare nel 1935, l'azienda ebbe un lento declino, fino alla vendita negli anni '60. Dal 2004 il marchio oggi ripropone un rinnovamento sotto la proprietà della famiglia Aquila e figli, già proprietaria di Montegrappa1912.

In Italia esistono diverse realtà produttive interessanti e alcune seppur giovani hanno raggiunto standard qualitativi e riconoscimenti elevati al pari di aziende storiche; una di queste è la Delta di Napoli, nata nel 1982, i cui prodotti eleganti vengono arricchiti da materiali preziosi e distinti con modelli in cui i temi ispiratori regalano eccezioni talvolta ironiche, altre volte giocose e con sorprese a complemento. I nomi sono legati a temi storici, geografici e personaggi d'eccezione, come: Capri, Amerigo Vespucci o Enrico Caruso.

Un'altra realtà di grande interesse è la Visconti di Firenze, giovane azienda nata nel 1988 per volere di Dante Del Vecchio. Entrare in quest'azienda è come riscoprire il fascino di una Firenze rinascimentale; l'azienda è stata insediata con determinazione all'interno di un'importante villa del XV secolo, dove si recuperano modalità lavorative che ricordano le antiche botteghe artigiane, ed è un concetto che vince alla velocità e all'idea di efficienza taylorista. Le produzioni Visconti sono di alta qualità, attraverso l'intelligente equilibrio tra moderne tecnologie di produzione, ricerca ed un sapiente recupero ed utilizzo di tecniche di antico e raro artigianato. I pezzi sono sempre caratterizzati dall'utilizzo di materiali preziosi, tra cui si distingue la celluloida. Dopo le prime serie rivolte ad importanti esempi di stilografiche del passato, i modelli sono stati sempre più affinati, ispirandosi oggi a temi d'arte, storici o matematici, come la sezione Aurea o i Templari.

A. OMAS Penna del Dottore, brevetto del 1927. Le foto ritraggono lo stesso modello ripreso da due angolazioni diverse, ma la forma del corpo, un cilindro schiacciato, potrebbe creare un inganno ottico. Nel corpo della penna era presente un piccolo termometro estraibile.

Quest'ultime sono aziende la cui ancor giovane storia produttiva non ne permette una connotazione temporale attraverso precisi modelli di riferimento, analisi che sarà certamente possibile nel breve futuro.

In Italia ci sono state infine una serie numerosa di aziende ed altri marchi minori con produzioni interessanti e di buona qualità. Non potendo citarle tutte in questa lettura, rimando l'approfondimento storico ad altri testi e in particolare fino agli anni '50 ai volumi di Jacopini, L. 2001 *La storia della stilografica in Italia Vol. 1-2, 1900-1950*.



## Nascita della penna a sfera

Un nuovo e importante cambiamento che rivoluzionò il mondo degli strumenti di scrittura fu di certo determinato dall'invenzione della penna a sfera, una storia il cui inizio possiamo datarlo nel 1888 con Joun Loud. Conciatore di pelli americano, inventò uno strumento necessario al suo lavoro; il suo fu un modello brevettato ma mai commercializzato ed al quale seguirono circa 350 brevetti.

96

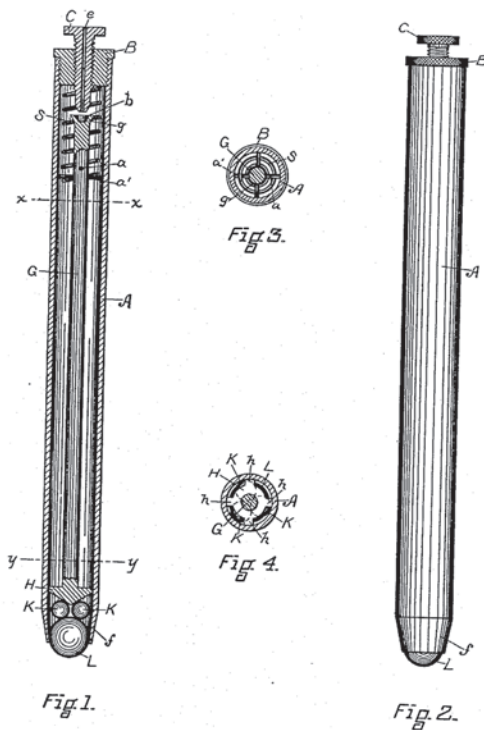
(No Model.)

J. J. LOUD.

PEN.

No. 392,046.

Patented Oct. 30, 1888.



A. Brevetto n. 392046 di J. J. Loud, 30 ottobre 1888.

B. Modello di penna di Alonzo Townsend Cross, 1870.

C. Pubblicità italiana per la Reynolds.

WITNESSES.

Albert E. Deach.  
W. H. Thompson.

INVENTOR.

John J. Loud,  
By his Attorney  
A. H. D. Cross.

A



B

Il primo vero successo, a seguito di numerosi tentativi, fu invece dei fratelli ungheresi Laszlo e George Biro nel 1938, con un modello che ebbe un'esplosione di popolarità intorno gli anni '50 grazie a Marchel Bich, nome del produttore che ne acquistò il brevetto e lo commercializzò con il nome di Bic.

Altri interessanti brevetti sulle sfere furono realizzati da Frank Klimes e Paul Eisner che nel 1935 commercializzarono la Rolpen, una penna che utilizzava un meccanismo di scrittura con l'inchiostro forzato da un pistoncino. Nel 1945 Milton Reynolds comprò i diritti di produzione dalla Eterpen, società nata per volontà di Laszlo Biro, e fondò la Reynolds International Pen Company. Reynolds ebbe da subito un boom di vendite, grazie ad un'iniziativa commerciale fortemente pubblicizzata con un'inserzione sul New York Times e realizzata al Gimbels Department Store.

Ma fu un successo che durò poco, perché come già accadde per i modelli (CA – Capillar Action) della linea Evershap dell'azienda Skyline, le penne

c

manifestavano dei difetti; le numerose sostituzioni e i cambi di pezzi portarono l'azienda in bancarotta.

A seguito di questi avvenimenti e data la lunga serie di insuccessi, crebbe una generale sfiducia nei confronti delle penne a sfera, rendendo comune un atteggiamento negativo verso qualunque modello.

Un comportamento che colpì duramente anche le aziende che potevano vantare modelli di migliore fattura tecnica, con il conseguenziale fallimento di molte di queste.

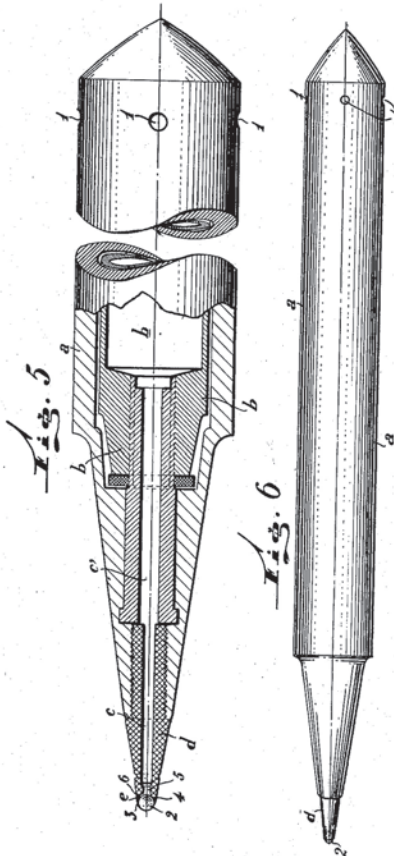


Dec. 11, 1945.

L. J. BIRO  
WRITING INSTRUMENT  
Filed June 17, 1943

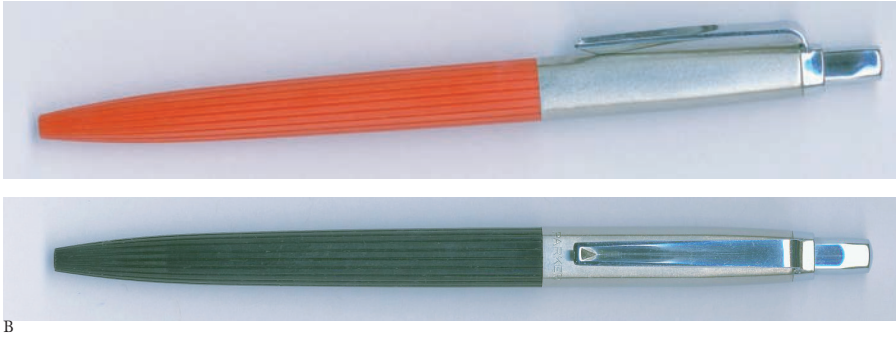
2,390,636

3 Sheets-Sheet 3



Inventor  
*L. J. BIRO*  
*Wm. H. Cook, Downing & Peck*  
Attorney

- A. Brevetto L. J. Biro, 11 dicembre 1945.
- B. Modelli Parker Jotter del 1954. In questi modelli si può notare l'assenza dell'anello metallico sulla punta.



Il disinteresse verso le penne a sfera durò diversi anni e si interruppe solo nel 1954, grazie a Parker con l'introduzione della penna a sfera Jotter, immessa sul mercato dopo nove anni di attente prove e test. Questo modello ebbe da subito un grande successo e già dal primo anno di produzione la Parker vendette 3,5 milioni di Parker Jotter.

Nel 1948 P. Fisher fondò la Fisher Pen Company con la quale si concentrò in una ricca produzione di penne a sfera e, tra la numerosa serie di modelli prodotti, nel 1953 portò un'innovazione con l'introduzione di un refill universale e utilizzabile per tutti i modelli.

Il successo maggiore di Fisher fu determinato dal modello brevettato nel 1965 (patent: 3,285, 228) The original AG7 Anti-Gravity Pen, una penna che utilizzava un particolare inchiostro tixotropico (semi solido), pressurizzato nel refill grazie all'azoto.

La AG7 poteva scrivere in ogni condizione climatica e atmosferica. Erano gli anni delle prime missioni spaziali e Fisher, sfruttando il momento storico, lanciò questo modello come "la penna dello spazio", indicando il 7 come riferimento alla missione nel 1968 dell'Apollo 7 e pubblicizzandolo come l'unica penna in grado di scrivere in mancanza di gravità.

La produzione di questo modello richiese un notevole investimento e purtroppo il ritorno economico non fu quello sperato.

Il modello oggi è un cult storico ed è esposto in mostra permanente al MoMA di New York. Ma fu un oggetto cui seguirono numerose critiche ed intorno al quale nacquero storielle o leggende metropolitane, alcune delle quali provenivano dai racconti stessi degli astronauti, come quella riportata di seguito.



A

23 ottobre 2003: Sto scrivendo questi appunti a bordo della Soyuz usando una penna a sfera da quattro soldi. Perché è importante questa cosa? Si dà il caso che lavoro nei programmi spaziali da diciassette anni, undici dei quali trascorsi come astronauta, e ho sempre creduto, perché così mi hanno sempre detto, che le normali penne a sfera non funzionassero nello spazio.

“L’inchiostro non scende” dicevano. “Prova un attimo a scrivere sottosopra con una penna a sfera e vedrai che ho ragione” dicevano. Durante il mio primo volo, portai con me una di quelle costosissime penne a sfera con serbatoio d’inchiostro pressurizzato, come fanno gli altri astronauti dello Shuttle. Ma l’altro giorno ero con il mio istruttore per la Soyuz, e ho visto che stava preparando i libri per il volo e che stava attaccando una penna a sfera a un pezzo di spago in modo che potessimo scrivere una volta arrivati in orbita. Notando il mio sbigottimento, mi disse che i russi usano da sempre le penne a sfera nello spazio.

Così anch’io ho preso una delle nostre penne a sfera, per gentile concessione dell’Agenzia Spaziale Europea (nella remota ipotesi che le penne russe fossero speciali), ed eccomi qua: non smette affatto di funzionare e non “sputacchia” né causa altri problemi. A volte essere troppo cauti ti impedisce di fare qualche prova e quindi si costruiscono cose più complicate del necessario (Attivissimo 2003).

Anche alcune aziende italiane fecero dei particolari tentativi nella produzione di penne a sfera, di cui un interessante esempio è il modello di probabile produzione Columbus degli anni 1940-50, chiamato Rubinor per l’utilizzo di un rubino come sfera.

A. Fisher Pen modello  
AG7.

B. Brevetto Fisher  
Antigravity Pen del 19  
maggio 1965.

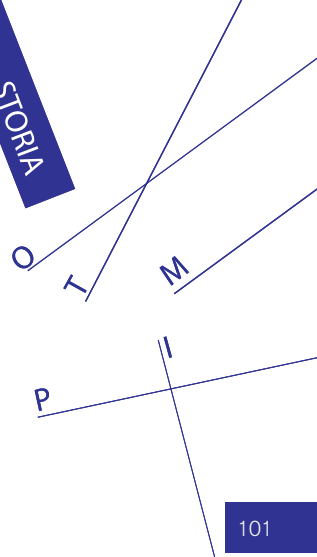
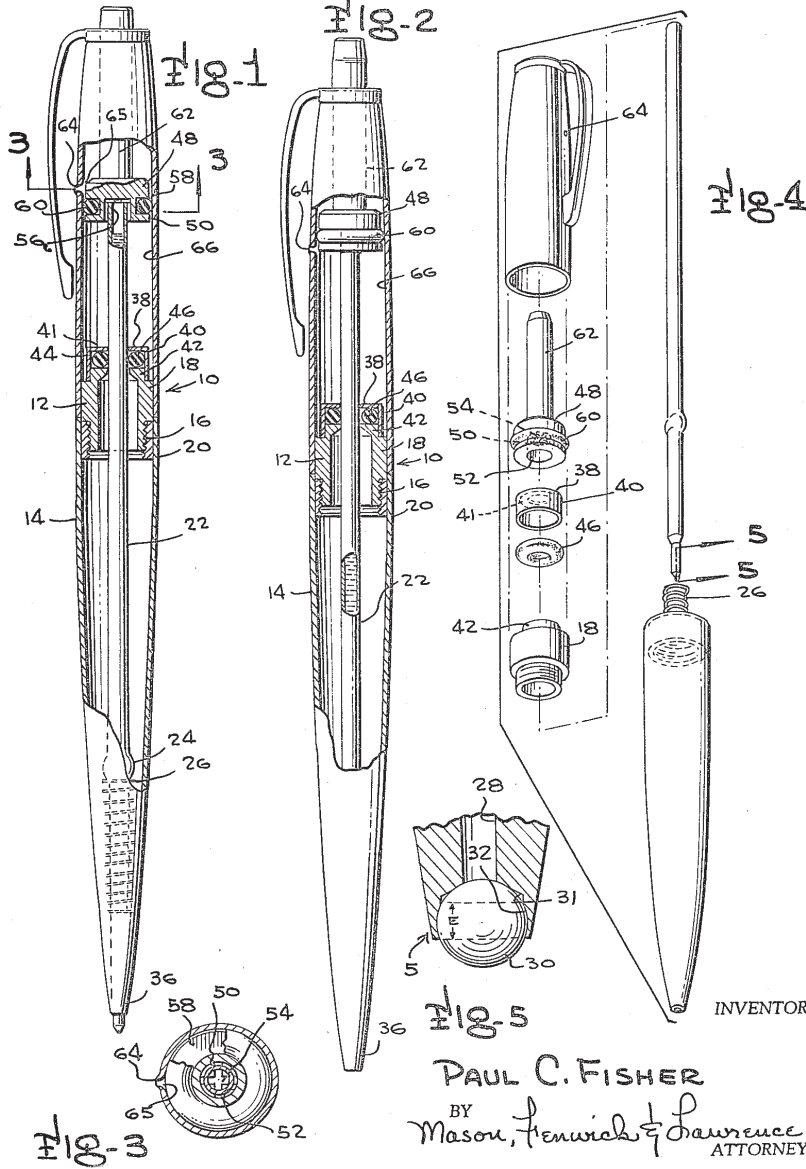
Nov. 15, 1966

P. C. FISHER

3,285,228

ANTI-GRAVITY PEN

Filed May 19, 1965



## Nuove tecnologie di scrittura

Gli sviluppi e i miglioramenti degli strumenti di scrittura proseguirono esplorando e definendo nuovi campi di applicazione, così come fece l'azienda Paper Mate che nel 1949 introdusse una nuova tecnologia per gli inchiostri, inventando un composto a rapida essiccazione.



A

Nel 1952 Sidney Rosenthal iniziò a commercializzare il primo marcatore, uno strumento che aveva inventato intorno il 1940 ed il cui prototipo consisteva in una bottiglia di vetro contenente inchiostro chiusa da uno stoppino. Il marcatore fu uno strumento che raccolse subito grandi favori per il suo uso nella grafica o per altri utilizzi più comuni, potendo soddisfare la necessità di scrivere sulle superfici più

varie. Poco dopo, nel 1953, entrarono in scena le prime Rapidograph della Rotring, utilizzate soprattutto da architetti e tecnici; questo modello, utilizzando un particolare sistema di gestione dell'inchiostro, assicurava un'assoluta precisione nello spessore delle linee.

L'origine di questa tecnologia di scrittura è molto interessante e potremmo dire che nasce grazie ad Alonzo Townsed Cross, personaggio di origini inglesi che avviò la sua azienda negli Stati Uniti, il quale nel 1879 produsse una singolare penna *stylo*, un modello che anticiperà le rapidograph utilizzate per il disegno tecnico. Il successo imprenditoriale di A.T. Cross è passato attraverso una vicenda particolare ma simile ad altre già avvenute nel mondo delle penne.

Il canadese Duncan MacKinnon, già inventore di un pennino, in viaggio verso gli Stati Uniti e alla ricerca di un produttore per il suo brevetto di *stylo* incontrò A.T. Cross. Fu un incontro favorevole quest'ultimo che pensò di investire nella produzione di un modello simile a quello ideato da MacKinnon, ma apportandovi un'importante differenza tecnica con l'inserimento di una molla invece che di un peso utile a posizionare l'ago (n. 191798 del 12 Giugno 1877).

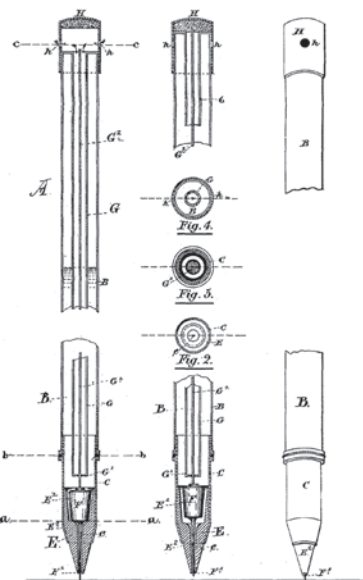
Le due strade produttive inizialmente corsero parallele, ma il canadese sentendo la paternità dell'invenzione, pensò bene di variare il suo modello, già in produzione, con uno nuovo a cui apportò le stesse modifiche tecniche eseguite dal concorrente. Una scelta cui non tarderà a provocare una querela da parte di Cross per copia. Per MacKinnon fu una beffa confermata da un verdetto sfavorevole, ma ne fu risparmiato dalla pervenuta morte.

A. Sidney Rosenthal.

B. Brevetto D. Mackinnon n. 74965 del 21 marzo 1876. È visibile il peso che gestisce l'uscita dell'ago e che regola il flusso di scrittura.

C. Brevetto di A. T. Cross n. 191798 del 12 giugno 1877. È visibile una molla che gestisce l'uscita dell'ago e che regola il flusso di scrittura.

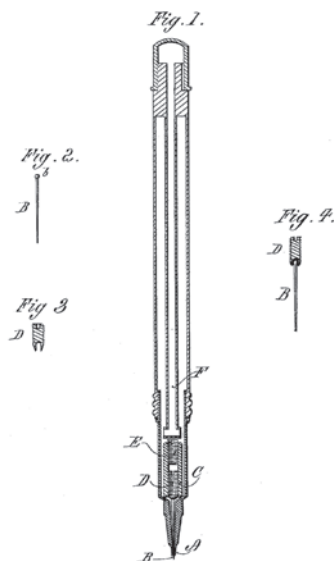
D. MACKINNON.  
FOUNTAIN-PEN.  
No. 174,965. Patented March 21, 1876.



*Witnesses.*  
Elias Armstrong  
Lancelotti Pascaudi

B

A. T. CROSS.  
FOUNTAIN-PEN.  
No. 191,798. Patented June 12, 1877.



*Witnesses.*  
Speranza Schofield  
Benjamin Cross

*Inventor*  
A. T. Cross

C

Al verdetto l'azienda di MacKinnon era già passata a Francis Cashel Brown che produceva dei modelli di stylo sotto il marchio Caw. Brown non resistette molto a mantenere attiva l'azienda e fu costretto a vendere la società ormai in sicuro fallimento, ma questo non gli evitò le accuse di violazione dei diritti di vendita. La tipologia stylo introdotta da MacKinnon nacque per rispondere ad una precisa esigenza, un sfida lanciata da un giornale, lo Scientific American, che chiedeva: è possibile trovare una soluzione all'inaffidabilità delle penne stilografiche? MacKinnon costruì una penna affidabile come una matita ma che utilizzava un inchiostro, per questo motivo inizialmente furono chiamate matite d'inchiostro. I modelli stylo nascono quindi per un uso quotidiano e per la scrittura, motivo per cui la sottile punta è arrotondata così da consentirne la scrittura con ogni angolazione; scelta diversa dalle successive penne cosiddette "tecniche" che consentono una scrittura precisa ma solo in posizione verticale.

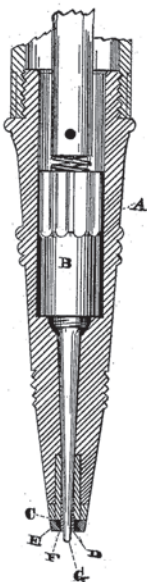
I successivi miglioramenti apportati alle stilografiche causarono tuttavia un declino dei modelli stylo per l'uso quotidiano, relegandoli sempre più ad un



J. HOLLAND.  
Fountain-Pen.

No. 211,575.

Patented Jan. 21, 1879.



A

A. Brevetto di J. Holland n. 211575 del 21/01/1879. Con l'inserimento di una parte di iridio nella punta di scrittura.

B. Promozione della Cross Stylographic Pen.

C. Promozione della Mackinnon Pen.

D. Modelli di stylo prodotti dal marchio Caw, successore dell'azienda di Mackinnon.

E. Penna Alonzo Townsed Cross, da stenografi per produrre le copie carbone, 1876.

mercato di nicchia per evolversi e confermarsi come penne tecniche o da disegno. Uno degli svantaggi economici nella produzione di questa tipologia di penne, così come per le stilografiche del tempo, era la difficoltà di saldare una parte di iridio nella punta per renderla più dura, un procedimento già complesso per i pennini ma estremamente difficile per i sottili tubicini degli stylo. Vennero compiuti diversi tentativi con molti fallimenti prima di trovare una soluzione per praticare un minuscolo foro in un disco di iridio. Fu John Holland che trovò una soluzione (patent n. 211575, 21 gennaio 1879) inserendo minuscoli granelli di iridio disposti ad anello su un disco di metallo più morbido, per poi legare tutto insieme per fusione e praticare più facilmente il foro. Oltre i produttori sopra citati possiamo ricordare, tra i più noti, i rari modelli di stylo realizzati da Mabie Todd&C.

## THE GENUINE A. T. CROSS STYLOGRAPHIC PEN



Is a perfect pen and ink bottle combined. Can be carried in the pocket and used like a lead pencil. Never leaks or blots, and the writing does not blur or erase. Holds ink to write 10,000 words, and will last for years. Price \$2.00 and upward. Made in twenty-five different styles.

### THE CROSS STYLOGRAPHIC PEN, Octagon Pattern.



B

## The MacKinnon Pen or Fluid Pencil.

Patented March 21st, 1876; January 21st, 1879; Re-issued July 15th, 1879.

The Universal Pen of the Age. Always ready; always with you. Holds Ink for a week's use. Never blots nor soils the hands.

The Only Successful Reservoir Pen in the Market.

The Only Pen Ever Made with a Diamond Circle around the Point.

The Only Reservoir Pen supplied with a Gravitating Valve.

The Only Pen accompanied by a Written Guarantee from the Manufacturers.

The Only Pen that will Stand the Test of Time.

Received the Highest Medals at the American Institute, New-York, 1879 and 1880.

The above are FACTS which it behooves every man who uses a pen to know. Be careful you get the genuine, stamped D. MACKINNON.

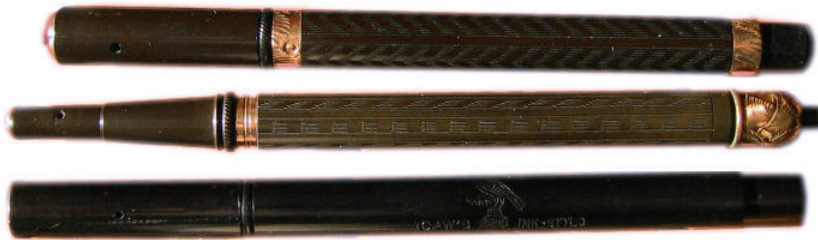
The accompanying cuts show our latest improved Pen as it looks when closed for the pocket, and when lengthened for use—the only difference from our regular styles being in the construction of the case, which insures greater strength, greater ink capacity, and greater convenience for the pocket. We have named this the "Sovereign" Pen, to distinguish it from the other styles.

We have these in plain rubber, and also covered over entirely with 18 k. gold, making a very handsome gift.



The "Sovereign" Pen ready for use.

C



D



E



A



B

Questa premessa storica è utile per comprendere meglio la nascita di un'altra importante azienda storica, la Rotring<sup>1</sup>, fondata ad Amburgo nel 1928 per volontà di Wilhelm Riepe, che affascinato dalla Stylographic della A. T. Cross prese spunto da questa e ne elaborò dei miglioramenti.

La prima penna prodotta da W. Riepe fu la TintenkuLi<sup>2</sup> con corpo trasparente per l'inchiostro e con un tubicino in acciaio come punta; un modello che ottenne subito un grosso successo.

Le prime penne stylo furono apprezzate più per la loro linea che non per la loro tecnologia e solo in seguito furono introdotte e largamente utilizzate per il disegno tecnico, sostituendo i graphos, strumenti utilizzati dai tecnici dal 1930 e caratterizzati dal pennino intercambiabile e dal serbatoio d'inchiostro.

Le prime TintenkuLi erano nere, ma presto ci furono anche delle versioni in celluloide e colorate; lo stesso meccanismo di carica ebbe un'evoluzione passando dal sistema a levetta ad uno a stantuffo attivato dalla rotazione di una parte della penna.

Le punte delle TintenkuLi erano anch'esse intercambiabili, ma inizialmente avevano tutte lo stesso spessore di pennino; solo in seguito venne introdotta una varietà di punte di diverso spessore corredate da una chiavetta per facilitarne i cambi e favorirne l'utilizzo nel disegno, questa serie fu chiamata Spezial.

1 Il nome Rotring nasce dalla combinazione tra Rot e Ring, letteralmente anello rosso; un segno che è sempre presente sulle penne di questo marchio oltre che essere evidente sul logo.

2 Il nome TintenkuLi deriva dalla traduzione Tinten/inchiostro Kuli/lavoratore. In seguito W. Riepe decise di abbreviare questo nome in Tiku, dato che TintenkuLi in alcuni paesi poteva avere un significato di lavoratore in senso dispreggiativo o razzista.



C

Un'altra importante azienda che si distinse per la produzione di modelli chiamati Rapidograph fu la Koh-I-Noor, nata nel 1790 per volere di Franz Hardtmuth e il cui nome ricorda il prezioso diamante indiano Kohinur (montagna di luce), già famosa per la produzione di matite verniciate in giallo. Dal 1950 iniziò la produzione delle Rapidograph, strumenti noti soprattutto a tecnici e artisti per diversi decenni a seguire.

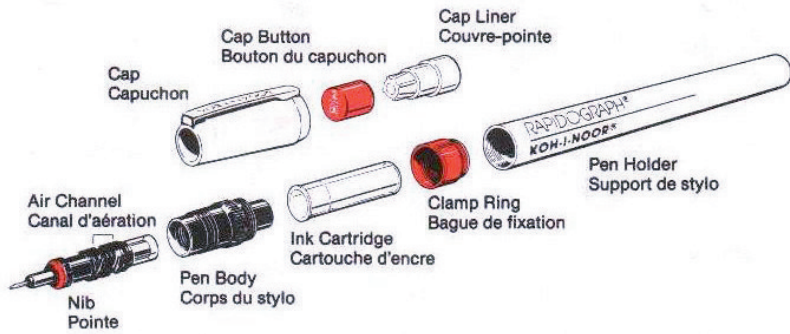
Furono diversi i tentativi di sostituire queste penne con altre tecnologie di disegno ma nessuna ci riuscì veramente fino all'avvento del computer con il cad e dei plotter.

Le penne Rapidograph erano strumenti particolarmente precisi nel tracciare linee, ma che richiedevano accurate manutenzioni e pulizia: la parte terminale detta pennino era costituita da un complesso assemblaggio di elementi molto piccoli e delicati, che spesso si rovinavano durante le operazioni di pulitura necessarie per la rimozione dell'inchiostro seccato. Una prima soluzione a questo inconveniente fu tentato dalla Rotring nel 1972 con le Isograph, in cui il pennino, costituito da un sistema di elementi, rimaneva sigillato e non poteva essere smontato per la pulizia. In questi ultimi modelli fu inoltre introdotta un'interessante tecnologia di gestione capillare dell'inchiostro, attraverso dei canali elicoidali.

A. Modello Tiku.

B. Modello Tintenkuli.

C. Modello Tintenkuli serie Spezial.



A



B

Così il consenso degli utenti si divise in due distinte scuole di pensiero, tra chi rimaneva legato all'uso esclusivo delle Rapidograph o chi preferiva le Isograph, rievocando, senza fanatismi, quello che succede oggi nell'informatica tra i fruitori di Apple o Microsoft.

Una soluzione successiva fu introdotta nel 1982 dalla Sakura Colour Products Corporation con penne dalla tecnologia *microline* caratterizzate da punte molto sottili e precise definite anche in fibra. Potremmo considerare la Micron come una rievocazione della tecnologia capillare di Rosenthal forzata in uno strumento più preciso alla MacKinnon. Appartengono alla tipologia di penne usa e getta e quindi non hanno il problema della pulizia ma, dovendo utilizzare un pigmento più fluido per la tecnologia capillare, non rendono un altissimo o uguale contrasto su tutte le superfici scritte, cosicché che su alcune superfici il segno potrebbe apparire sbiadito rispetto a quello lasciato dai precedenti strumenti a inchiostro liquido.

L'invenzione della penna in fibra, la cui alimentazione d'inchiostro giungeva alla punta per azione capillare, è stata un'invenzione giapponese del 1962, paese più vicino alle esigenze di uno strumento affine ai pennelli. Gli inventori furono Masao Miura e Yukio Horie; la prima penna arrivò in Gran Bretagna nel 1967 ed era tra gli strumenti che si succedettero o tentarono di sostituire le Rapidograph e le Isograph.

A. Disegno tecnico stampato sul foglio interno presente nelle confezioni delle Rapidograph Koh-I-Noor.

B. Rappresentazione digitale di una Isograph Rotring. È evidente come non sia possibile smontare le parti interne del pennino.



A

La Sakura Colour Products Corporation brevettò un nuovo tipo di pigmento con il nome di Pigma, che venne introdotto contestualmente alla diffusione nel mercato del modello Micron. Successivamente nel 1984 la stessa azienda sfruttò le conoscenze sugli inchiostri per proporre i primi roller.

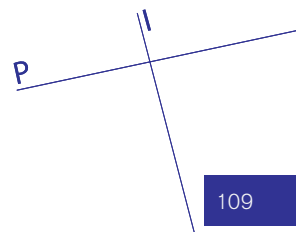
I roller, a differenza delle penne a sfera (biro), permettevano una scrittura più morbida e più simile alle stilografiche; su questi prodotti le tecnologie sviluppate dalle varie aziende introdussero e sperimentarono l'impiego di materiali di natura differenti per le sfere, da quelli porosi ai ceramici, o il ricorso a pietre sintetiche come il rubino già utilizzato in passato.

Un'ulteriore innovazione è stata introdotta con l'invenzione dell'inchiostro gel *inkgel*, il pigmento utilizzato nei roller. Venne introdotto, sembra, per la prima volta dalla Pentel che dal 1990 commercializzò il primo roller a inchiostro gel.

Gli anni '90 furono un decennio volto alla ricerca d'innovazioni da proporre sul mercato: si lavorava molto sul design e sui nuovi materiali che dovevano incuriosire o sorprendere e vennero introdotte novità spesso superflue ma altre volte utili. È di quegli anni ad esempio l'invenzione del *grip*, che ha introdotto un bisogno fino ad allora ignorato: da quel momento le impugnature vennero pensate o dichiarate ergonomiche o rese più soft con l'aiuto di polimeri in *blend* dalla tattilità e visibilità accattivante.

Il superamento delle problematiche tecniche permise una maggiore attenzione all'oggetto e al design dello stesso. Così alcune aziende accentrarono tutta la loro produzione su modelli firmati da noti designer così come fece la Acme; altre aziende svilupparono modelli di penne dalle forme avveniristiche e particolarmente accattivanti come Jean-Perre Lepine o la Yoropen o la penna Aptus del designer giapponese Takumi Yoshida.

Forse oggi si è perso il fascino che suscitavano i modelli o le invenzioni sulle penne nel '900, che all'epoca era pari all'attenzione che oggi possono stimolare i nuovi modelli di strumenti multimediali. Ma gli strumenti di scrittura rimangono oggetti di straordinaria ricchezza storica che da sempre hanno accompagnato l'uomo, pròtesi fin ora insostituibili, la cui forza è pari all'essenza con cui accompagnano il pensiero umano.







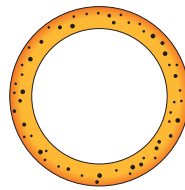


# Bambù

Anno: 5000 a.C.

112

\*Fibre di cellulosa (i punti neri)



Corpo: cellulosa, emicellulosa e lignina.  
Secondo le specie presenze variabili di:  
resine, tannini, cere e sali inorganici



Lavorazione artigianale



## Storia Bambù

L'avvento della scrittura per mezzo di strumenti ricavati dalla canna di bambù è di difficile collocazione storica; se ne ipotizzano i primi utilizzi già nel 3000–4500 a.C. quando in Mesopotamia venivano adoperati per incidere segni sulle tavolette in argilla nella cosiddetta scrittura cuneiforme. Il bambù era molto diffuso in Egitto, dove veniva usato ad esempio per costruire strumenti musicali, e non possiamo quindi escluderne l'utilizzo nella scrittura o nella pittura, anche se gli scribi egizi preferivano il giunco, una canna molto sottile e di facile reperibilità lungo le sponde del Nilo.

Il migliore utilizzo del bambù anche per gli strumenti di scrittura è del mondo orientale; i cinesi lo utilizzavano soprattutto come supporto scrittorio, fabbricando tavolette o riducendolo in strisce legate tra loro ed inserite all'interno di un altro cilindro anch'esso in bambù. Ma normalmente questo materiale veniva utilizzato per gli strumenti a pennello, realizzati fissando il pelo, di differente origine animale, all'estremità di una canna di bambù (Kuisseko 1988). In Giappone scrivere con strumenti in bambù e inchiostro monocromatico è un'arte antica le cui origini possono individuarsi nella rigida disciplina *Sumi-e* (Thompson 2007), diffusa in oriente e non vincolata al solo mondo dell'arte.

Furono i Greci i primi ad utilizzare la canna di bambù in modo simile ad una moderna stilografica: il corpo cavo veniva tagliato all'estremità in modo obliquo per ricavarne una punta predisposta alla scrittura e per la prima volta questa veniva divisa a metà da una fessura o taglio per regolarne il flusso d'inchiostro. Plinio (scrittore) e Dioscoride (medico) hanno lasciato delle note sulla formulazione degli inchiostri utilizzati da greci e romani: erano fatti di fuliggine, carbone e gomma, ma rimane misterioso il fluido in cui erano disciolti. Tuttavia pare che talvolta fosse utilizzato qualche acido (aceto) per rendere all'inchiostro una proprietà di migliore adesione al papiro.

I Greci usavano affilare entrambe le estremità della canna, così da avere uno strumento flessibile per l'utilizzo di due colori o per produrre due spessori di scrittura. Il bambù come calamo fu uno tra i principali strumenti adottati nella scrittura dagli Arabi.

OGGETTI

I

M

P

II

## Produzione Bambù

Nell'utilizzo come calamo il bambù, scelto nel diametro desiderato, viene affilato con coltelli per renderne la punta flessibile alla scrittura.

Lavorazione differente viene fatta per la preparazione dei pennelli: le canne di bambù vengono utilizzate come corpo del pennello al quale con una delicatissima operazione vengono legati dei peli animali. Le setole più utilizzate sono una mistura di peli di lepre e donnola, impiegati prevalentemente per la scrittura e tagliati in modo tale che inumiditi tendano a realizzare una punta molto sottile (Van Briessen 1999).

## Tecnologie e applicazioni Bambù

La massima attenzione allo sviluppo tecnico dei pennelli in bambù è merito del mondo orientale; in Giappone esiste una ampia varietà di questi strumenti, sia per dimensione del corpo in bambù, che per tipologia di peli che possono essere tra i più differenti, quali: cavallo, orso, coniglio, lupo.

Tra questi ricordiamo:

il *japanese choryu brush*, un pennello tradizionale da inchiostro, realizzato normalmente con peli di pecora, capra o occasionalmente con quelli di cavallo, tasso, cervo, che è uno strumento molto soffice;

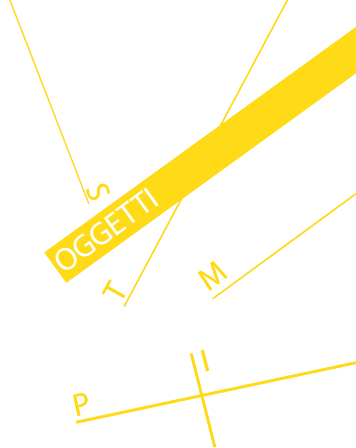
il *japanese maruyama brush (Gyokuran)*, normalmente realizzato con peli della pancia del cavallo, associati a peli di tasso cervo e pecora, che viene utilizzato grazie alla la sua punta leggera per creare forme e disegni;

il *chinese ran-chiku brush*, realizzato con peli di tasso che è più rigido e tiene meno acqua rispetto agli altri due (Okamoto 1995).

Anche nel mondo arabo si adoperano pennelli in bambù per la scrittura, ma il migliore utilizzo è come calamo, realizzato con un'attenta lavorazione, utile a renderne flessibile la punta per la scrittura, e con un taglio obliquo nella parte terminale della canna che può essere di lunghezza variabile. Esistono a questo proposito strumenti utili a favorire un corretto taglio della punta. Lo spessore della punta a scalpello deve essere stabilita in modo accurato perché la larghezza dei punti quadri determina il modulo *Alif*. Il numero di punti quadri utilizzati può essere differente, variando da tre a dodici, e la scelta dipende dalle abitudini regionali o dalle preferenze personali del calligrafo. Ad esempio lo stile *thulut* vuole una larghezza pari ad un terzo del *tomar*, quest'ultimo corrisponde ad un preciso strumento di scrittura realizzato con ventiquattro peli d'asino ben pettinati ed allineati (Khatibi & Sijelmassi 1995).

## Attualità Bambù

Oggi gli strumenti in bambù vengono ancora utilizzati in Oriente e nel mondo arabo dai calligrafici e nelle scuole di calligrafia. Alcune aziende come la Sailor ripropongono questo materiale nel costruire penne stilografiche di particolare pregio, come la Sailor Bambù Susutake, una stilografica il cui corpo e il tappo sono costruiti con il bambù prelevato dai tetti di vecchie case giapponesi sottoposte per anni all'affumicatura dell'*irori*, il tradizionale focolaio incassato tipico nelle case giapponesi, da cui la particolare colorazione rosso bruna di questo materiale.



A



A Foto di modelli Sailor Susutake Smoked Bambù Fountain Pen, realizzati con bambù proveniente da vecchie case giapponesi e alla continua esposizione al fumo dell'*irori*, il tipico focolare presente nelle case tradizionali giapponesi, che ne determina la colorazione bruna.

Piuma  
Anno: 600

116

201

Corpo: cheratina



## Storia Piuma

Oh! Oh! Nature's noblest gift my gray goose quill!  
Slave of my thoughts, obedient to my will,  
Torn from thy parent bird to form a pen,  
That mighty instrument of little men!  
Lord Byron (Carvalho 2010, p. 207)

Non si hanno datazioni certe sui primi utilizzi della penna d'oca, si fa risalire infatti la sua presenza al V secolo con Teodorico, re degli Ostrogoti, sostituendo gradatamente il calamo, anche se questi due strumenti rimangono a lungo in uso promiscuo (Ascoli 2008).

Utilizzata dal 600-700 d.C., con la dicitura "penna d'oca" si indica uno strumento di scrittura realizzato da una piuma di volatile, proveniente in genere dall'oca da cui il nome. La penna d'oca per molti secoli e fino ai nostri giorni è stata protagonista indiscussa ed assunta a simbolo nel mondo degli strumenti di scrittura più che ogni altro strumento finora realizzato.

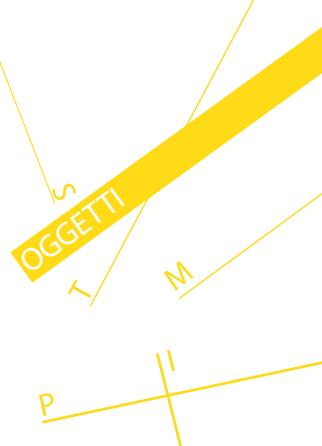
Utilizzate dai monaci nelle *sale scriptoria* nei conventi o da Goethe per scrivere i suoi romanzi, hanno lasciato numerose testimonianze calligrafiche e memorie giunte fino a noi. La penna d'oca è stata da sempre lo strumento prediletto dai calligrafi che con molta difficoltà ne hanno abbandonato la morbidezza e la flessibilità di scrittura per altri strumenti; in vero è soltanto da poco più di un secolo che la qualità di scrittura di questi ultimi può essere ad essa equiparabile.

## Produzione Piuma

Realizzato in modo artigianale, la qualità di questo strumento è imprescindibile dalla scelta della materia prima, perché è esso stesso la materia prima.

I più forti aculei sono quelli prelevati dai volatili nella stagione primaverile e tra le cinque piume esterne dell'ala sinistra. Questa ala viene favorita perché le piume hanno una curvatura verso l'esterno e rimangono lontane dallo scrittore quando utilizzate con la mano destra.

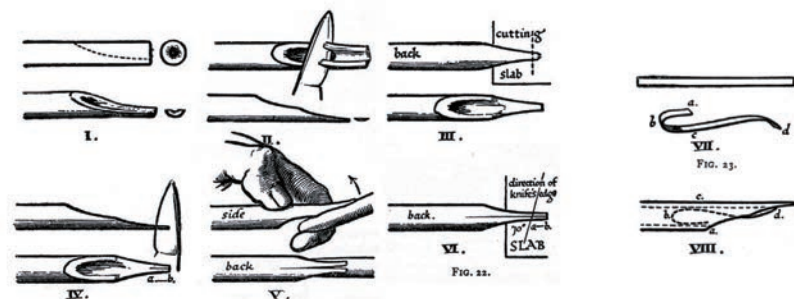
Le piume vengono prelevate dalle oche tre o quattro volte l'anno. Quando vengono tolte dall'animale, gli aculei sono ancora legati alla pelle, una membrana vascolarizzata che le avvolge e aderisce fortemente, costringendo



ad un particolare procedimento di rimozione: la parte terminale della piuma viene immersa in sabbia riscaldata e l'alta temperatura provoca un distacco tra la canna e la membrana esterna. Quest'ultima viene quindi eliminata per azione meccanica di raschiatura con uno strumento affilato, mentre la pellicola interna, a questo punto raggrinzita, diviene conseguentemente facilmente rimovibile. L'operazione di riscaldamento può essere ripetuta più volte e quante necessarie. Le piume a questo punto hanno un colore tendente al giallo; per conferire un colore più chiaro, ritenuto più elegante, vengono immerse in acido nitrico debole, un'operazione che le rende più fragili.

La realizzazione della parte scrivente (pennino) avviene per operazioni di taglio. Queste vengono eseguite con migliori risultati previa immersione in acqua e successivo riscaldamento della penna, così da migliorarne l'elasticità. Dapprima viene eseguita una tranciatura della punta, poi un primo taglio obliquo, e di seguito un secondo per ricavare una parte più flessibile. Successivamente con una lama sottile si incide la punta dividendola in due metà uguali, così da creare un canale, che viene quindi aperto ed elasticizzato con l'aiuto di un bastoncino. L'ultima operazione consiste nel tranciare la punta per dimensionarne lo spessore di scrittura e sceglierne l'inclinazione. Talvolta viene inserito un sottile elemento metallico dalla forma ad uncino utile a trattenere e gestire meglio il flusso di uscita dell'inchiostro.

A

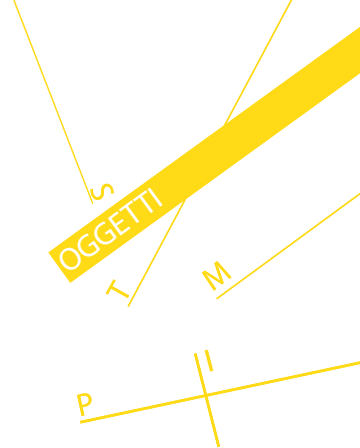


A. Fasi di taglio della piuma d'oca.

## Tecnologia e applicazioni **Piuma**

La scelta della piuma influenza il segno di scrittura. Le piume più utilizzate nella scrittura erano quelle d'oca perché erano le più comuni; le piume di cigno erano le più gradite ma anche costose. Per la realizzazione di linee sottili, le migliori erano le piume di corvo, ed in un secondo momento la piuma del gufo reale e del falco di Turchia. La penna d'oca può essere utilizzata al massimo per una settimana poi deve essere sostituita.

Oggi la lavorazione delle piume per un vero utilizzo nella scrittura è scomparsa e gli unici esempi rimasti sono rinvenibili in modelli approssimativi o come gadget spesso di gusto *kitsch*.





# Cristal

Anno: 1888/1943

Azienda: Bic

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 14.9 x 1.3 cm

Peso: 7 g

Colore (tappi): Pantone black – P2925C

120

210 Tappo: HDPE (polietilene)

257 Stampaggio ad iniezione

226 Supporto: stirene – butadiene

237 Sfera: carburo di tungsteno

269 Lavorazioni meccaniche

208 Corpo: polistirene cristallo

257 Stampaggio ad iniezione

212 Serbatoio: polipropilene

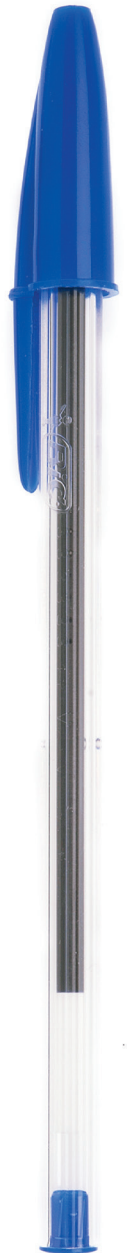
251 Estrusione plastica

236 Punta: ottone

271 Punzonatura

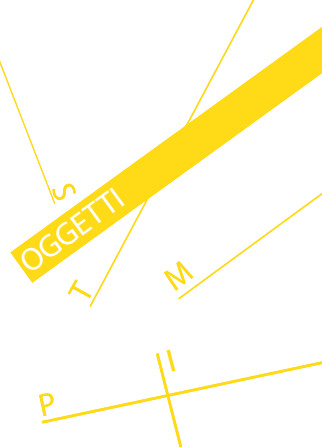
210 Tappo: HDPE (polietilene)

257 Stampaggio ad iniezione



## Storia Cristal

La Cristal oggi rappresenta comunemente l'archetipo della penna sfera, ma l'affermazione popolare di questo strumento riconosciuto oggi da tutti è avvenuta solo dopo un susseguirsi di vicende e di scoperte alimentate da storielle e leggende, che trovano perfino legami con Galileo Galilei a cui si attribuì l'invenzione, non provata, di un primo esemplare. Pare invece che il primo brevetto ufficialmente riconosciuto sia quello di John Loud nel 1888, un conciatore di pelli statunitense che, intento a trovare una soluzione per scrivere sulle pelli, realizzò e brevettò un modello di penna che distribuiva inchiostro attraverso la rotazione di una sfera sostenuta da cuscinetti a sfera. Vincolare un brevetto di questo tipo dal punto di vista legale non era molto facile; era un oggetto il cui principio poteva sintetizzarsi in un meccanismo di distribuzione dell'inchiostro attraverso la rotazione di una sfera, si trattava dunque di un sistema ripetibile e con una tecnologia di facile contestazione (Slusky 2007). Per questo all'invenzione di J. Loud si susseguirono numerosi brevetti, tra i più noti quello di Edward Lambert nel 1891 fino a tornare ancora allo stesso Loud, che si preoccupò di redigere un nuovo progetto anche questo depositato. Ma il personaggio maggiormente riconosciuto, con riferimento alla penna a sfera, è di sicuro László József Bíró (1889–1985), eclettico personaggio di nazionalità ungherese, studente di medicina, d'ipnosi, inventore – autore dell'invenzione di un cambio meccanico per la Bugatti – scultore e pittore di riconosciuto talento. Già dal 1919 cominciò a lavorare sull'invenzione della penna sfera; un racconto vuole che l'ispirazione gli sia arrivata osservando dei bambini giocare e vedendo la scia prodotta da un pallone che rotolando era passato su una pozza d'acqua. Anche per Bíró le difficoltà tecniche da superare furono diverse. Il primo problema fu quello di trovare un inchiostro adeguato; inizialmente scelse quello delle macchine da stampa rotative perché asciugava subito, ma poi risultò troppo viscoso e inadatto per la piccola sfera, un aspetto di cui si occupò il fratello György esperto in chimica. Poi la sfera, che doveva avere dimensioni minime e precise, ma soltanto dopo numerosi tentativi trovò un'azienda svizzera in grado di riprodurla. Fu solo dopo varie vicende ed ostacoli che nel 1935 L.J. Bíró riuscì a portare a compimento la sua invenzione e redigere il primo brevetto per la penna a sfera. In seguito al brevetto, Bíró continuò la ricerca per migliorare la sua invenzione, finché la guerra lo costrinse ad interrompere il suo lavoro ed iniziare un pellegrinaggio per vari paesi fino a stanziarsi in Argentina (Gusmano 2011), dove giunge non prima di un fallito tentativo di produrre la sua penna in Francia (1939). Il suo trasferimento in Argentina pare sia nato a seguito di un incontro fortuito avvenuto nel 1938 in una località balneare



della Jugoslavia, che diede vita all'affascinante storia qui di seguito riportata. L. J. Bíró fu notato da un turista mentre scriveva un telegramma con la sua nuova penna, questo incuriosito, fingendosi presidente di un'azienda ed un esperto di tecnologie, l'invitò a raggiungerlo in Argentina offrendogli un interessante lavoro da ricercatore che l'ungherese non si fece sfuggire. In seguito egli scoprì che quel signore non era un imprenditore, ma Agustín P. Justo, presidente dell'Argentina.

L. J. Bíró visse in quel paese come personaggio riconosciuto ed apprezzato e divenne direttore della fabbrica Sylvapen (Tamas-Tarr 2003); la produzione della sua penna a sfera iniziò nel 1943 grazie al finanziatore Henry Martin, con cui fondò la società Eterpen. Morì nel novembre 1985 e da allora il giorno della sua nascita, il 29 settembre, viene celebrato a sua memoria come "il giorno degli inventori".

In quegli anni ci furono altri importanti inventori che si distinsero per i brevetti sulle penne a sfera, tra questi Frank Klimes e Paul Eisner, che nel 1935 commercializzarono la Rolpen, la cui caratteristica era quella di avere un meccanismo ad inchiostro forzato da un pistoncino.

L'interesse suscitato dal sistema di J.L. Bíró fu presto notevole. Eberhard Faber acquisì il brevetto da J.L. Bíró stesso per poi venderlo alla Eversharp; l'azienda mise sul mercato diversi prodotti tra cui una linea (1946) chiamata Skyline e riconoscibile dalla dicitura (CA - Capillar Action), Eversharp CA Skyline, riferita al meccanismo ad azione capillare utilizzato per la fuoriuscita dell'inchiostro. Purtroppo la fretta nel produrre ed inserire nel mercato questo nuovo prodotto non ne consentì un accurato tempo di studio, così i primi modelli presentarono numerosi difetti e provocarono un'evidente delusione nel pubblico, fatto che determinò un'inarrestabile declino fino al 1957 con la chiusura della fabbrica, che fu costretta a vendere la propria divisione alla Parker.

A comperare i diritti di produzione dalla Eterpen sarà Milton Reynolds, dopo un viaggio in Argentina nel 1945, portando la produzione di penne a sfera in America, laddove fondò la Reynolds International Pen Company. Reynolds ebbe un boom iniziale di vendite al Gimbels Department Store grazie ad un'inserzione sul New York Times, le penne erano vendute a \$12.50, ma dopo questo successo promozionale i difetti del prodotto spensero l'entusiasmo iniziale, portando ad un inevitabile fallimento l'azienda e ripercorrendo quanto già accaduto alla Eversharp.

Altre aziende purtroppo subirono quanto da altri mal seminato, così accadde per la Sheaffer che produsse la penna Stratowriter, un modello che seppure di buona fattura subì il rifiuto della gente ormai ostica verso questa tipologia di

strumenti comunemente ritenuti poco affidabili e con un evidente ritorno di gradimento verso stilografiche ritenute più sicure.

Fu il barone Marchel Bich (1914-1994) a recuperare ed ottenere il miglior successo nella diffusione della penna a sfera così com'è conosciuta oggi.

Marchel Bich è un personaggio di famiglia italiana, valdostana. Trasferitosi prima a Torino e poi in Francia, iniziò con grande successo la produzione di penne conosciute come la "sfera Bic", che battezzò con il suo cognome senza la *b*. Bich perfezionò le sue penne al microscopio, migliorandone la tecnologia capillare attivata dalla rotazione della sfera, ottenendo un successo che superò anche i fallimenti di altre aziende così come la proibizione all'utilizzo delle penne a sfera nelle scuole elementari. L'affermazione della Cristal fu agevolata anche all'economicità dell'oggetto e dall'introduzione dell'idea dell'usa e getta, filosofia che contraddistinse l'azienda, ma le cui future e negative ripercussioni ambientali a quel tempo venivano del tutto ignorate.

La Cristal è ormai un'icona ed è divenuta parte della collezione permanente del MoMA di New York. Oggi la Bic Company è diretta da Bruno Bich, presidente del Consiglio di amministrazione, che ha ampliato la produzione introducendo dal 2009 un servizio chiamato *Brand Your Bic*, prodotti Bic di merchandising utili alle aziende.



OGGETTI

T

M

P

I

## Design Cristal

Non esiste un designer o un autore riconosciuto della Cristal; la penna nasce e si evolve all'interno del centro stile dell'azienda francese. Sicuramente l'idea è quella di produrre un oggetto economico e friendly; la linea riprende il corpo esagonale tipico nelle matite e ne rispecchia la stessa qualità ergonomica mentre la geometria sfaccettata ne favorisce una maggior rigidità alla flessione. Il fusto della penna presenta un piccolo foro utile a mantenere la stessa pressione atmosferica con l'esterno, per non portare in depressione l'inchiostro e fermarne così l'uscita. Nel 1991 le penne hanno subito un re-design, a seguito di nuove normative sulla sicurezza dei prodotti soprattutto per l'uso da parte dei più piccoli: al tappo venne praticato un foro d'aerazione in testa, in alcuni modelli è stato eliminato il foro visibile sul fusto della penna per introdurne di invisibili nella giunzione tra il corpo e la punta, mentre l'insieme delle parti risulta difficilmente separabile. Di recente sono state introdotte varianti cromatiche di dubbio gusto al corpo della penna, mantenendo sempre la trasparenza del materiale. Il tappo, colorato in riferimento all'inchiostro utilizzato, ha un design essenziale, con una linguetta formalmente realizzata come clip ma d'incerto utilizzo pratico. La sfera *ball*, inizialmente in acciaio, è stata sostituita dal 1961 con una in carburo di tungsteno.

## Materiali **Cristal**

**Corpo:** polistirene cristallo

**Tappi:** HDPE – polietilene ad alta densità

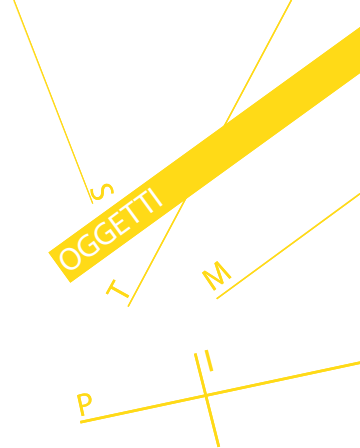
La colorazione del tappo viene effettuata con masterbatches o materiali predisposti, che conferiscono al compound i colori desiderati

**Serbatoio:** PP – polipropilene (isotattico)

**Punta:** ottone

**Supporto della punta:** stirene – butadiene

**Sfera:** carburo di tungsteno



## Produzione Cristal

La Cristal è ottenuta per assemblaggio dei semilavorati prima descritti. Le parti note che compongono la penna, escluso l'inchiostro, sono: il corpo della penna, il tappino superiore, il tappo di chiusura, il serbatoio per l'inchiostro, il supporto plastico per la punta, la punta metallica, la sfera.

**Corpo della penna:** realizzato per stampaggio ad iniezione.

(La stampa con iniezione per il PE non deve superare la temperatura di 200-220 °C).

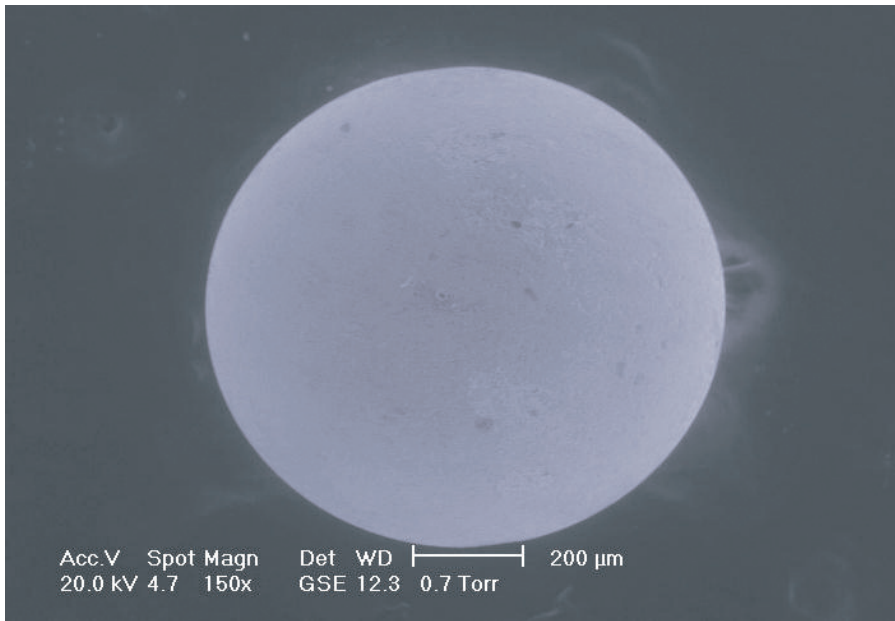
**Tappo di chiusura e tappino superiore:** realizzato per stampaggio ad iniezione.

**Serbatoio per l'inchiostro:** estrusione e taglio.

**Punta:** le lastre in ottone vengono introdotte in una macchina punzonatrice che le trasforma in piccoli dischetti; a loro volta questi vengono inseriti in una pressa che li comprime tra un ariete in acciaio e uno stampo in alluminio presso-fuso, trasformandoli in una forma conica. I pezzi vengono poi messi a bagno per ripulirli dagli olii utilizzati nella lavorazione di pressatura. A questo punto una macchina, con grande precisione, può inserire la sfera nella cavità predisposta sul pezzo metallico.

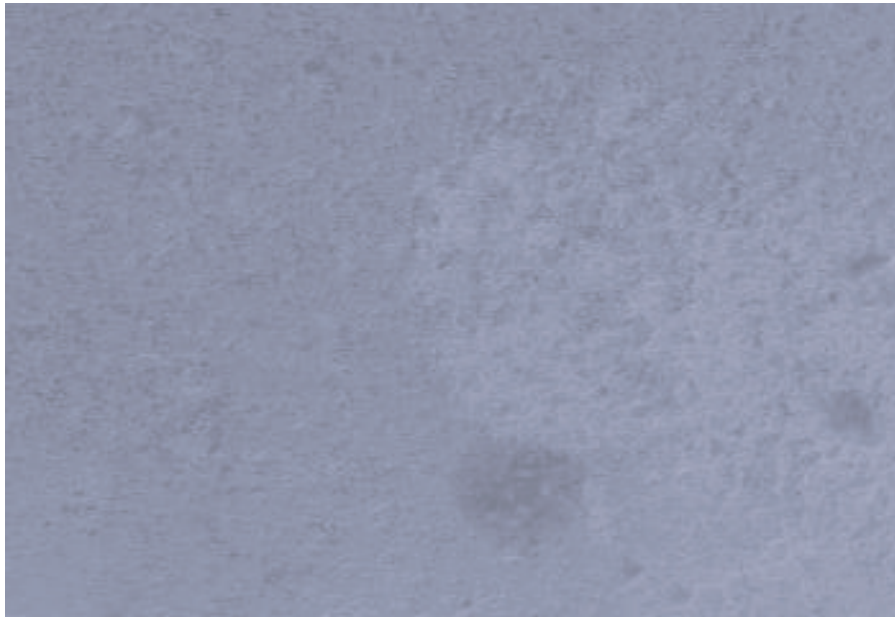
**Supporto per la punta:** questa parte deve assorbire gli sforzi di compressione e taglio che applicati in quel punto secondo il principio fisico dei momenti flettenti si amplificano e diventano notevoli. Inoltre in quanto elemento che interfaccia la parte metallica con il corpo fragile in polistirene, assorbe una concentrazione di forze differenziate e la scelta del materiale (stirene-butadiene) non è dunque casuale. Il materiale è un ulteriore plastica, differente dalle altre utilizzate nelle parti costituenti la Cristal. È un materiale non proprio economico, ma che raggiunge le caratteristiche di elasticità e resistenza necessarie allo scopo.

**Sfera:** il carburo di tungsteno viene frantumato e lavorato con una precisione di un decimo di micrometro fra piatti abrasivi rivestiti con diamante industriale. Le dimensioni finali della sfera sono comprese tra 0.7 e 1.0 mm. Pare che questa lavorazione conferisca una texture di microsolchi utile alla presa d'inchiostro per favorirne il rotolamento sulle superfici per la scrittura, ma una nostra indagine, eseguita al microscopio elettronico, non ha potuto confermare queste ipotesi. Infine viene realizzato l'assemblaggio meccanico dei vari pezzi per comporre la penna.



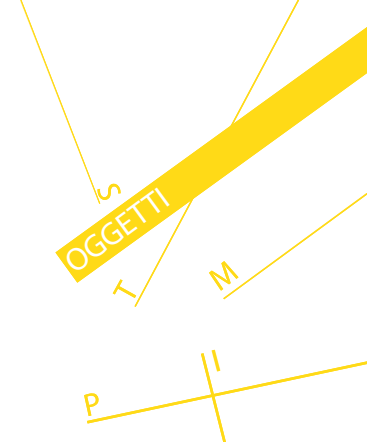
A

B



A. SEM della sfera a 150 ingrandimenti.

B. SEM della sfera a 1000 ingrandimenti.





# Tratto Pen

Anno: 1976

Azienda: F.I.L.A.

Tipologia: fineliner

Design: Design Group Italia

Dimensioni: 15.4 x 0.9 cm

Peso: 8 g

Colore: 5025 RAL (azzurro metallizzato)

128

212

Corpo: polipropilene

257

Stampaggio ad iniezione

295

Finitura: stampa grafica

291

Finitura: verniciatura spray

251

Serbatoio: coestrusione (guaina/fibra)

228

Punta: poliacetale

255

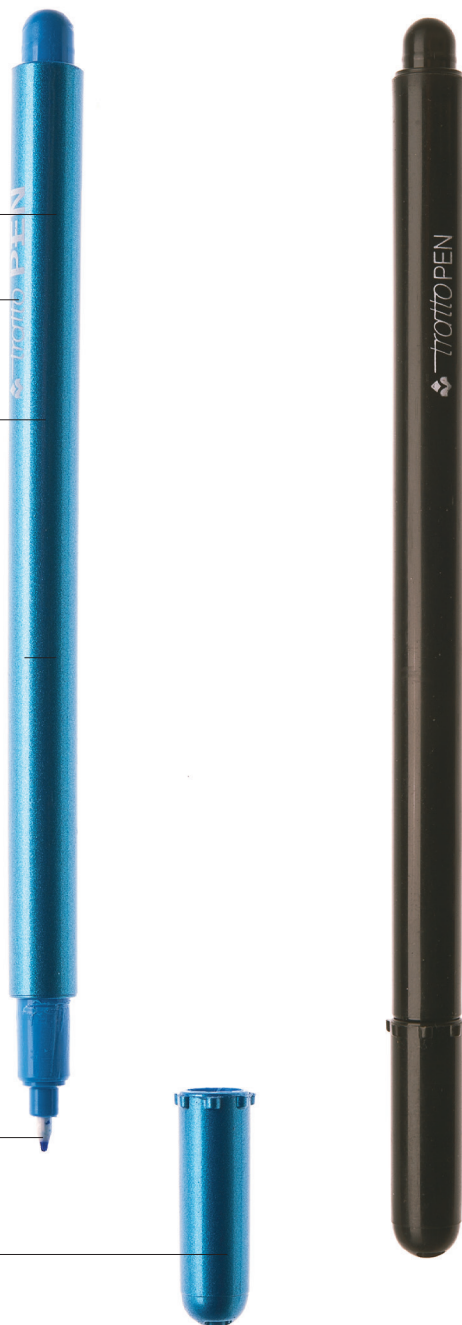
Spinning

212

Tappo: polipropilene

257

Stampaggio ad iniezione



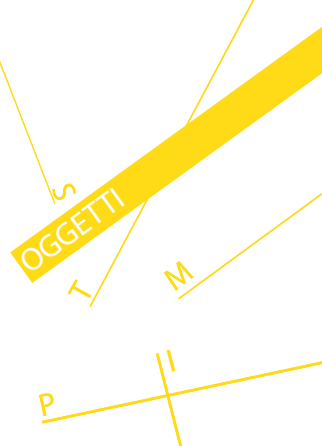
## Storia Tratto Pen

Tratto Pen ha qualità, oltre che visive, anche tecniche molto importanti. Rispetto alla solita Bic, ad esempio, rispetto anche ai vari pennarelli che all'epoca erano in commercio, Tratto Pen, e poi Tratto Clip, offrivano un'incredibile facilità di scrittura: un inchiostro particolarmente fluido, una punta particolarmente appuntita che si prestava tanto alla scrittura quanto a disegni più artistici. Infatti so che Tratto Pen viene ancora oggi usato da parecchi designer e disegnatori come utile mezzo di composizione (Dorfles cit. in F.I.L.A. - Fabbrica Italiana Lapis ed Affini n.d., "Il compasso d'oro").

La storia della Tratto Pen è strettamente legata ad un'importante introduzione tecnologica nel mondo della scrittura: il sistema di scrittura a fibra, inventato in Giappone da Masao Miura e Yukio Horie. Era il 1973 quando un ufficio marketing della F. I. L.A (Fabbrica Italiana Lapis e Affini) si ritrovò il compito di introdurre in Italia questa nuova tecnologia di scrittura. L'azienda pensò di affidare questo compito a Marco del Corno, architetto designer, fondatore di Design Group Italia, ritenendo che avesse le capacità per poter realizzare uno strumento moderno, adeguato alla nuova tecnologia, ma al contempo con caratteristiche formali da strumento classico.

Il disegno di Marco del Corno venne subito accettato dall'azienda e fu di certo una scelta indovinata. La Tratto Pen divenne la nuova icona nel mondo degli strumenti di scrittura, segnando oltretutto il passaggio ad una nuova tipologia di strumenti con punta in fibra.

Il design dell'oggetto è formalmente lineare, essenziale e senza orpelli; una scelta non così ovvia negli anni '70 dove iniziava ad affermarsi il "design radicale" e si introducevano oggetti caratterizzati da una necessità di simbolismo. Anni in cui le rivoluzioni proletarie e studentesche davano vita a gruppi che chiedevano il rinnovamento del progetto (Fagnoni 2001), nascevano le prime critiche ambientali e quelle verso la crescita illimitata dei prodotti. Erano gli anni della Poltrona di Proust 1978 di A. Mendini (Bertola & Manzini 2004), così come delle invenzioni di G. Pesce o degli Alchimia, nascevano archetipi del design come il televisore Agol 11 (1965) di M. Zanuso e R. Sapper, la lampada Tizio (1972) di R. Sapper, l'automobile Panda (1980) di G. Giugiaro, ed a quest'ultimi potremmo aggiungere la Tratto Pen.



## Design **Tratto Pen**

La penna è progettata da Marco Del Corno, che affida alla moglie Maria Gemma Del Corno (graphic designer) la progettazione del tappo, elemento che determina la connotazione stilistica della Tratto Pen. Grazie alle piccole alette radiali utili a non fare rotolare la penna se poggiata su di un piano inclinato, si attua una scelta che definisce, forse involontariamente, una forte caratterizzazione del pezzo.

M. G. Del Corno dichiara che per la progettazione del tappo si è ispirata all'idea di un cappello, ma quelle alette, senz'altro utili a rimuovere il tappo dal corpo, rimandano all'idea di un ingranaggio. La penna diventa così il pezzo di un ingranaggio che nella mani dell'utente si trasforma in un perfetto strumento da lavoro. Pragmaticamente la scelta d'inserire queste piccole alette nasce da un'esigenza di produzione, un vincolo, la necessità di avere delle parti che facilitassero la presa durante la fase di assemblaggio meccanico, che nella genialità dei Del Corno diventa pregio stilistico. Infatti durante la fase di assemblaggio meccanico, era necessario avere delle parti che facilitassero la presa del pezzo per questa operazione meccanica.

La Tratto Pen è un oggetto che non ricerca escamotage accattivanti, nè formalità ergonomiche, quasi che voglia esprimere che il lavoro della scrittura o del disegnatore deve essere realizzato sentendone la fatica. Un design anonimo, come tale voleva rimanere il suo autore che prediligeva il lavoro in team, con la volontà di introdurre degli oggetti in maniera assolutamente amichevole, silenziosa, senza clamori ma utili a tutti. Un oggetto d'uso compiuto e bello in quanto aderente allo scopo per cui nasce. Nella seconda produzione (1982), la scelta del colore fu l'unico elemento di dibattito con l'azienda; M. Del Corno voleva introdurre un colore che definiva asfalto, ma l'azienda era convinta che fosse meglio un colore di maggiore vivacità. Dopo lunghi convincimenti ebbe la meglio Del Corno e fu una scelta fortunata per la F.I.L.A.; questo cromatismo caricò ulteriormente di un elegante anonimato l'oggetto e l'unico punto di colore si trovava nella parte alta del fusto per indicare l'inchiostro utilizzato.

Possiamo così individuare tre step temporali nella produzione della Tratto Pen, in cui si determinarono piccoli cambiamenti: il 1976, il 1982 ed infine il 1993. Alla Tratto Pen si associò presto la produzione della Tratto Clip, formalmente uguale ma caratterizzata dalla clip metallica, prodotta nel 1978 e rivisitata allo stesso modo della Tratto Pen nel 1982 e nel 1993.

Oggi la Tratto Pen, ancora in produzione, è ormai confermata come oggetto cult e nel mercato viene venduta con un vasto range di inchiostri colorati, il colore di scrittura viene riproposto sull'intero corpo della penna, con finiture

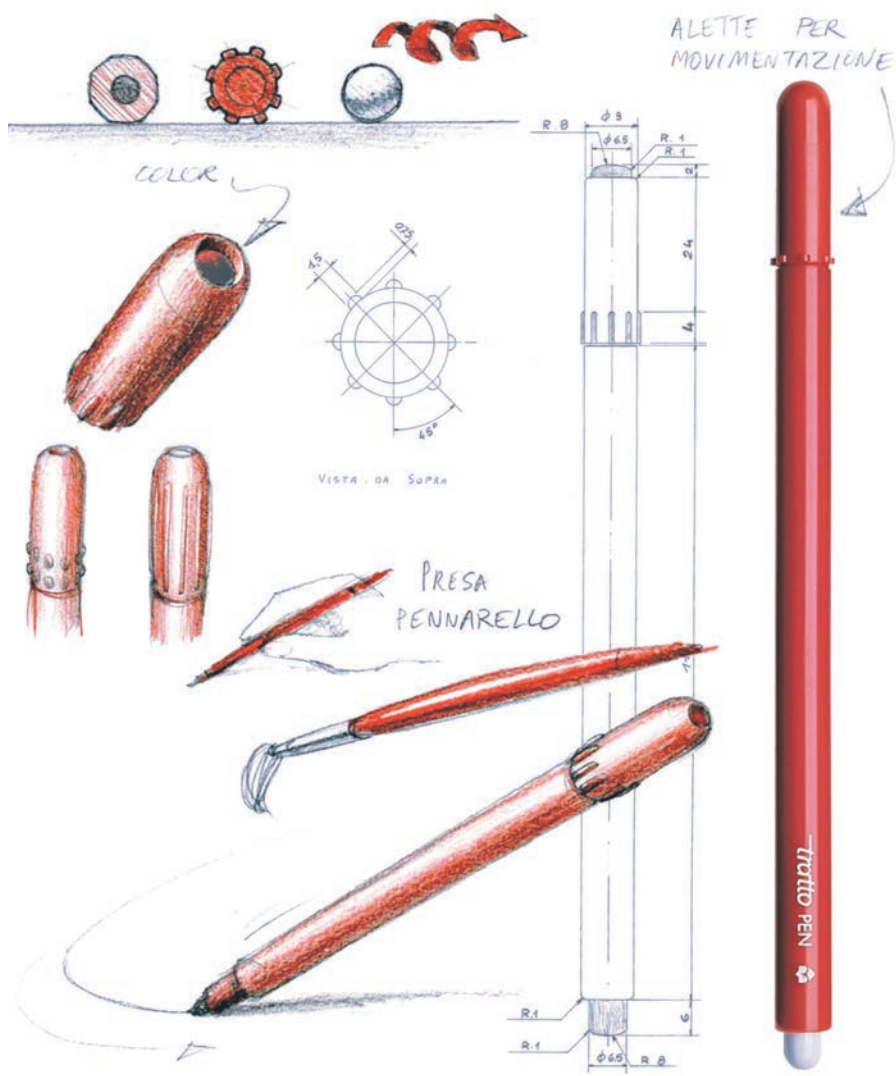


Tavola di progetto della Tratto Pen.

anche metallizzate per la serie Metal. Un'oscillazione ancora possibile grazie alla forte connotazione raggiunta e definita dal suo esordio e grazie al fatto che oggi la Tratto Pen può definirsi una icona degli anni '80.

## Premi **Tratto Pen**

1979 Compasso d'oro

1981 Honourable Mention "bio9"

## Materiali **Tratto Pen**

**Corpo e tappo:** PP – polipropilene (isotattico).

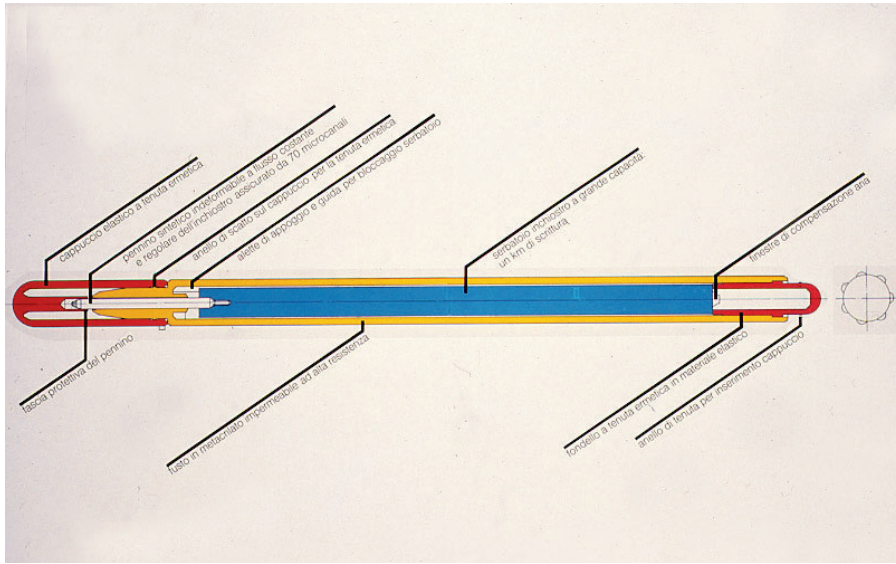
Questo materiale è stato scelto dopo la prima serie di prodotti realizzati in polimetilmetacrilato, dato che quest'ultimo risultava poco compatibile con l'inchiostro utilizzato permettendogli di evaporare. Le Tratto Pen vengono realizzate completamente in polipropilene isotattico, per la sua resistenza agli attacchi chimici dell'inchiostro; un materiale che trova alcune difficoltà nella lavorazione a iniezione e stampo, ma che viene agevolato in questo oggetto dalla forma semplice e priva di sottosquadri.

**Punta:** poliacetale

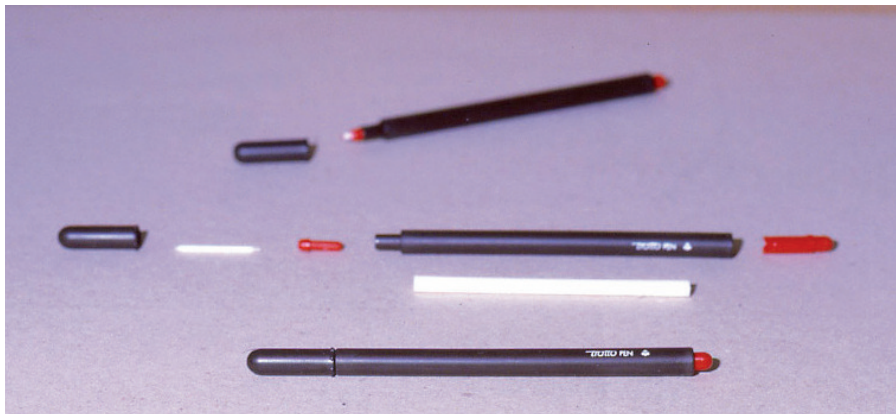
A



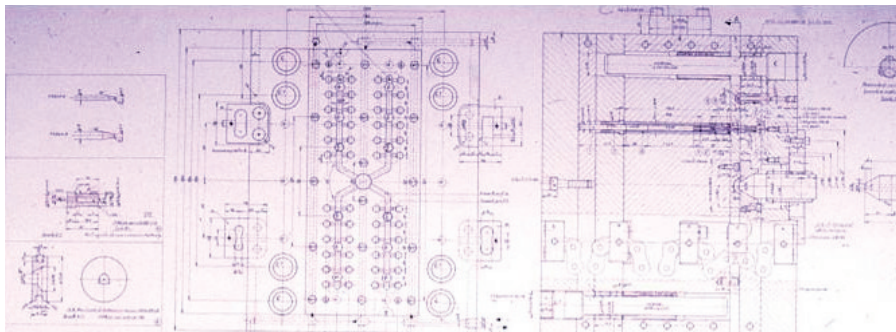
- A. Evoluzione delle diverse versioni di Tratto Pen.
- B. Disegno tecnico in sezioni con didascalia delle singole parti della Tratto Pen.
- C. Foto di una tratto Pen disassemblata.
- D. Porzione di disegno tecnico dello stampo della cannucchia.



B



C



D

## Produzione **Tratto Pen**

La Tratto Pen è realizzata per assemblaggio di semilavorati all'interno degli stabilimenti di Rufina a Firenze, nei quali vengono realizzati molte parti degli stessi semilavorati. Gli elementi principali che compongono la penna, sono cinque:

il pennino, il fusto, il cappuccio ermetico, il serbatoio d'inchiostro e l'anello di tenuta.

L'assemblaggio, formalmente semplice, è realizzato per disposizione sequenziale dei pezzi lungo un unico asse. Il fusto è tubolare con una riduzione scalare su un'estremità; al suo interno viene inserito il serbatoio spugnoso mentre nella parte terminale del corpo (lato scalare) s'inserisce il portapennino ed il pennino. Quest'ultimo raggiunge il serbatoio all'interno del corpo e da questo, per effetto di capillarità, ne assorbe il liquido. Un tappino di chiusura, detto anello di tenuta, all'altra estremità del corpo tubolare, spinge il serbatoio favorendo il contatto tra questo ed il pennino. Il cappuccio è un elemento separato di forma cilindrica che termina a cupola e su cui sono presenti tre tagli di areazione.

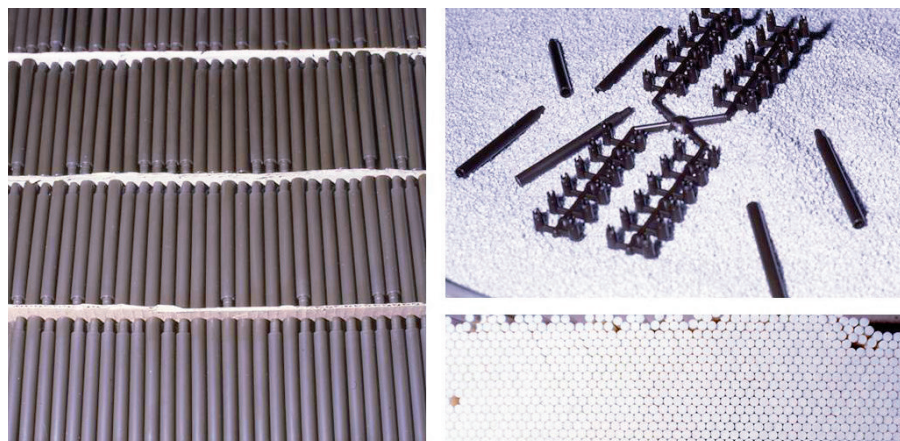
**Pennino:** realizzato per estrusione – (semilavorato acquisito da produzione esterna all'azienda).

**Fusto o corpo:** realizzato per stampaggio ad iniezione.

**Cappuccio di chiusura (tappo):** stampaggio ad iniezione.

**Anello di tenuta:** stampaggio ad iniezione.

**Serbatoio:** co-estrusione di guaina e fibra – (prodotto in Germania).

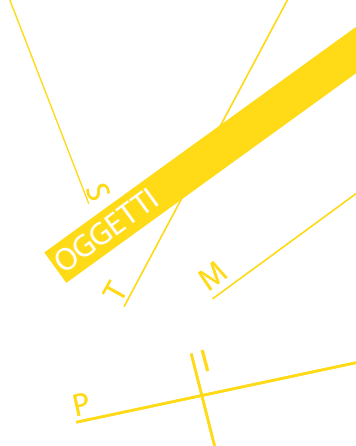


A

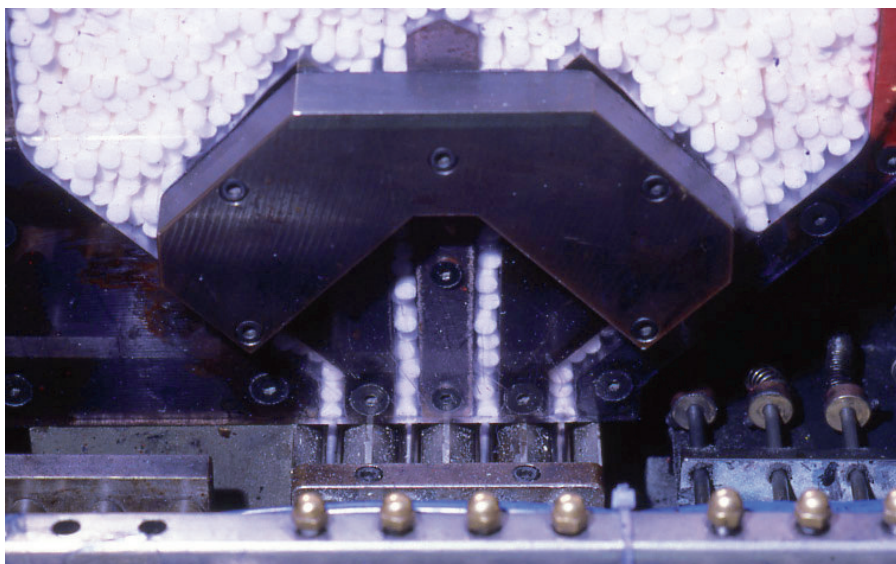
## Finiture **Tratto Pen**

Le classiche: i colori sono aggiunti ai granuli del PP.

Le nuove metallizzate: realizzate con successiva finitura per verniciatura spray.

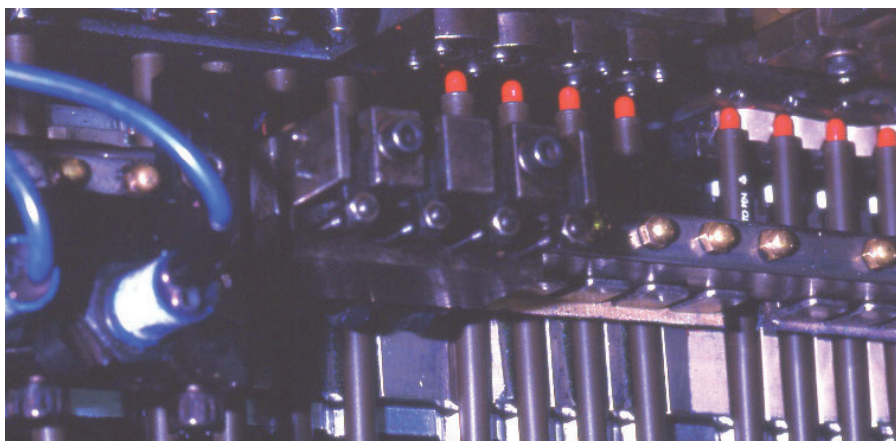


B



135

C



- A. Foto di semilavorati della TrattoPen, da sinistra in senso orario: le cannuce, la matarozza, i feltrini.
- B. Foto della produzione: fase di inserimento dei feltrini quattro pezzi per volta.
- C. Foto di produzione: fase di inserimento del tappo.



# Tratto Matic

Anno: 1994

Azienda: F.I.L.A.

Tipologia: punta a sfera

Design: Design Group Italia

Dimensioni: 14.3 x 1.1-1.7 cm

Peso: 9 g

Colore (pulsante/clip): Pantone 295 PC

136

212

Clip: polipropilene

257

Stampaggio ad iniezione

232

Molla: acciaio AISI 6150

269

Lavorazioni meccaniche

212

Refill: polipropilene

251

Estrusione plastica

224

Corpo: polimetilmetacrilato

261

Stampaggio multi-iniezione

215

Grip: etilene propilene diene

261

Stampaggio multi-iniezione

232

Punta: acciaio inossidabile

271

Punzone e pressa

237

Sfera: carburo di tungsteno

269

Lavorazione meccanica (abrasione)



## Storia **Tratto Matic**

La penna nacque nel 1994 rispondendo alla necessità della F.I.L.A. di definire un prodotto commercializzabile che potesse sfruttare un brevetto sul refill.

Una delle priorità aziendale pare fosse quella di riuscire a produrre una penna a basso prezzo. Riporto di seguito un'intervista di A. Pansera ad E. Angelini, designer di Design Group Italia.

Tratto Pen diede vita a tutta una serie di penne, nate principalmente per ampliare la gamma del prodotto a seguito di modalità di scrittura e puntali diversi. Tratto Matic (1994), fu una sfida a quello che era il mondo della penna a sfera a basso prezzo. L'obiettivo era quello di riuscire a venderla a mille lire, obiettivo che è stato poi raggiunto. Con Tratto Matic nacque una forte identificazione della zona della clip, resa molto visibile e molto meccanica. Generalmente la molla, in tutte le penne a clip, viene posizionata in basso ma questo fa sì che non sia visibile quando la si mette nel taschino o la si tiene in mano. In Tratto Matic, invece, si posiziona nella parte alta e la rende molto visibile, molto meccanica, molto tecnica, con un suono del tutto particolare, un continuo tic tac che l'ha resa decisamente riconoscibile (Angelini cit. in F.I.L.A. - Fabbrica Italiana Lapis ed Affini n.d., "Tratto Pen").

Ross De Salvo, di Design Group Italia, nel trasmettermi alcune curiosità mi ha raccontato che, come per la Tratto Pen, anche per la Tratto Matic si cercava di risolvere con il design particolari esigenze del montaggio, che in questo caso erano rappresentate dalla necessità di inserire il refill attraverso una fenditura laterale lungo il corpo della penna. Dal momento che quest'ultimo non era smontabile, si risolse il problema inserendo in tale taglio contemporaneamente clip e refill. Nel 2001 venne introdotto il grip nel modello Tratto Matic, che consiste in una fascia dalla tattilità morbida per l'impugnatura.

## Design **Tratto Matic**

La Tratto Matic è un prodotto che nasce per la risoluzione di una serie di problemi pratici: definire un oggetto utile a commercializzare un brevetto inutilizzato ed ancora privo di espedienti di vendita e realizzarlo come prodotto economico e per fare questo era necessario ridurre al minimo le spese di produzione ed assemblaggio. Il risultato è stato di sicuro notevole e l'oggetto rispecchia le caratteristiche di pulizia e classicismo tipiche delle scelte di Del Corno e di Design Group Italia, visto che il modello è ancora in produzione da oltre dieci anni, salvo il cambiamento introdotto con la grip, dovuto se vogliamo ad una scelta quasi obbligata e di moda dagli anni 2000.



OGGETTI

La penna ha un corpo dalla linea affusolata ed è un unico pezzo che termina in testa con una forma emisferica. Un elemento riconoscibile è la clip che costituisce anche il pulsante per l'apertura a scatto del refill.

La clip stessa diventa segno distintivo per questo oggetto e ne dichiara la semplicità del meccanismo di apertura, reso ancora più manifesto dalla molla visibile attraverso il corpo trasparente. Inoltre la clip è l'unico elemento colorato dell'oggetto e comunica senza indugi il colore dell'inchiostro.

## Materiali **Tratto Matic**

**Corpo:** PMMA – polimetilmetacrilato

**Clip:** PP – polipropilene

**Grip:** etilene – propilene – diene (più altri non identificati)

## Produzione **Tratto Matic**

La Tratto Matic è realizzata per assemblaggio di semilavorati negli stabilimenti di Rufina a Firenze e molte delle parti principali della penna vengono realizzate negli stessi complessi. Le parti principali che compongono la penna sono: il corpo, il grip, la clip, il refill, la molla, la punta e la sfera.

**Corpo:** acquisito dal fornitore esterno e realizzato per stampaggio ad iniezione o per co-stampaggio nel caso della Tratto Matic con grip.

**Clip:** stampaggio ad iniezione

**Grip:** stampaggio multi iniezione sequenziale con il corpo della penna.

**Refill:** estrusione

**Punta:** punzonatura e pressa

**Sfera:** piatti abrasivi



# Dialog 3

Anno: 2009

Azienda: Lamy

Tipologia: stilografica

Design: Franco Clivio

Dimensioni: 14 x 1.4 cm

Peso: 46 g

Colore: metallo satinato

140

232  
269

Corpo: acciaio inossidabile

Lavorazioni meccaniche

245  
281

Corpo (finitura): palladio

Lavorazione galvanica nelle sequenze:

flash oro

rivestimento nichel

rivestimento palladio

232  
269

Refill: acciaio inossidabile

Lavorazioni meccaniche

240  
269

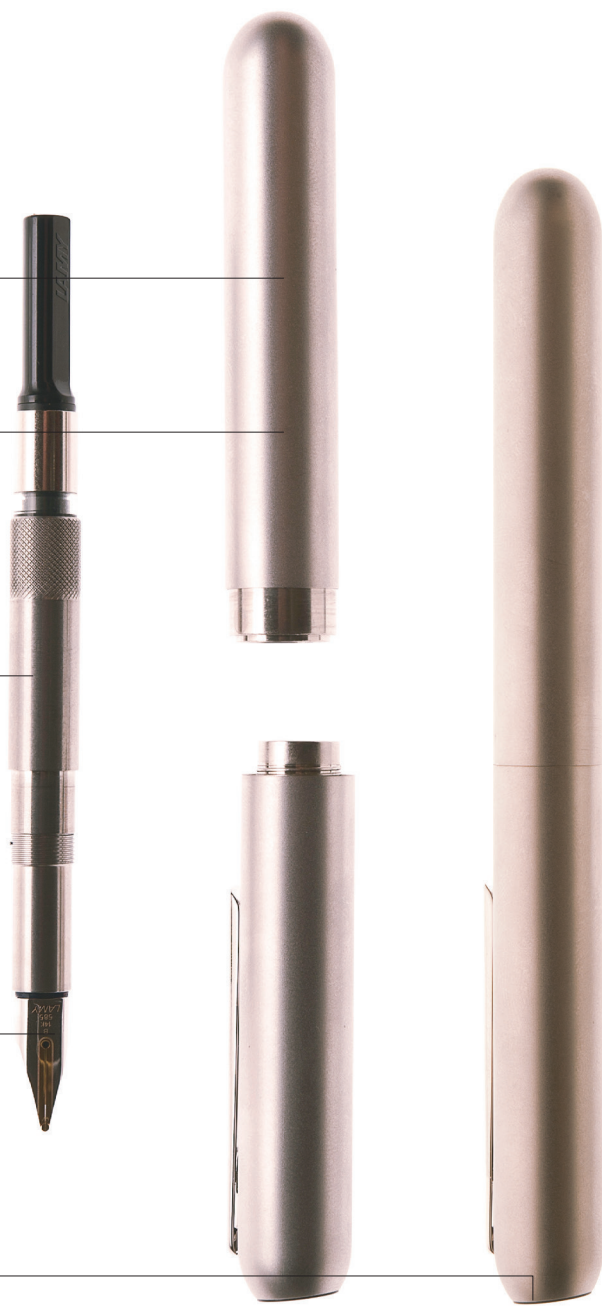
Pennino: oro 14 carati – rodiato

Lavorazioni meccaniche

232  
284

Valvola: acciaio inossidabile

Finitura: rivestimento in cromo lucido



## Storia Dialog 3

La Dialog 3 è una penna stilografica che fa parte della serie di strumenti di scrittura voluti dalla Lamy, nota e consolidata azienda tedesca, che dagli anni 1960-70 ha attuato la scelta di dare un valore aggiunto ai propri prodotti attraverso un design contemporaneo.

Con la serie Dialog si definiscono una famiglia di strumenti di scrittura disegnati e firmati da grandi nomi dell'Industrial Design.

La Dialog 3 è stata disegnata da Franco Clivio; in commercio dal settembre del 2009, è stata pubblicizzata come la prima penna stilografica con pennino e clip a scomparsa. In realtà in passato altri modelli erano stati realizzati con questa tecnologia; l'unicità della Dialog 3 rimane, forse, nella combinazione di movimenti, oltre che nel pennino, anche della clip che si appiattisce sul corpo della penna quando il pennino compare ed è pronto per scrivere.

Sono in molti a fregiarsi del primato della tecnologia del pennino a scomparsa, ma lo strumento più somigliante alla Dialog 3 è il modello Pullman (1932) della ditta parigina Météore, prodotta da La plume d'Or. Ancor più nota tra i cultori rimane l'Asterope (1934) dell'Aurora (p. 90) anticipa anch'essa un meccanismo che ricorda la penna della Lamy.

Successivamente, sistemi di questo tipo sono stati utilizzati, dalla Pilot con il modello Cappless (1963), prodotto per le Olimpiadi estive di Tokio del '64, in cui il meccanismo di scomparsa del pennino si attiva per mezzo di un pulsante a scatto. Ma ancor prima di questi automatismi, la protezione del pennino era già tema d'interesse ed a questo proposito possiamo citare alcuni modelli del passato definiti *Safety pen*, per la loro capacità di accogliere prima il pennino nel serbatoio e poi quest'ultimo in blocco nel corpo della penna; si tratta dei modelli introdotti da Caw, Kaweco, Faber Castell, Montblanc, Soenneken, Waterman intorno i primi anni del 1900. Seppur non rivoluzionaria, alla penna della Lamy rimane il vantaggio del tempo e del progresso tecnologico che hanno permesso a questo modello di esprimere ad oggi il primato di una meccanica d'avanguardia.

La Dialog 3 protegge il pennino grazie ad un automatismo di chiusura a valvola che si aziona nello stesso momento in cui questo elemento rientra nel corpo della penna, coprendone la punta per preservarla dall'essiccazione. La particolarità di questa protezione è anche dovuta alla forma semisferica, che nel suo roteare enfatizza il processo di chiusura. Questo meccanismo, nella combinazione di movimento, finitura e forma, rimanda alla fantasia di oggetti di un futuro fantascientifico.

OGGETTI

S

T

M

P

I

## Design Dialog 3

La Dialog 3 è caratterizzata da un design essenziale, con il quale si corrobora l'assoluta importanza delle qualità tecniche e meccaniche di precisione presenti in questa stilografica. La penna è descrivibile come un corpo cilindrico diviso in due parti uguali tra loro, le quali ruotando lungo l'asse principale attivano il meccanismo di apertura; entrambi i terminali hanno un forma emisferica, ma uno di essi presenta una chiusura con calotta. Il designer Franco Clivio di origine svizzera definisce in questo oggetto una linea di assoluta pulizia formale, creando un oggetto di grande modernità, prezioso e preciso come potrebbe essere un buon orologio. La linea essenziale non lascia inoltre spazio ad altre attenzioni, se non ad esaltare la qualità dei materiali e la scelta delle finiture. Il modello Dialog 3 è successivo ad antecedenti modelli Lamy disegnati rispettivamente da Richard Sapper Dialog 1 e Knud Holscher Dialog 2.

## Premi Dialog 3

2009 Good Design Award

2010 Red Dot Design Award

## Materiali Dialog 3

**Pennino:** oro 14 carati – rodiato

**Valvola:** acciaio inossidabile

**Corpo:** acciaio inossidabile

## Finiture Dialog 3

**Corpo** (sequenze di): flash oro – rivestimento nichel – rivestimento palladio

**Valvola:** cromo lucido





# Pico

Anno: 2004

Azienda: Lamy

Design: Franco Clivio

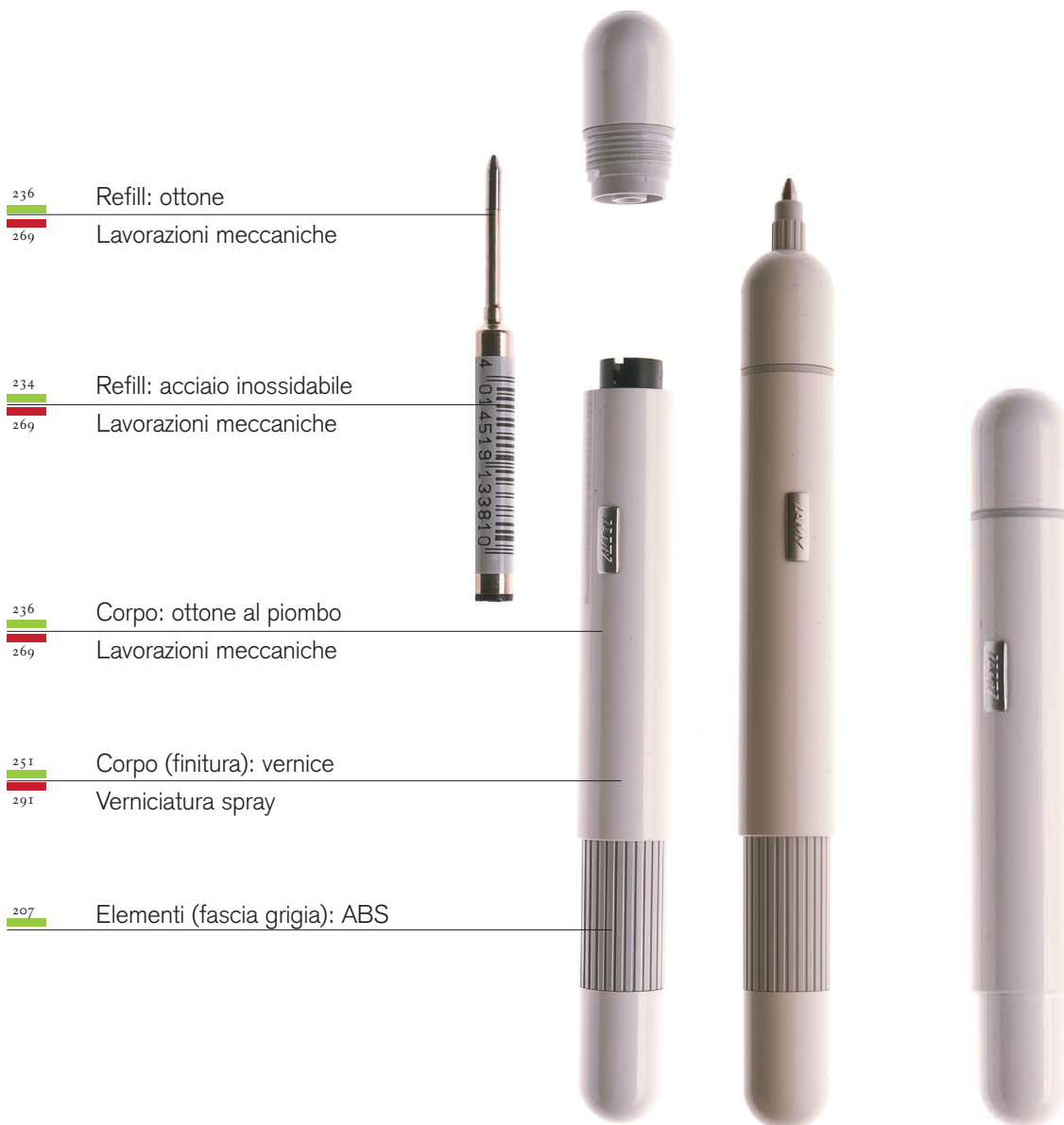
Tipologia: roller ball

Dimensioni: 9.4~12.6 x 1.3 cm

Peso: 22 g

Colore: bianco

144



## Storia Pico

Con il modello Pico, la Lamy introduce un prodotto di grande successo nella serie di oggetti finalizzati ad una maggiore attenzione alla qualità del design. La Pico è stata disegnata da Franco Clivio, già autore per Lamy della Dialog 3, ed è anche facile riconoscerne una similitudine stilistica.

Un prodotto a cui non si può assegnare un preciso target di utenza e le cui caratteristiche stilistiche ne permettono invece l'adattabilità ad ogni tipologia; un oggetto per tutti, seppur si mantenga nel mercato in un segmento di fascia media. Del resto le qualità tecniche, di finitura e dei materiali, non deludono chi ne fa uso.

La penna è un roller e le scelte stilistiche associate alle peculiarità meccaniche lo caratterizzano come un oggetto essenziale e moderno.

## Design Pico

La Pico è descrivibile come un corpo cilindrico metallico le cui estremità si concludono in forme semisferiche. La particolarità del meccanismo di apertura permette a questo oggetto di modificarsi passando da una lunghezza di 9 cm ad una di circa 14 cm. Questa scelta pare sia dettata dall'impegno di ottenere un oggetto comodo nel trasporto e da riporre facilmente in borsa o nel taschino quando chiuso, per trasformarsi in una penna altrettanto valida nell'atto dello scrivere. Il modello è oltretutto privo di clip di aggancio, motivo per cui diventa fondamentale la dimensione ridotta in chiusura. L'apertura e chiusura avvengono con un meccanismo a molla azionato da un pulsante; questo è costituito dall'elemento cilindrico che si trova ad una delle estremità della penna e che in parte scompare nel corpo tubolare. Grazie al meccanismo a molla questo elemento si allunga fuori dal corpo della penna, provocando contemporaneamente la fuoriuscita della punta di scrittura dalla parte opposta.

La penna non presenta parti funzionali che ne alterano la perfetta forma cilindrica; per ovviare al problema del rotolamento sul piano, viene usato l'escamotage di un piccolo marchio in rilievo al centro del corpo della penna.

## Premi Pico

Design Award of the Federal Republic of Germany 2004.



OGGETTI

T

M

P

II

## Materiali Pico

**Corpo:** ottone al piombo

**Elementi in grigio** (punta e corpo): ABS – acrilonitrile-butadiene-stirene

## Finiture Pico

**Corpo:** vernice bianca (titanio)



# ABC

Anno: 1994

Azienda: Lamy

Tipologia: stilografica

Dimensioni: 13.4 x 1.6 cm

Peso: 12 g

Colore: Pantone 2935 PC (Blu)

148

207 Elemento terminale: ABS  
257 Stampaggio ad iniezione

202 Corpo: legno acero americano  
273 Lavorazioni meccaniche CNC

251 Corpo (finitura): organico trasparente  
291 Verniciatura spray

207 Tappo: ABS  
257 Stampaggio ad iniezione

207 Grip: ABS  
257 Stampaggio ad iniezione

232 Pennino: acciaio inossidabile  
269 Lavorazioni meccaniche



## Storia ABC

Con questo modello, Lamy ha anticipato l'attenzione verso un pubblico più giovane, una scelta comune negli stessi anni anche ad altre aziende.

ABC è un modello di penna nato nel 1994 ed è stato studiato per educare un pubblico più giovane alla scrittura con l'ausilio delle penne stilografiche. La bella calligrafia legata all'utilizzo della penna stilografica, è un tema ancora sentito nei paesi germanici, diversamente dall'Italia dove purtroppo si è persa questa attenzione. Così il modello ABC nasce per l'esigenza di dotare anche i piccoli studenti di un oggetto a loro più adeguato e utile per la loro formazione.

## Design ABC

Questo modello ha delle indubbie caratteristiche che lo identificano come un oggetto appropriato agli adolescenti ed in particolare agli studenti di scuola elementare. Il corpo in legno naturale, protetto da una vernice trasparente opaca, è reso giocoso dagli elementi fortemente colorati posti alle estremità, come il cubo deformato dalle facce concave, e dall'impugnatura dalle forme morbide e friendly.

Il corpo ha una impercettibile forma troncoconica approssimata ad un cilindro. La particolare impugnatura data dalle sue scanalature, favorisce la presa anche da parte dei più piccoli, agevolando un'impostazione corretta della mano. Il tappetto di chiusura è colorato come l'estremità e rimangono morbidi elementi con cui poter giocare. Il pennino in metallo è molto resistente ed è oltretutto intercambiabile in una vasta scelta di dimensioni e tipologie, anche per l'utilizzo da parte dei mancini.

Della stessa serie è stata prodotta una matita, in cui il cubetto rosso roteando permette l'uscita della mina in grafite.

## Materiali ABC

**Corpo:** legno di acero americano

**Elemento terminale:** ABS – acrilonitrile-butadiene-stirene

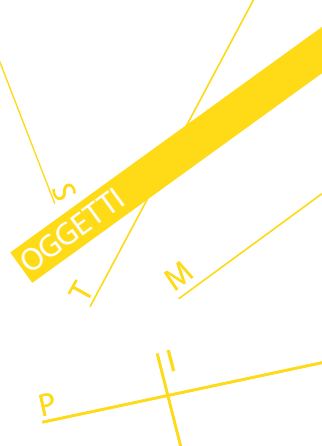
**Tappo:** ABS

**Pennino:** acciaio inossidabile

**Grip:** ABS

## Finiture ABC

**Corpo:** rivestimento organico



# Four Colours

Anno: 1969

Azienda: Bic

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 14.7 x 1.5 cm

Peso: 12 g

Colore (corpo): bianco – Pantone 2925C (azzurro)

150

228  
257 Pulsante: poliacetale  
Stampaggio ad iniezione

228  
257 Corpo: poliacetale  
Stampaggio ad iniezione

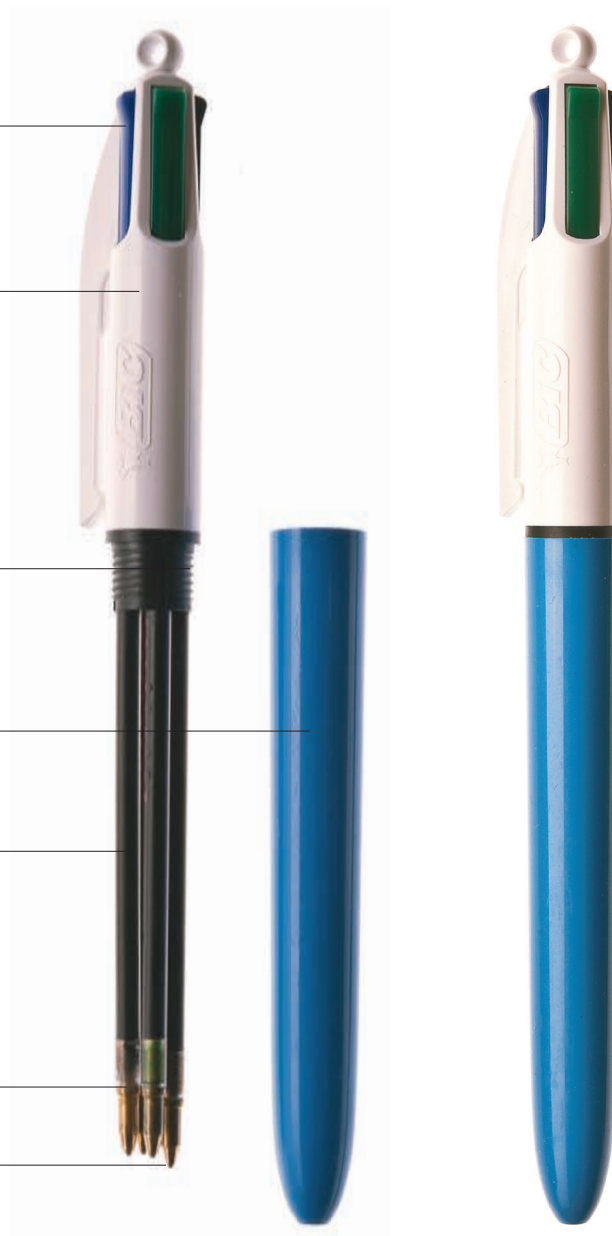
207  
257 Vite: ABS  
Stampaggio ad iniezione

207  
257 Corpo: ABS  
Stampaggio ad iniezione

212  
251 Serbatoio: polipropilene  
Estrusione plastica

236  
271 Punta: ottone  
Punzone e pressa

237  
269 Sfera: carburo di tungsteno  
Lavorazioni meccaniche



## Storia **Four Colours**

Nata nel 1969 la Four Colours ballpoint pen è tra i modelli più longevi ancora in produzione della casa Bic e seppur non sia il primo modello con sistema meccanico multipens è di sicuro quello di maggior successo. Pare che il primo brevetto chiamato Multiple selective ball point pen sia di H. Grumbach<sup>2nd</sup> (30 Aprile 1957). Il tema dello strumento con più colori sembra che fosse molto sentito in quegli anni tanto che tra gli altri troviamo il brevetto di R. M. Jenkins nel 1969 per un modello di stilografica multipens realizzata con un complesso pennino formato per assemblaggio di più elementi differenti e radialmente disposti su unico asse. In alternativa si escogitavano anche sistemi per mantenere più penne unite tra loro e scrivere con più colori contemporaneamente, brevetto di D.N. Dumas del 1969. Non si citano particolari eventi relativi alla Four Colours, tranne che nel 2009 ne fu festeggiato il 40° anniversario con un'edizione speciale.

## Design **Four Colours**

Il design della Four Colours esprime in assoluta chiarezza le logiche del suo funzionamento. La penna è divisa cromaticamente in due parti distinte da due colori differenti, che unite insieme formano il corpo della penna: una parte azzurra in basso, che contiene la punta di scrittura, ed una bianca in alto, nella quale sono presenti quattro pulsanti, uno per colore, disposti simmetricamente e radialmente intorno all'asse dell'oggetto. Questa parte alta (bianca) possiede inoltre una clip di aggancio fatta con lo stesso materiale del corpo, oltre ad un anellino all'estremità utile a assicurare la penna ad una catenella od uno spago. Il corpo della penna contiene quattro refill, semplici tubi plastici che fungono da serbatoio di inchiostro ed ognuno dei quali è innestato direttamente in un pulsante colorato che contiene un meccanismo a molla. Fondamentalmente la penna mantiene invariate fin dall'origine le caratteristiche formali che nel tempo sono diventate a tutti familiari, confermandone così la produzione fino ai nostri giorni. Poco sofisticato è rimasto il sistema di apertura e chiusura, affidato solo alla sensibilità di azione delle dita sui pulsanti.

## Materiali **Four Colours**

**Corpo** (azzurro): ABS

**Corpo** (bianco): poliacetale

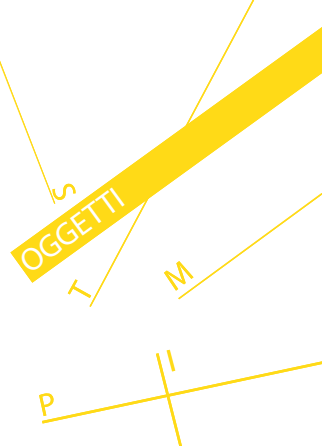
**Vite interna nera**: ABS

**Pulsante**: poliacetale

**Serbatoio**: polipropilene

**Punta**: ottone

**Sfera**: carburo di tungsteno





# Air Press

Anno: 2008

Azienda: Tombow

Tipologia: roller ball

Dimensioni: 12.4 x 1.4 cm

Peso: 15 g

Colore (mod. blu): Pantoni 286PC (corpo), 282 PC (grip)

152

226 Pulsante: stirene - butadiene (85% stirene)

257 Stampaggio ad iniezione

Pulsante (finitura): metallo

287 PVD

224 Aggancio clip: polimetilmetacrilato

221 Corpo : polibutilentereftalato

261 Stampaggio multi-iniezione

232 Clip: acciaio inossidabile

269 Lavorazioni meccaniche CNC

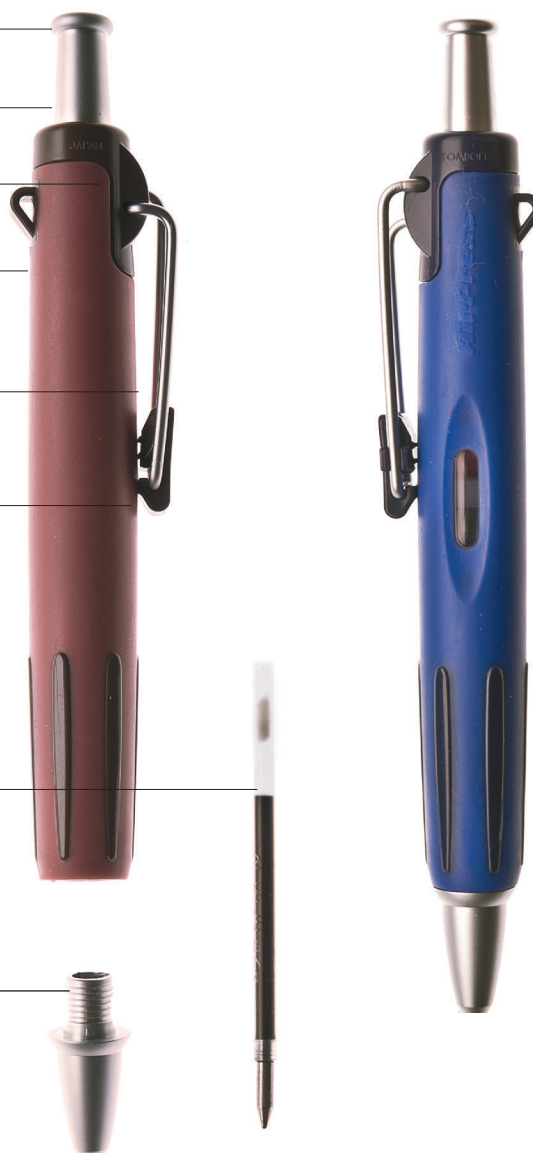
224 Terminale clip: polimetilmetacrilato

212 Refill: polipropilene

251 Estrusione plastica

226 Punta: stirene - butadiene (85%Stirene)

257 Stampaggio ad iniezione



## Storia Air Press

Una penna prodotta dal 2008 e concepita per vincere i principi della fisica e della gravità. Da queste premesse nasce la Air Press nel cui nome è dichiarato il suo principio, quello di poter funzionare e consentire la scrittura in ogni condizione gravitazionale, in ogni orientamento, persino capovolta, ed in ogni condizione climatica.

Un concept non del tutto originale e già esplorato nel passato, ad esempio da Paul C. Fisher fondatore della Fisher Pen C. che nel 1965 progettò e produsse una penna, la Fisher Space Pen, battezzata AG7 Anti-Gravity Pen. La AG7, così come la Air Press, utilizza il principio dell'inchiostro pressurizzato e fu sponsorizzata come la penna in grado di scrivere nello spazio a gravità zero e perfino sott'acqua. Si disse anche che questo progetto ebbe dei finanziamenti da parte della NASA, che fosse in dotazione agli astronauti fin dalle missioni Apollo del 1968, e che venisse utilizzata due anni dopo dall'Unione Sovietica per i voli Soyuz. Il sistema di pressurizzazione della AG7 è nel refill, chiuso ermeticamente e pressurizzato preventivamente con gas, e l'inchiostro utilizzato è particolarmente denso; per queste caratteristiche la Fisher garantisce che per 100 anni l'inchiostro non potrà seccarsi. Interessanti i temi e le storielle divertenti o contraddittorie intorno a questo oggetto; pare infatti che quanto detto riguardo al finanziamento da parte della NASA e all'uso della penna nello spazio fosse stata tutta una trovata pubblicitaria. Un'altra storiella racconta invece che la NASA spese milioni di dollari per realizzare una penna pressurizzata senza che poi funzionasse, mentre i Russi utilizzavano delle semplici matite. Altri esperimenti provarono che non servono affatto biro pressurizzate per scrivere nello spazio. In conclusione la storia pare dia ragione un po' a tutti; esistono foto documentate dove entrambe le navette spaziali pare usassero le matite a bordo legate con cordicelle, ma la paura che i piccoli pezzi di grafite altamente infiammabili o i frammenti di legno spezzati vagando nell'aria potessero danneggiare circuiti o causare incendi portò a sostituire le matite con le penne. La prima penna Fisher AG7 fu utilizzata nel 1968 nell'Apollo VII e Fisher vendette alla NASA per \$2.95 al pezzo le penne prodotte a sue totali spese.

La Air Press innova il principio di pressurizzazione, semplificandolo alla sola azione dello stantuffo; non più quindi un refill dedicato e pressurizzato in fabbrica, ma un comune serbatoio per l'inchiostro realizzato in polipropilene e saldamente ancorato al sistema di pressurizzazione. In questo modo, ad ogni apertura e al suono *click* del pulsante, viene portata aria in pressione nel serbatoio.



OGGETTI

## Design Air Press

Il design della Air Press della Tombow è accattivante e particolarmente studiato nei dettagli. L'oggetto esprime appieno con il suo aspetto di aver delle peculiarità differenti da una comune penna roller. Il corpo della penna ha la forma di un cilindro armonicamente deformato come se sottoposto ad una pressione interna, ed è realizzato con un materiale dalla finitura e dalla tattilità soft, che ne invoglia la presa. La scelta di un materiale di buon grip su tutto il corpo della penna è giustificata dalle finalità di uno strumento che vuole essere utilizzabile in ogni ambiente, così che non possa scivolare sia se utilizzata con guanti da lavoro sia sotto la pioggia. Allo stesso modo il corpo è arricchito da altri dettagli, come delle strisce a rilievo poste radialmente nella parte dell'impugnatura per aumentarne il grip in scrittura. La clip di aggancio in metallo presenta raffinate attenzioni formali: l'asimmetria dei fori di assemblaggio al corpo della penna è utile ad ampliare il range di apertura e favorire il meccanismo a molla, mentre l'elemento plastico terminale è particolarmente curato nel dettaglio. Una discreta orecchia sul corpo della penna sul lato opposto alla clip, diventa utile se si vuole assicurare la penna ad una cordicella. Curiosa la scalfittura che evidenzia la piccola finestrella, da dove è visibile il movimento dello stantuffo in apertura e chiusura. La penna si apre con un corposo e ben dimensionato pulsante a scatto.

Esiste un modello alternativo con la stessa tecnologia ed è commercializzato in Giappone dal nome Air Press Apron, un modello dal design più lineare e indirizzato ad un pubblico femminile.

## Premi Air Press

2010 Red Dot Design Award

2011 nomination al Design Award of the Federal Republic of Germany

## Materiali Air Press

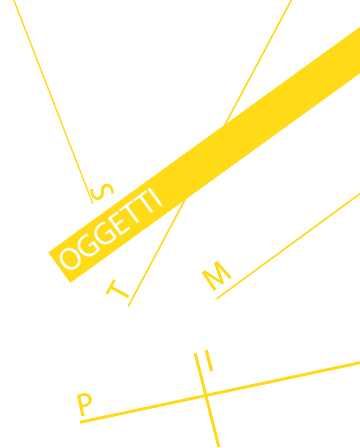
**Corpo:** *Poly(1,4 cyclohexanedemetyleneterphthalate)* – poliestere simile al PBT

**Pulsante e Punta:** stirene-butadiene (85%Stirene) con rivestimento metallico

**Parti scure (corpo):** PMMA – polimetilmetacrilato

**Clip:** acciaio inossidabile

**Refill:** PP – polipropilene



# Bionic

Anno: 2001

Azienda: Stabilo  
Tipologia: roller ball  
Dimensioni: 14.5 x 1.3 cm  
Peso: 14 g  
Colore: Pantone 3145 PC (grip)

156

224 Parti interne: polimetilmetacrilato

212 Tappo: polipropilene

261 Stampaggio multi-iniezione

232 Clip: acciaio inossidabile

269 Lavorazioni meccaniche

217 Grip: ftalato + polipropilene + polibutadiene

261 Stampaggio multi-iniezione

212 Corpo: polipropilene

257 Stampaggio ad iniezione

224 Elementi interni: polimetilmetacrilato



## Storia Bionic

La Bionic possiede delle performance particolari rispetto ai roller della stessa fascia di costo. Un prodotto nato intorno agli anni 2000 per attrarre, grazie alla sua linea e all'utilizzo di materiali soft dai colori accattivanti, un pubblico più giovane.

La penna si distingue per una scrittura particolarmente scorrevole e fluida, dovuta ad un particolare inchiostro a base d'acqua, una stesura piacevole ma priva di dinamica grafica per variazioni di pressione.

Il modello analizzato è quello che potremmo definire modello base, ma ne esistono delle varianti come la *Stabilo Bionic Worker*, che si rivolge ad un pubblico più adulto ed è stato pensato per il lavoro, probabilmente inteso come lavoro di cantiere. Tale finalità può essere letta nell'uniformità cromatica che lo caratterizza, in cui il materiale costitutivo diventa un unico grip dal colore giallo, tipico dei mezzi meccanici o dell'abbigliamento da cantiere. La *Worker* mantiene la stessa linea del modello base, differenziandosi solo per evidenti finestrelle trasparenti sul corpo.

Un'altra variante è il modello *Stabilo Bionic Eurasia*, dichiaratamente indirizzata ad un target di studenti universitari con una particolare attenzione alle grafiche riportate sull'oggetto.

## Design Bionic

Il design di questo modello è particolarmente ricco di virtuosismi formali, come a volere compensare la scelta dei materiali utilizzati o magari con l'intenzione di renderne un immediato appeal visivo.

Il corpo della penna si sviluppa in un leggero andamento sinusoidale tripartito dal colore e dal materiale ed è composto da due parti avvitate tra loro. La parte bassa (verso la punta), realizzata in polipropilene, calza un rivestimento più soffice (grip) che garantisce una piacevole impugnatura ed è sempre dello stesso colore dell'inchiostro. Questa pelle ha una finitura traslucida ed un aspetto siliconico, ma in realtà è realizzato da un particolare blend polimerico; presenta una bolla appena accennata verso l'estremità che potrebbe apparire come un difetto di produzione ma che in realtà serve per evitare il rotolamento della penna sul piano. La parte alta esibisce un'elaborazione grafica in trasparenza che, se ben allineata con una uguale presente sul refill, forma un interessante gioco visivo tridimensionale.

OGGETTI

Il refill della penna sorprende per la sua capienza di inchiostro ed anche perché da solo potrebbe avere tutte le caratteristiche di una penna finita. Il tappo di chiusura presenta una clip metallica di aggancio con in testa un elemento colorato.

## Premi Bionic

2001 Product of the Year Award ISPA

## Materiali Bionic

**Corpo:** PP – polipropilene

**Grip:** IR con picchi relativi ai gruppi dello: ftalato + polipropilene + polibutadiene (Un blend che rende una particolare tattilità e rimanda all'idea di un gel poliuretano: lo ftalato favorisce l'elasticità con lo scorrimento tra le catene polimeriche oltre alla plasticità; il polibutadiene ha un'ottima resa elastica e di resistenza; il polipropilene mantiene elevato il carico di rottura e la resistenza termica e all'abrasione).

**Tappo:** PP – polipropilene

**Elementi interni:** PMMA – polimetilmetacrilato

**Clip:** acciaio inossidabile





# TecFlex P'31 10

Anno: 1999

Azienda: Porsche Design

Tipologia: roller ball

Dimensione: 15.2 x 1.2 cm

Peso: 38 g

Colore: metallico

160

 Terminale: ottone secondo titolo

Tranciatura e pressa o PIM

 Terminale (Finitura): nichel – palladio

Processo galvanico

 Clip: ottone secondo titolo

Punzonatura e pressa

 Corpo: TecFlex (acciaio AISI304)

Tessitura meccanica

 Parte filettata: ottone

Tornio CNC

 Incisione laser

 Punta: ottone secondo titolo

Tranciatura e pressa o PIM

 Punta (Finitura): nichel – palladio

Processo galvanico



## Storia TecFlex P'3110

La TecFlex è un modello di penna concepita dalla Porsche, nota e prestigiosa azienda di produzione automobilistica, che dedica il marchio Porsche Design alla produzione e vendita di oggetti di lusso.

Il modello TecFlex coniuga il mondo degli strumenti di scrittura con un riferimento assoluto nel mondo automobilistico ed in particolare con le automobili Porsche. L'uso di una texture metallica nel mondo degli strumenti di scrittura ha un utilizzo storico consolidato e sono molti i modelli e le aziende che hanno adoperato la maglia metallica come rivestimento del corpo della penna, spesso in materiali preziosi, delicate filigrane o texture decorative.

Il nome della penna è direttamente riferito al semilavorato con cui è realizzata, un intreccio metallico che può essere prodotto con trame differenti e con mix di fili che vanno dall'acciaio all'oro.

Per la Porsche, il primo utilizzo del semilavorato TecFlex in ambito automobilistico è avvenuto nel racing di Lemans; è stato adoperato per proteggere i circuiti elettrici e elettronici dell'automobile e la sua resistenza ha contribuito alla vittoria della gara.

## Design TecFlex P'3110

La penna è stata disegnata da Porsche Design Studio, Zell am See/Austria, ed è stata lanciata nel mercato nel 1999.

Il concept della penna nasce dalla volontà di comunicare le qualità della Porsche coniugandole al lusso del proprio marchio. È stilisticamente evidente la scelta di esprimere con i propri prodotti una caratteristica di assoluta e pura funzionalità.

Funzionalità evidente nel meccanismo della penna, che sfrutta pienamente le caratteristiche del materiale nel suo utilizzo. Il TecFlex è un materiale altamente resistente, che nell'intreccio di sottili fili metallici diventa simile ad un tessuto flessibile, qualità espresse nel nome stesso del materiale.

L'apertura della penna, che nel caso in esame è un roller, avviene esercitando una pressione sulla testa come in presenza di un pulsante di tipo tradizionale, ma in questo caso è lo stesso materiale TecFlex che grazie alla deformazione elastica, permette la funzionalità del meccanismo di apertura e chiusura, senza che alcun altro elemento formale, oltre alla clip di aggancio, alteri la linea stilistica dell'oggetto.

Il corpo della penna, che costituisce la quasi totalità dell'oggetto, è totalmente realizzato in TecFlex, chiuso nelle due estremità da elementi metallici.



OGGETTI

S

M

P

I

Nel caso in esame il materiale utilizzato è un acciaio, ma esistono altre versioni di questo modello che utilizzano un intreccio di acciaio con fili in oro 14k.

La penna viene realizzata in Germania ed è stata dichiarata segreta ogni altra informazione. Si può supporre che parti della penna come il TecFlex siano materiali semilavorati prodotti da altre aziende.

## Materiali TecFlex P'3110

Oltre al TecFlex utilizzato per il corpo della penna, una delle caratteristiche di questo oggetto è la finitura in palladio negli elementi terminali e nella clip.

Le principali parti che costituiscono la penna sono:

**Corpo:** TecFlex (intreccio in acciaio inossidabile, probabilmente AISI304)

**Punta e terminale:** ottone standard con tracce di piombo (probabilmente di secondo titolo)

**Clip:** ottone di secondo titolo

## Finiture TecFlex P'3110

**Punta e terminale:** primo strato 9 $\mu$ m nichel – rivestimento finale 3 $\mu$ m palladio.



# Shake Pen P'3140

Anno: 1999

Azienda: Porsche Design

Tipologia: roller ball

Dimensioni: 11.0 x 0.9 cm

Peso: 34 g

Colore: nero – cromo lucido

164

236

Terminale: ottone

269

Lavorazioni meccaniche

Terminale (finitura): nichel - cromo

281

Processo galvanico

297

Incisione laser

230

Corpo: composito con fibra di carbonio

251

Corpo (finitura): organico trasparente

236

Punta: ottone

269

Lavorazioni meccaniche

Punta (finitura): nichel - cromo

281

Processo galvanico



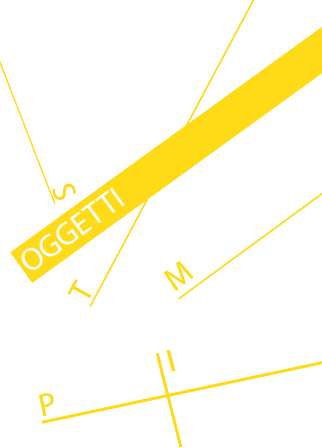
## Storia Shake Pen P'3140

La Shake Pen è un prodotto commercializzato dal marchio Porsche Design, ed è concepito per rappresentare un brand che si distingue per ricerca e lusso. Il particolare sistema meccanico di apertura, da cui il nome della penna, è uno degli elementi che per primo porta in evidenza la ricerca d'innovazione su cui maggiormente punta la Porsche. È chiaro come questo sia un modo per rimandare negli oggetti un diretto riferimento alla qualità riconosciuta del marchio, acquisita con la produzione di automobili esclusive. La penna è un roller ed è curata dalla meccanica alla scelta dei materiali utilizzati. Nel modello analizzato viene adoperata realmente la fibra di carbonio a differenza di quanto spesso accade in altri oggetti, laddove si fa ricorso all'uso di raffinate imitazioni di stampa eseguite con tecniche di cubicatura (stampa 3d). Il progettista dichiara che il movimento a scatto che permette l'apertura e la chiusura della penna, è un riferimento alla velocità automobilistica ed alla risposta precisa di *fast and stop* che può servire in un racing car. Così, con dei semplici movimenti, si può velocemente aprire e chiudere la penna per trovarla sempre pronta per scrivere.

## Design Shake Pen P'3140

La Shake Pen è stata disegnata nel 2009 dal Porsche Design Studio Zell am See/Austria. Il modello ha una formalità pulita e lineare, priva di alcun dettaglio accessorio; viene eliminata pure la clip, elemento forse considerato superfluo date le ridotte dimensioni che consentono di riporre la penna facilmente dentro un taschino o in borsa. Le dimensioni ridotte in lunghezza rendono, nell'equilibrio delle proporzioni risultanti, una maggiore robustezza formale. Il corpo centrale che rappresenta buona parte dell'oggetto è realizzato con un elemento tubolare in composito con fibra di carbonio ed è evidente la trama del tessuto in cui, curiosamente, non sono visibili segni di giunzione da avvolgimento.

Le estremità della penna sono in metallo cromato e quello in alto presenta un rigonfiamento che pare accennare alla clip di aggancio, un'elegante escamotage per impedire il rotolamento sul piano inclinato e sul quale è inciso il marchio Porsche. La scelta di realizzare il corpo in composito con fibra di carbonio è direttamente legata alla volontà di utilizzare un materiale esclusivo e che rimandi al mondo delle automobili di particolare pregio, dove sono richieste alte prestazioni tecniche, garantite da materiali che combinano leggerezza a resistenze meccaniche. Nel caso della penna, le performance del materiale risultano superiori alle reali necessità dell'oggetto, traducendosi in un riferimento puramente formale e di



lusso. Il contrasto cromatico creato tra la fibra di carbonio lucidata e le parti cromate, rendono l'oggetto particolarmente attraente ed elegante.

La penna è prodotta in Germania, ma è dichiarata segreta ogni altra informazione.

## Materiali **Shake Pen P'3140**

**Corpo:** composito in fibra di carbonio

**Punta e terminale:** ottone 40-60, con Pb

## Finiture **Shake Pen P'3140**

**Corpo:** rivestimento organico

**Punta e terminale:** primo strato nichel  $\mu\text{m}$  6.28 – strato finale di cromo  $\mu\text{m}$  0.35.





# Jotter

Anno: 1954

Azienda: Parker


Tipologia: punta a sfera


Dimensioni: 12.8 x 0.9 cm

Peso: 12 g

Colore: nero – metallo satinato

168

 <sup>234</sup> Pulsante: acciaio AISI 316

 <sup>234</sup> Corpo: acciaio AISI 316

 <sup>269</sup> Lavorazioni meccaniche

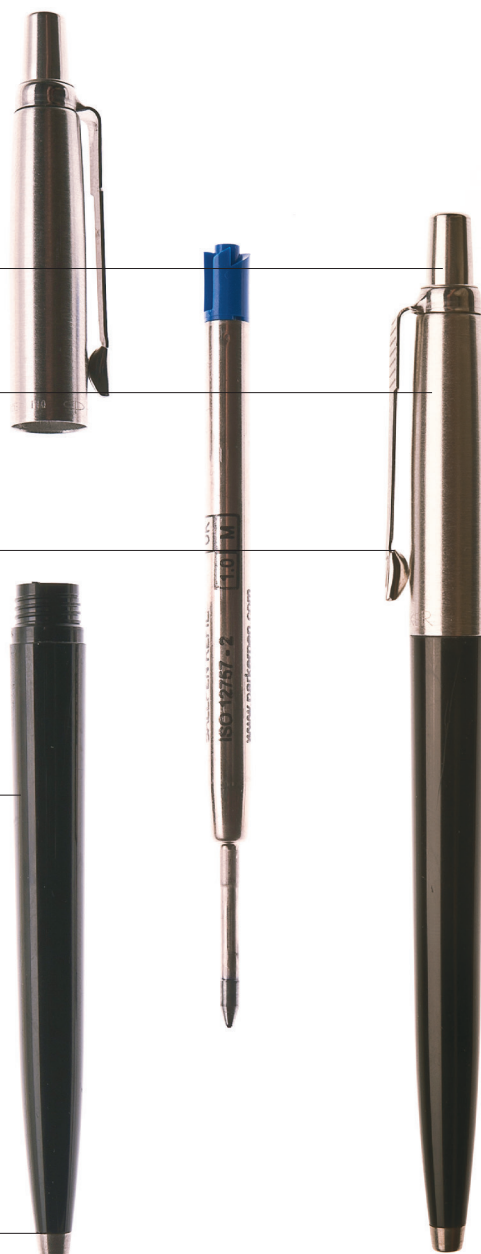
 <sup>234</sup> Clip: acciaio AISI 410/430

 <sup>207</sup> Corpo: ABS

 <sup>257</sup> Stampaggio ad iniezione

 <sup>234</sup> Barilotto: acciaio AISI 410/430

 <sup>271</sup> Punzonatura ed imbutitura



## Storia Jotter

La storia della Parker risale al 1888, anno in cui George Safford Parker fondò la Parker Pen Company a Janesville nel Wisconsin. Da allora l'azienda ha mantenuto il sinonimo di qualità, cadenzando la sua storia con invenzioni e con prodotti ora celebri, come il sistema *Curve* introdotto nel 1894, le stilografiche *Vacumatic* (1933), la Parker 51 (1940-41) fino alla produzione della prima ballpoint pen con la Parker Jotter.

Gli anni '50 erano gli anni delle penne a sfera, Bich cominciava ad introdurre i propri prodotti in Europa e si preparava per la commercializzazione in USA. Ma nonostante il grande successo di questa tipologia di penne, queste rimanevano ancora imprecise e spesso difettose.

Allo stesso tempo molti giornali del tempo criticavano Kenneth Parker, in pieno successo per aver vinto un premio del design con il modello Parker 51 disegnata da Lazlo Moholy-Nagy, per non mettersi in gioco con nessun modello nel boom delle penne a sfera. La risposta di K. Parker era che solo offrendo un prodotto veramente di grande qualità si poteva rimanere competitivi. Egli in realtà fece un primo tentativo di produzione di una penna a sfera camuffata con il nome di *Parquet*, ma fu una prova che non durò molto. Così nel 1954 dopo nove anni di ricerca, quando ormai si pensava che nel campo dei prodotti a sfera non potessero esserci altre novità, Parker lanciò nel mercato la sua penna a sfera: la Jotter. Fu subito un successo e nel primo anno di produzione l'azienda ne vendette 3,5 milioni. Questo modello si distingueva subito dalle altre penne a sfere in circolazione perché utilizza un refill più grande rispetto alle dimensioni standard del tempo permettendo più ore di scrittura, oltre che per il design del corpo vivacemente colorato.

I primi modelli della Jotter venivano realizzati in nylon nei colori rosso, arancio, e verde, ed erano privi dei piccoli barilotti metallici posti nella parte terminale del corpo della penna – elementi inseriti solo in seguito (1955) – necessari a risolvere il problema della frequente rottura della punta. Nel 1957 la Parker introdusse una nuova tecnologia definita *T-Ball*, che consisteva nel realizzare la sfera (ball) in carburo di tungsteno texturizzata, al fine di migliorarne il grip di scorrimento sulla carta.

Solo nel 1958 una freccia sulla clip confermava che la Jotter veniva pienamente riconosciuta dalla Parker. Il modello è rimasto invariato fino al 1973 anno in cui la penna ha subito un primo restyling (Fischler & The Parker Pen Company 1995).



OGGETTI

## Design Jotter

Il design della Jotter, ormai riconoscibile negli anni, ha mantenuto sempre la stessa linea formale salvo piccole modifiche. I primi modelli presentavano una clip piana e anonima; del resto quando uscirono nel mercato esisteva un forte timore che commercializzare una penna a sfera potesse danneggiare l'immagine consolidata della Parker e fu solo in un secondo momento che l'azienda confermò la proprietà del modello applicando il proprio simbolo sulla clip, così come tipico in altri suoi prodotti.

Come premesso le Jotter si distinsero subito dalle penne a sfera allora commercializzate, perché utilizzavano un meccanismo di apertura con pulsante in acciaio, poi variato nella forma dal 1973. Le Jotter nel tempo hanno modificato combinazioni ed uso di materiali, pur mantenendo quasi inalterata la linea formale; particolare è l'edizione del 2004 prodotta tutta in argento per festeggiare il cinquantesimo anno di produzione, così come gli ultimi modelli realizzati solo in metallo e con l'introduzione di alcune texture decorative.

Il design della Jotter, data la sua forma affusolata, potrebbe ricordare modelli antecedenti della Parker e più vicini alle linee dello Streamline. È realizzata con due materiali distinti, metallo nella parte superiore e plastica verso la punta. Caratteristica della penna diventa la clip di aggancio nella sua particolare e riconoscibile forma a freccia (sagomata, incisa e modellata), oltre al barilotto metallico, presente nei modelli classici, utile a proteggere la punta dall'usura.

## Materiali Jotter

**Barilotto:** acciaio inossidabile

**Clip:** acciaio inossidabile ferritico AISI 410 o AISI 430

**Corpo (superiore):** acciaio inossidabile austenitico (probabilmente AISI 316 data la presenza del molibdeno)

**Pulsante:** acciaio inossidabile austenitico

**Corpo (inferiore):** ABS



# Fineliner 96

Anno: 2003

Azienda: Pelikan

Tipologia: fineliner

Dimensioni: 17.3 x 0.7 cm

Peso: 6 g

Colori: metallico – Pantone 3288 C

172

212

Tappo di chiusura: polipropilene

277

Tappo di chiusura: unione per frizione

212

Corpo: PP + pigmenti metallici (Al)

257

Stampaggio ad iniezione

212

Supporto punta: polipropilene

277

Supporto punta: unione per frizione

212

Tappo: polipropilene

257

Stampaggio ad iniezione

232

Punta: acciaio inossidabile

271

Punzonatura ed imbutitura



## Storia Fineliner 96

La Fineliner 96 nasce per rilanciare una tipologia di prodotto già esistente dell'azienda Pelikan, la Fineliner F52, un modello utilizzato e commercializzato principalmente come pennarello per studenti.

Capofila nel mercato dei fineliner è l'azienda Schawn Stabilo che con la famosa penna chiamata Point 88 ne definisce l'archetipo tipologico; l'elemento numerico (88) presente nel nome fa riferimento alla lunghezza, mentre la sua sezione esagonale riprende quella della matita da disegno.

Date queste premesse, la Fineliner 96 Pelikan diventa inevitabilmente un prodotto in diretta competizione con la Point 88, ma a cui bisogna dare nuova identità. Questa è l'esigenza di Gunther Andrée, managing director della Pelikan e ideatore del concept di questo nuovo prodotto, che indirizza la scelta verso un design riconoscibile pur non scostandosi troppo dal riferimento noto.

La storia della Pelikan ha inizio nel 1838, quando ad Hannover in Germania vengono venduti i primi prodotti. Nata come fabbrica di colori per artisti, l'azienda nel corso della sua storia ha esplorato varie tipologie di prodotto, confermandosi spesso d'avanguardia nelle scelte attuate. Tra le più note produzioni ricordiamo le stilografiche dal fusto verde (1929), i primi colori secchi da sciogliere in acqua (1931-50) o le vernici per hobby; sono inoltre da evidenziare una stilografica per studenti chiamata Pelikano e l'invenzione del primo cancellatore d'inchiostro Tintentiger del 1972. Nel 1978 l'azienda viene trasformata in società per azioni, con l'introduzione di nuovi settori produttivi. Dal 1984 l'azienda viene amministrata dal gruppo Pelikan Holding AG/Svizzera.

## Design Fineliner 96

Non è difficile trovare nella Fineliner 96 elementi che rimandano al prodotto concorrente della Stabilo, seppure ne siano stati modificati alcuni dettagli formali dichiarandoli come miglioramenti ergonomici. La penna è più lunga della concorrente e presenta dei solchi o striature longitudinali che ne incrementano il grip oltre che agevolarne alcune fasi nella produzione. Il tappo di chiusura è un elemento slegato dalla penna che insieme alla piccola chiusura finale del fusto mantengono un colore sempre in riferimento a quello dell'inchiostro utilizzato e che rimane altresì in contrasto con il grigio argenteo del corpo. Il tappo presenta tre avvallamenti utili all'apertura della penna. L'oggetto non ha alcun elemento che alteri la sua simmetria assiale, così la penna può rotolare libera su di un piano inclinato.



OGGETTI

T

M

P

I

## Materiali **Fineliner 96**

**Corpo:** polipropilene con pigmenti metallici (alluminio).

**Tappo:** polipropilene

**Supporto punta:** polipropilene

**Tappo chiusura:** polipropilene

## Produzione **Fineliner 96**

La produzione avviene per stampaggio ad iniezione nella fabbrica di Vöhrum vicino Hannover in Germania.

La macchina di assemblaggio della Fineliner 96 ha una storia particolare, in quanto è stata costruita nella stessa azienda, al contrario di altre che sono state acquistate fuori; è lunga nove metri ed è stata necessaria la formazione di un meccanico specializzato per il suo utilizzo.

I pezzi vengono montati in questa macchina, inserendoli in sequenza: prima l'elemento di chiusura finale, quindi la riserva di inchiostro e poi la parte frontale. Entrambe le chiusure vengono saldate al corpo della penna per unione a frizione, successivamente un ago riempie di inchiostro la penna e infine viene inserita la punta scrivente mantenuta da un cono in metallico. Viene poi aggiunto il tappo di chiusura e lo stampaggio del corpo con le informazioni ed il marchio. L'inchiostro con cui sono riempite le penne è prodotto nello stesso stabilimento.





# Replay Max

Anno: 1980

Azienda: Papermate

Tipologia: roller ball

Dimensioni: 15.3 x 1.2 cm

Peso: 14 g

Colore: nero – grigio

176

212

Corpo: polipropilene

257

Stampaggio ad iniezione

207

Tappo: ABS

257

Stampaggio ad iniezione

222

Clip: policarbonato

257

Stampaggio ad iniezione



## Storia **Replay Max**

Papermate Replay è oggi sinonimo di oggetto cult tra gli strumenti di scrittura. Molte vecchie generazioni di studenti ricordano l'introduzione di questo strumento intorno agli anni '80: una penna che rivoluzionò il concetto di scrittura perché permetteva di cancellare l'inchiostro e per questo motivo diede una lieve scossa alle abitudini di insegnanti e pedagogisti, incerti su quale fosse la giusta decisione da prendere per i corretti metodi di apprendimento e se permetterne o meno l'uso, specie ai più piccoli. La penna alla sua uscita ebbe un boom di successo, ma le non eccelse qualità di resa grafica ne smorzarono col tempo l'entusiasmo. La possibilità di cancellare l'inchiostro era limitata a circa una giornata, oltre la quale questo cominciava a rendersi permanente e incancellabile. Nel tempo la penna subì delle evoluzioni e tra un mix di proposte e soluzioni tra loro simili si perse il riferimento al modello originale, così che oggi il più vicino è quello chiamato Erase Mate. Dietro al nome Replay oggi si trova il modello Replay Max, che rispetto a quello originario non evidenzia particolari miglioramenti nel tratto grafico, ma il suo aspetto è stato stravolto in un eccesso di evoluzioni e graffitismi dichiaratamente ispirati ai writer da strada e quindi di certo indirizzata ad un pubblico più giovane. Scelta dichiaratamente espressa anche dagli spot televisivi che, studiati dai creativi americani, evidenziano senza dubbio un'attenzione verso questa fascia di pubblico. Non è secondario inoltre che questo nuovo modello di penna sia caratterizzato da un'autonomia di scrittura di gran lunga maggiore dei precedenti.

## Design **Replay Max**

Il design della Papermate Replay Max, si esibisce come il risultato di un patchwork di elementi rintracciabili in molti altri modelli della stessa azienda. La penna ha una linea vagamente aereodinamica con un aspetto allungato e rastremato verso l'estremità. Il corpo nero è arricchito da una serie di giochi grafici a contrasto cromatico e d'ispirazione *urban-graphic*. In prossimità della punta è stato inserito un elemento (barilotto) di materiale diverso ed utile come grip, reso ancora più evidente dal colore in contrasto con il resto della penna. La parte terminale (punta) è invece realizzata dello stesso materiale del corpo e si conclude con un elemento conico. Il tappo di chiusura, separato, è trasparente di colore fumé e dalla forma cilindrica rigonfia; sullo stesso elemento si trova la clip di aggancio realizzata in altro materiale ed il gommino utile a cancellare l'inchiostro. Quando il tappo è inserito, la penna si mostra in una corposa fisicità.

## Materiale **Replay Max**

**Corpo:** *linklon* – polipropilene

**Clip:** policarbonato

**Tappo:** ABS

OGGETTI

T

M

P

II

# B2P

Anno: 1980

Azienda: Pilot

Tipologia: roller ball

Dimensioni: 15.3 x 1.2 cm

Peso: 13 g

Colore: Pantone 292 PC (corpo)

178

207 Pulsante: ABS  
257 Stampaggio ad iniezione

222 Clip: policarbonato  
257 Stampaggio ad iniezione

219 Corpo: PET  
257 Stampaggio ad iniezione

212 Filler: polipropilene  
251 Estrusione plastica

232 Molla: acciaio AISI 6150

222 Punta: policarbonato  
257 Stampaggio ad iniezione



## Storia B2P

La B2P fa parte della famiglia di prodotti Pilot denominati BeGreen; un marchio sviluppato dopo tre anni di ricerche e a cui appartengono una serie di oggetti realizzati in modo sostenibile con cui l'azienda dichiara un'attenzione alla salvaguardia ed al benessere del nostro pianeta. Con la BeGreen, la Pilot diventa sponsor della KAB Keep American Beautiful, la più grande associazione di volontari dedicata alla promozione dell'ambiente. BeGreen diventa marchio che identifica una tra le prime linee di strumenti da scrittura realizzati con materiali da riciclo e secondo rigorosi standard ambientali; tutti i prodotti sono realizzati per almeno il 70% con materiale riciclato, pur riuscendo a mantenere la stessa fascia di prezzo dei concorrenti. La penna B2P diventa prodotto leader e di rappresentanza della BeGreen, con un riutilizzo dell'89% di plastica da riciclo.

## Design B2P

La penna dedica ogni aspetto formale a comunicare le scelte ambientaliste e del riciclo. Formalmente il rimando alle bottiglie in PET è indiscutibile: il corpo cilindrico della penna, dalle proporzioni robuste, è modulato da una texture di linee ad onde che, incise sulla superficie rimandano all'idea dell'acqua, rappresentazione resa ancor più forte dalla scelta del colore azzurro trasparente. Le due estremità della penna sono realizzate con un materiale diverso dal resto del corpo ma di cui mantengono armonicamente il colore e la consistenza materica: la punta è costituita da un cono bombato che contiene la molla per il refill, ben visibile attraverso il materiale trasparente, mentre la parte terminale (in coda) incapsula il meccanismo d'apertura a pulsante. Unico elemento differente nell'oggetto rimane quest'ultimo, che è cromaticamente uguale e di riferimento all'inchiostro del refill. La penna presenta una clip di aggancio modulato con lo stesso materiale di cui è fatta l'estremità superiore dell'oggetto.

## Materiali B2P

<b>Punta:</b> PC ad alto peso molecolare.	<b>Clip:</b> PC ad alto peso molecolare.
<b>Pulsante:</b> ABS	<b>Filler:</b> polipropilene
<b>Corpo:</b> PET (riciclato)	<b>Molla:</b> acciaio AISI 6150

## Premi B2P

Premiata come prodotto dell'anno 2009 dalla rivista OPI.

OGGETTI

I

M

P

II

# Frixion

Anno: 2006

Azienda: Pilot

Tipologia: roller ball

Dimensioni: 14.9 x 1.6 cm



Peso: 12 g

Colore: nero – argento



180

 217 Gomma: etilene-propilene-butadiene

Corpo: policarbonato  
+ 10% fibre di vetro

 222  
 257 Stampaggio ad iniezione

Tappo: policarbonato  
+ 10% fibre di vetro

 222  
 257 Stampaggio ad iniezione

Grip: cicloexanedimetilenetereftalato

 261 Stampaggio multi-iniezione



## Storia Frixion

Con questo modello la Pilot introduce una nuova tecnologia nella scrittura, con un'idea che seppur non originale nel fine lo diventa nel mezzo. La Frixion permette di cancellare l'inchiostro grazie ad un gommino presente sulla penna, ma senza che questo venga consumato. La rimozione dell'inchiostro o il renderlo invisibile avviene per frizione con surriscaldamento dello stesso. Dato il principio adottato, il gommino non lascia alcun residuo perché utile solo a riscaldare i segni da eliminare. Questo sistema ha avuto un forte impiego in oriente in campi diversi dalla scrittura, ad esempio per disegnare tracce preparatorie su tessuti da rimuovere poi con il calore della stiratura. Oggi è possibile ritrovare questa tecnologia anche in alcuni modelli di penna venduti da Muji, una nota catena commerciale giapponese presente anche in Europa.

La Frixion ha una discreta scorrevolezza ed una buona resa in scrittura, ma il risultato è fortemente variabile in base al supporto cartaceo utilizzato.

## Design Frixion

Il design della Frixion pur rivolgendosi ad un target giovanile si mantiene sobrio nella forma, trovando un momento di libertà nella grafica disegnata a contrasto sul corpo. Nell'insieme questa penna ricorda senza dubbio il modello della Replay Max ma i giochi grafici della Frixion hanno dei segni più fluidi di rimandi vagamenti tribali. La sua geometria potrebbe ricordare le forme aerodinamiche dello Streamline. Il corpo, realizzato in unico materiale, scala la propria dimensione nella parte della punta quanto necessario per permettere che il tappo di chiusura, libero, possa allinearsi all'insieme dell'oggetto. Dal lato opposto, sempre con lo stesso cromatismo, il materiale muta in una tattilità più soft utile a migliorarne il grip di presa. La penna conclude la sua forma in una punta conica dello stesso materiale del resto del corpo. Il tappo, libero, presenta un'evidente clip di aggancio stampata nel medesimo elemento.

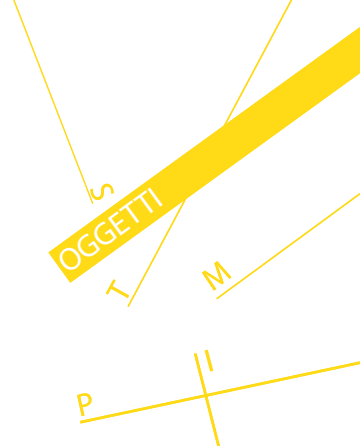
## Materiali Frixion

**Corpo:** policarbonato + 10% fibre di vetro

**Tappo:** policarbonato + 10% fibre di vetro

**Gommino per cancellare:** etilene-propilene-butadiene più altro non identificato.

**Grip:** cicloexanedimetilenetereftalato



# Micron 005

Anno: 1982

Azienda: Sakura Colour Products Corporation

Tipologia: fineliner

Dimensioni: 13.7 x 0.9 cm

Peso: 8 g

Colore: Pantone 453 C

182

212 Terminale: polipropilene

212 Corpo: polipropilene

257 Stampaggio ad iniezione

212 Tappo: polipropilene

257 Stampaggio ad iniezione

232 Clip: acciaio inossidabile

232 Punta: acciaio inossidabile



## Storia Micron

Negli anni '80 la Sakura<sup>1</sup> Colour Products Corporation introduce nel mercato una nuova e straordinaria invenzione, un inchiostro definito pigmentato (brevettato con il nome Pigma), più stabile rispetto a quelli *dye based*<sup>2</sup> utilizzati a quel tempo in molti strumenti di scrittura e nelle stampanti. Le molecole di questa nuova miscela sono 100 volte più grandi e più complesse dell'inchiostro precedente, hanno minori alterazioni all'esposizione dei raggi UV ed inoltre subiscono minore degradazione chimica. Il principio dell'inchiostro pigmentato è quello di rimanere in sospensione nella base acquosa così che in scrittura non venga assorbito dal foglio, un sistema contrario al *dye based* dove pigmento e solvente rimangono in unica soluzione assorbita dal foglio. È evidente che il nuovo principio pigmentato rende al colore un aspetto più vivido. Nel tempo la Sakura ha migliorato la formula di questo inchiostro per meglio adattarlo agli strumenti di scrittura, ha aggiunto resine per renderlo impermeabile e ne ha modificato le molecole in micro particelle ma sempre capaci di rimanere in sospensione. Da questo principio il nome dello strumento Micron; del resto si potrebbe cadere nel facile errore di pensare che il nome sia riferito alla misura dello spessore di scrittura. Il modello è presente in commercio con una gamma di spessori che variano in 005 - 01 - 02 - 03 - 05 - 08. Sulla stessa base tecnologica dell'inchiostro, la Sakura ha poi sviluppato i modelli Brush e Graphic con un diverso sistema di punte.

## Design Micron

La Micron non esibisce particolari esigenze o eccezioni formali nel suo design. È un oggetto formalmente descrivibile come modulazioni sul cilindro: un elemento tubolare che scala la sua dimensione per accogliere il tappo e ancora in un susseguirsi a gradoni fino alla punta vera e propria che è metallica ed è anch'essa un micro-cilindro che assicura ad uno spessore costante le fibre di scrittura. Il tappo di chiusura è un elemento separato, anch'esso cilindrico, su cui è agganciata la clip in metallo; un suo particolare è la presenza di piccole alette radiali, poi coperte dall'anello di presa della clip, probabilmente utili ai fini dei processi di produzione. La penna è arricchita dalle grafiche di testi descrittivi.

## Materiali Micron

**Corpo:** polipropilene

**Tappo:** polipropilene

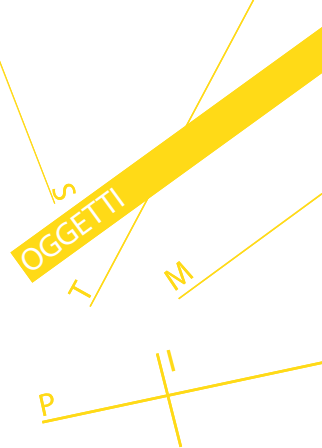
**Terminale:** polipropilene

**Clip:** acciaio inossidabile

**Punta:** acciaio inossidabile

1 Probabilmente il nome Sakura, viene preso da un personaggio manga giapponese, Kinomoto Sakura. In senso letterario Sakura è un modo di chiamare il frutto di un albero *Prunus Serrulata*, simile alla ciliegia. Le due ipotesi possono avere degli elementi comuni.

2 È l'inchiostro storicamente più utilizzato, il primo sviluppato per le stampe ink-jet. Una soluzione in cui le molecole di colorante sono disciolte nel liquido solvente, generalmente acqua.





# FlexGrip

Anno: 1940

Azienda: Papermate

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 14.3 x 0.9 cm

Peso: 8 g

Colore: nero – grigio

184

212 Pulsante: polipropilene  
257 Stampaggio ad iniezione

212 Clip: polipropilene  
257 Stampaggio ad iniezione

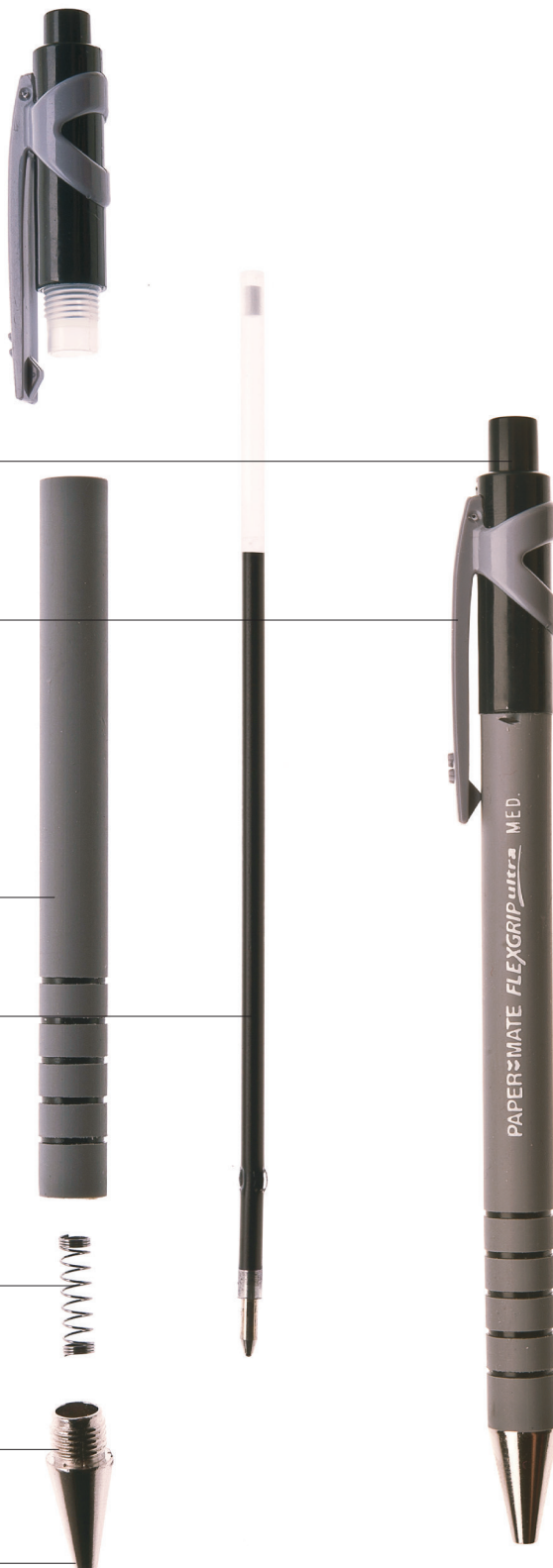
212 Corpo: polipropilene + silice  
261 Stampaggio multi-iniezione

212 Refill: polipropilene  
251 Estrusione plastica

232 Molla: acciaio AISI 6150

246 Punta: lega di zinco alluminio  
267 PIM

281 Punta (finitura): nichel galvanico



## Storia FlexGrip

La storia della Papermate inizia negli anni '40 quando Patrick J. Frawley acquisì un'azienda che produceva pezzi di ricambio per penne a sfera. Frawley in pochi anni ne migliorò e incrementò la produzione, suscitando l'interesse della Gillette Company che nel 1955 ne acquisì il marchio. Nel 1966 la Papermate ha introdotto gli strumenti con le punte porose in nylon e nel 1979 venne lanciata sul mercato la Replay, una penna con un inchiostro cancellabile e pressurizzato per favorirne la scrittura in ogni posizione. Nel 1987 nacque FlexGrip, una delle prime penne in commercio dall'intero corpo gommoso, un modello che ha dominato il mercato fino agli anni '90. Nel 1996 la penna ha subito un restyling ed è stata ribattezzata FlexGrip Ultra, esibendo un miglioramento stilistico ed un migliore grip, grazie anche alle texture ad anelli della parte terminale.

## Design FlexGrip

La penna ha delle caratteristiche formali che potremmo definire di consolidata modernità. Non esprime particolari accenti o evidenti formalismi. L'unico elemento espressivo è l'attacco della clip, la cui eccezione diventa momento estetico sottolineato dalle fasce che cingono in obliquo il corpo della penna e ancor più evidenziate dal fondo colorato a contrasto.

Il corpo della penna è uniforme per oltre i tre quarti dell'oggetto, mantenendo un cromatismo costante che evidenzia così una maggiore superficie dalla tattilità soft. L'impugnatura della penna non viene quindi differenziata dal materiale, ma sottolineata da una serie di anelli concentrici incisi sul primo strato di pelle dell'oggetto, la cui funzione grip rimane forse più simbolica che reale.

La penna termina in punta metallica conica ed è interessante trovare l'utilizzo di vero metallo, pur potendo con le nuove tecnologie orientarsi verso processi forse più economici o rivestimenti (PVD) su polimero. Il meccanismo di apertura è tra i più classici: un pulsante in sommità spinge un refill tubolare ed una molla libera, inserita all'interno del cono (punta), ne permette il movimento di ritorno.

## Materiali FlexGrip

**Punta:** lega di zinco alluminio.

**Pulsante:** polipropilene

**Corpo:** polipropilene caricato con silice.

**Molla:** acciaio AISI 6150

**Clip:** polipropilene

**Refill:** polipropilene

## Finiture FlexGrip

**Punta:** nichel galvanico

OGGETTI

I

M

P

II

# Hybrid gel

Anno: 1987

Azienda: Pentel

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 14.3 x 0.9 cm

Peso: 12 g

Colore: bianco

186

210

Tappo: polietilene – LDPE

257

Stampaggio ad iniezione

207

Corpo: ABS (trasparente)

257

Stampaggio ad iniezione

212

Grip: polipropilene caricato

261

Stampaggio multi-iniezione

236

Punta: ottone al piombo

207

Tappo: ABS (trasparente)

261

Stampaggio per co-iniezione



## Storia Hybrid gel

Questo modello della Pentel si evidenzia per l'innovazione introdotta nella tipologia d'inchiostro adoperato e dal quale trae origine il suo nome, Hybrid. Con questa dicitura si vuole indicare l'utilizzo di un composto a base d'acqua addensato con pigmenti di cere che permettono alla penna di mantenere una scrittura fluida e priva di macchie sul foglio; una caratteristica che ne permette l'utilizzo su ogni superficie, anche differente dalla carta. L'inchiostro è contenuto in un refill ed è assicurato ermeticamente da un materiale grasso-oleoso utile ad evitarne l'evaporazione.

Le caratteristiche di questo modello di penna mirano a soddisfare esigenze di tipo artistico, puntando più a risolvere necessità grafiche che di scrittura di testi. Volontà ancora più evidente dall'ampia gamma di colori disponibili e dai particolari ed insoliti toni cromatici quali il bianco, l'oro, l'argento o altre tonalità chiare, che evidenziano una delle peculiarità di questo prodotto nell'utilizzo su superfici scure e in scrittura a contrasto.

La Pentel è un'azienda relativamente giovane, è nata nel 1946 in Giappone a Tokyo ed è diventata un colosso mondiale nella produzione di strumenti di scrittura; ciò grazie soprattutto ad una gestione attenta all'innovazione ed alla qualità dei prodotti.

## Design Hybrid gel

La penna è un roller ricaricabile e il design non ha particolari peculiarità formali. L'oggetto si presenta con un corpo cilindrico trasparente la cui unica eccezione è costituita dall'impugnatura, un grip in materiale differente esteso su tutta la superficie dell'ultimo quarto di penna e modulato da scanalature radiali. Il tappo di chiusura è trasparente come il corpo ed è un elemento libero che comprende una clip di aggancio dove si riporta ben in evidenza il nome e il marchio. Questo è stampato su un fondo di colore simile all'inchiostro utilizzato e lo stesso principio viene adoperato per caratterizzare il grip, il tappino posteriore del corpo e la parte terminale del tappo di chiusura. Una particolarità di quest'ultimo è la presenza al suo interno di un elemento in gomma, utile a sigillare ermeticamente la punta della penna e ad evitare che secchi. Infine la punta, semplicemente conica, si avvita sul corpo ed ha una finitura in metallo lucido.

## Materiali Hybrid gel

**Corpo e tappo:** ABS (trasparente)

**Tappino posteriore:** LDPE

**Grip:** polipropilene caricato

**Punta:** ottone al piombo

OGGETTI

T

M

P

I

# Zoom 707

Anno: 1987

Azienda: Tombow

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 13.8 x 0.65 cm

Peso: 8.5 g

Colore: nero – grigio 200 PC

188

232

Clip: acciaio inossidabile

269

Lavorazioni meccaniche

207

Sfera rossa: ABS

236

Corpo: ottone al piombo

Trafilatura

Corpo (finitura): vernice

251

(TiO<sub>2</sub> CaCO<sub>3</sub> e ossido Ferro)

236

Punta: ottone al piombo

269

Lavorazioni meccaniche



## Storia Zoom 707

L'azienda nacque a Tokio nel 1913 ed inizialmente era rivolta alla produzione di matite. Il marchio giapponese Tombow adottato dal 1927 significa libellula e da quel momento iniziò una produzione sempre più incentrata ad una particolare attenzione per il design dei prodotti. La serie di strumenti da disegno denominati Zoom furono presentati sul mercato nel 1986 e di questa serie fa parte la Zoom 707.

## Design Zoom 707

Il design della Zoom 707 si distingue subito da ogni altro modello di penna. Difficile trovare un riferimento che possa essere uguale, seppur molte sono state le copie ed i richiami a questo strumento prodotti da parte di altre aziende. Sviluppata dal 1987, la Zoom 707 divenne subito uno dei modelli preferiti dell'azienda e grazie ad un design essenziale e pulito riuscì ad ottenere numerosi riconoscimenti. Probabilmente questa è la penna più sottile al mondo che contenga un meccanismo di apertura; il sistema di scomparsa avviene per rotazione di un elemento tipo pulsante posto in cima, il quale roteando genera un effetto di compressione sulla leggera cover plastica a pieghe parallele. La Zoom 707 si presenta come un sottile cilindro dal diametro inferiore ai 4mm, su cui è evidente e necessario un rigonfiamento plastico che diventa grip. La clip di aggancio è particolarmente visibile anche grazie a un pallino colorato in rosso, verde o nero, sempre in contrasto con il colore del corpo che può essere di differenti tonalità cromatiche. I modelli possono infatti avere finiture differenti che vanno dal cromato al nero opaco, come il modello analizzato.

## Materiali Zoom 707

**Corpo e punta:** ottone al piombo

**Vernice:** segnali di titanio, calcio e ferro relativi alle cariche della vernice:  $TiO_2$ ,  $CaCO_3$  e ossido di ferro.

**Sfera rossa:** ABS

**Clip:** acciaio inossidabile

## Finiture Zoom 707

**Corpo:** vernice scura

OGGETTI

I

M

P

II

# Reporter 4

Anno: 2010

Azienda: Tombow

Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 14 x 1.2 cm

Peso: 14 g

Colore: nero – trasparente

190

228 Pulsante: poliacetale

222 Corpo: policarbonato + 10% fibre

261 Stampaggio multi-iniezione

206 Grip: melinex - poliestere

261 Stampaggio multi-iniezione

232 Punta: acciaio inossidabile



## Storia Reporter 4

La Reporter 4 è un modello multifunzione di penna sfera, liberamente ispirato ad un classico tra gli strumenti di scrittura, la Four Colors della Bic. Rispetto al suo concorrente storico, la Tombow ha apportato a questo modello delle modifiche nei materiali ed in alcuni aspetti formali, per renderlo più attrattivo; uno degli elementi più evidenti è l'introduzione di un grip per l'impugnatura. I meccanismi utili all'apertura della penna rimangono uguali, nel principio di funzionamento, a quelli della Four Colors.

## Design Reporter 4

Nel design della Reporter 4 non si ravvede un netto distacco formale dal modello della Bic, ma le differenze sono evidenti invece in molti altri dettagli e per l'uso di materiali trasparenti che ne rendono un aspetto più moderno e luminoso. Attraverso il corpo della penna sono ben visibili i meccanismi a molla così come i refill di quattro colori differenti (rosso, blu, verde, nero) ed anche l'avvitatura, disposta pressochè al centro del corpo diventa quasi un gioco grafico. L'unico elemento coperto presente sul corpo della penna è rappresentato dall'impugnatura, realizzata con un barilotto in grip nero ed il cui spessore rimane a filo con il corpo trasparente.

La clip, più scura, è prodotta in un materiale anch'esso trasparente ed introduce un utile dettaglio meccanico, a primo approccio poco visibile, che rende possibile azionare un movimento molleggiato di maggiore apertura e presa. Un'altra eccezione di pregio può essere data dai pulsanti di azione dei singoli refill, disegnati tutti differenti nei loro nei profili, così da abituare il tatto ad un determinato colore.

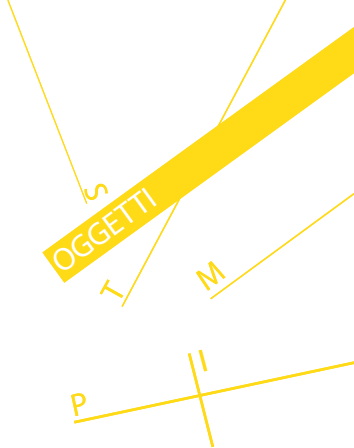
## Materiali Reporter 4

**Interno pulsanti:** poliacetale

**Grip:** Melinex (rivestimento in poliestere)

**Corpo:** policarbonato + 10% rinforzato con fibre

**Punta:** acciaio inossidabile





# PFit

Anno: 2009

Azienda: Tombow

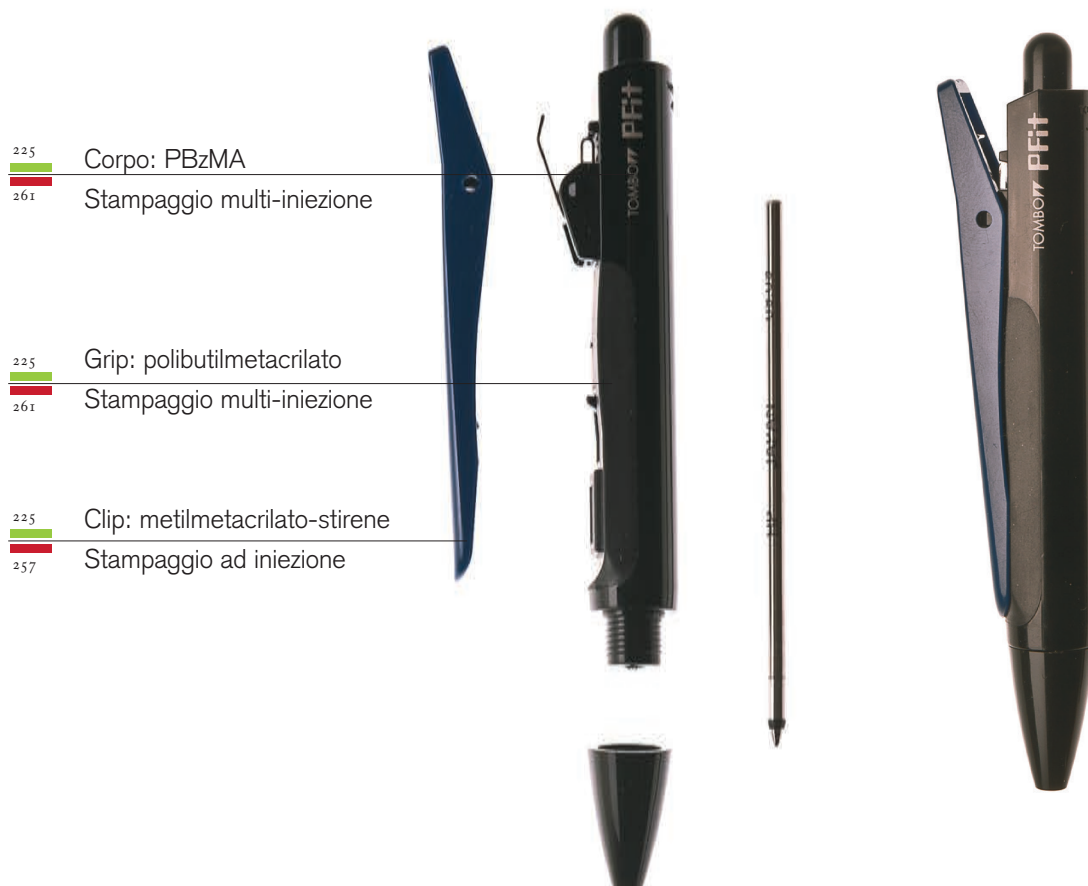
Tipologia: punta a sfera

Dimensioni: 0.5 x 12 cm

Peso: 9 g

Colore: Pantone 2955 C (blu)

192



## Storia PFit

La PFit è un modello di penna a sfera che si caratterizza per lo scostamento da alcuni abituali canoni di riferimento per uno strumento di scrittura, pur mantenendosi formalmente riconoscibile e raffinata.

La penna si distingue subito per dimensioni e forme e per l'attenta cura dei dettagli, resi equilibrati nel nuovo meccanismo che in questo oggetto diventa fattore centrale. Lo strumento focalizza tutta l'attenzione sulla clip, facendola diventare elemento predominante ed assumendo un'importanza che è pari quasi alla stessa funzione di scrittura. In quest'oggetto diventa primaria l'esigenza di trovare soluzione alla sua gestione fisica, come l'atto di essere conservato o posato, e si individua un metodo semplice ed utile per poterlo agganciare ad ogni elemento. Formalmente la penna ricorda direttamente una molletta per stendere il bucato ed è in questa logica che si tende a farne uso, agganciandola agli abiti invece di riporla nel taschino o affidandola alla sospensione di un filo o ad un foglio; oltretutto il gioco della molletta diventa un buon antistress. Dalla sua uscita nel 2009 la PFit ha da subito incontrato molti apprezzamenti.

## Design PFit

Come premesso il design della PFit è sintetizzato nella sua funzione: la penna ha un diretto rimando alle mollette del bucato. Le sue dimensioni complessive sono ridotte e la clip ha una lunghezza pari al corpo della stessa penna. Il corpo cilindrico è appiattito nella parte di chiusura della clip, ed il suo rivestimento in questo punto, diventa più morbido per agevolare la presa della molletta (grip). Il pulsante in cima alla penna aziona la fuoriuscita della punta di scrittura, mentre il meccanismo di chiusura è affidato alla clip che, premuta per agganciare l'oggetto da qualche parte, la ritrae all'interno del corpo. La penna viene proposta in molte combinazioni bicolore, tra loro intercambiabili, in cui il corpo della penna ha un colore uniforme e l'unico elemento che si distingue cromaticamente è la clip.

## Premi PFit:

2009 Red Dot Design Award.  
2010 iF Product Design Award.

2009 / 2011 Nomination Design Award  
of the Federal Republic of Germany.

## Materiali PFit

**Corpo:** polibenzilmetacrilato

**Grip:** polibutilmetacrilato

**Clip:** metilmetacrilato-stirene



OGGETTI

T

M

P

I

# Birdie Twin

Anno: 1970

Azienda: Pilot

Tipologia: punta a sfera / matita

Dimensioni: 0.5 x 12 cm

Peso: 8 g


Colore: metallo satinato

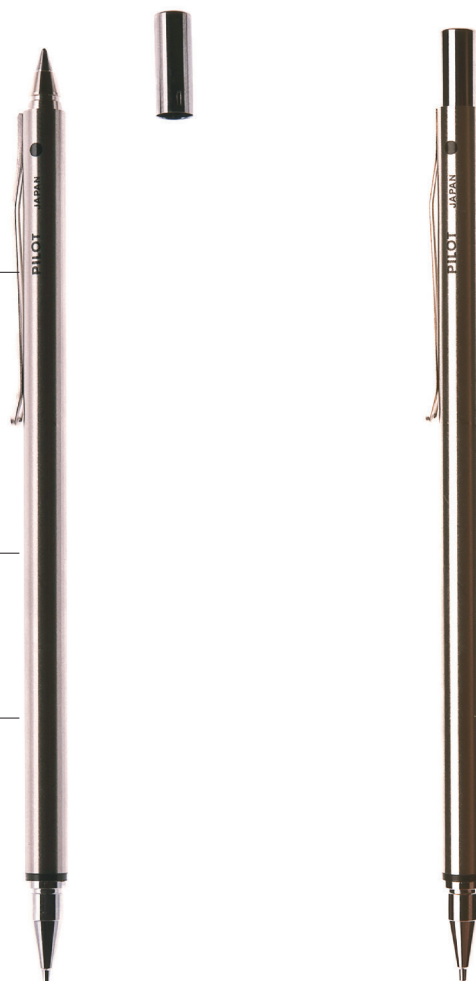
194

 <sup>234</sup> Corpo: acciaio AISI 304

 <sup>273</sup> Lavorazioni al tornio

 <sup>236</sup> Punta: ottone

 <sup>284</sup> Corpo (finitura): cromo estetico  
8.85 µm di nichel + 0.26 µm di cromo



## Storia Birdie Twin

Sotto il nome Birdie troviamo una gamma di strumenti di scrittura con delle caratteristiche comuni; sono tutti di piccole dimensioni e realizzati in metallo, ma nonostante le ridotte misure mantengono una buona qualità di scrittura. Esistono in commercio altri modelli formalmente simili e altrettanto noti, se non quasi identici alla Birdie, come la Zebra mini ballpoint pen. Le Birdie vengono commercializzate in diverse tipologie di scrittura e tutte possono essere ricaricate; inoltre il loro aspetto minimale ne sintetizza un'indiscutibile eleganza.

## Design Birdie Twin

Il design della Birdie Twin è essenziale e si potrebbe descrivere semplicemente come un sottile tubo metallico, ma è questa semplicità che ne definisce la forza. Il corpo presenta una finitura satinata dovuta probabilmente alla lavorazione a macchina. A questo corpo tubolare sono inserite le parti necessarie alla scrittura che nel caso del modello Twin sono presenti su entrambi le estremità, essendo un modello in cui troviamo una punta portamine da una parte e una penna sfera dall'altra. Il cappuccio di chiusura è unico ed è un elemento libero che viene spostato egualmente da una estremità all'altra secondo la parte utilizzata e quando s'inserisce a chiusura della penna serve da pulsante per mettere in funzione la sottile mina della matita. L'unica eccezione stilistica nella penna è riservata alla clip d'aggancio, anch'essa metallica e fissata al corpo, alleggerita formalmente da una doppia linea ricurva modulata in un leggero movimento.

## Materiali Birdie Twin

**Punta:** ottone

**Corpo:** acciaio AISI 304

## Finiture Birdie Twin

**Corpo:** cromo estetico – 8.85 µm di nichel + 0.26 µm di cromo



OGGETTI

S  
I

M

P

II

# Divina Desert Spring

Anno: 2007

Azienda: Visconti

Tipologia: stilografica

Dimensioni: 15 x 1.6 cm

Peso: 41 g

Colore: texture "Desert Spring"

196

203

273

Tappo: celluloidi

Lavorazione al tornio CNC

244

281

Pennino (finiture): platino

Processo galvanico

240

271

Pennino: oro 18ct

Laminazione tranciatura

203

273

Corpo: celluloidi

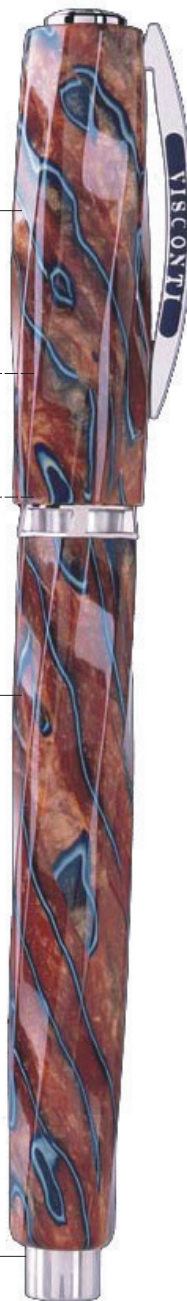
Lavorazione al tornio CNC

244

281

Terminale (finiture): platino

Processo galvanico



## Storia Divina Desert Spring

Stavo lavorando ai modelli Opera e Wall Street della collezione La Quadratura del Cerchio e il mio pensiero andava sempre all'Uomo Vitruviano, inscritto appunto nel quadrato e nel cerchio. Volevo creare una penna rotonda e quadrata allo stesso tempo, un oggetto unico, ispirato ai canoni della Divina Proporzione la cui formula è oggi diventata famosa grazie a un celebrato best-seller. Attraverso quella formula, sarei riuscito a portare l'innovazione non solo nel design ma anche nella tecnica stilografica: così è nata Divina Proporzione (D. DelVecchio 2011 pers. comm., 15 luglio)

L'azienda è stata fondata a Firenze nel 1982 da Dante Del Vecchio, personaggio di grande energia e dalla singolare passione per le penne. Le produzioni seppur evidentemente ispirate al passato sono fortemente ricercate nel design, nell'innovazione tecnica e nella ricerca e sperimentazioni di nuovi materiali.

## Design Divina Desert Spring

Divina è una nuova collezione di strumenti per scrittura composta da stilografica, roller, sfera e matitone. Ispirata al numero aureo è la sorella minore della Divina Proporzione della quale conserva gli stilemi, la forma, le proporzioni auree e molte caratteristiche tecniche. Dal punto di vista estetico si nota immediatamente la mancanza della spirale aurea incastonata nel cappuccio e nel fusto, notevole semplificazione sia tecnica che stilistica. Il risultato è una linea piacevole e originale, ma più adatta all'uso quotidiano. Costruita totalmente in celluloido purissima, l'oro dei produttori di penne, in uno speciale colore chiamato "sorgenti nel deserto", Divina ha nel suo codice genetico tutte le caratteristiche di una grande collezione. Per questo motivo la Visconti ha deciso di numerare ogni singolo strumento prodotto: sia che si tratti della stilografica, del roller, della sfera o del matitone, ciascuna serie è limitata al numero magico 1618 (D. DelVecchio 2011).

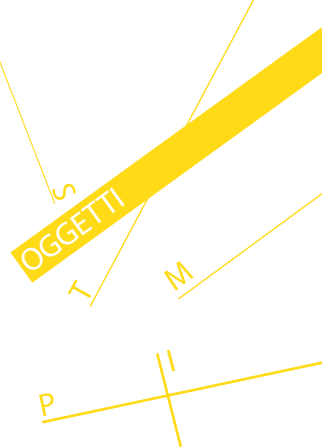
## Materiali Divina Desert Spring

**Corpo:** celluloido

**Tappo:** celluloido

**Connettore:** ebanite

**Pennino:** oro 18ct



## Finiture **Divina Desert Spring**

**Pennino:** platino – processo galvanico

**Corpo e tappo:** lucidatura con passaggi abrasivi in macchinari ad uso tipico dell'arte orafa.

**Terminale (pulsante di caricamento):** platino – processo galvanico

## Caratteristiche **Divina Desert Spring**

**Sistema di chiusura del cappuccio:** *Hook Safe Lock*

**Sistema di caricamento:** *Push & Pull Touchdown*

## Produzione **Divina Desert Spring**

**Corpo:** lavorazioni meccaniche da barre semilavorate con tornio CNC.

**Tappo:** lavorazioni meccaniche con tornio CNC.

**Connettore:** lavorazione da barre semilavorate, manuale e con macchine di precisione per microtagli e levigature.

**Pennino:** laminazione e fustellatura.

O S

T

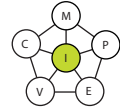
MATERIALI

P

I







## Bambù

### PROPRIETÀ

200

Densità (g/cm<sup>3</sup>):  
0.59–0.96  
Mod. elastico (GPa):  
15–19  
Resistenza a  
compressione (GPa):  
0.052–0.093

### Proprietà peculiari:

anisotropo, buona  
resistenza meccanica,  
attaccabile da funghi,  
versatile.

Le proprietà del bambù  
possono variare di molto  
in base alle specie, alla  
stagionatura e alla  
sezione analizzata.

Bambù è un termine comune che descrive un gruppo di larghe erbe legnose, sottofamiglia Bambusoideae, famiglia Andropogoneae/Poaceae. Il maggior numero delle 1250 specie di bambù diffuse nel mondo si trova in Asia (Codecasa, n.d). Come per le altre specie legnose, dopo la raccolta per taglio il bambù viene sottoposto a pulitura, lavaggio ed essiccazione; esistono delle tecniche di tempre o bruciatura utili a rendere più adeguato questo materiale per altri fini, mentre come strumento di scrittura le canne vengono utilizzate senza adottare queste particolari lavorazioni.

Il bambù è costituito principalmente da: cellulosa, emicellulosa e lignina. Altri costituenti sono resine, tannini, cere e sali inorganici. La composizione varia in base agli anni di crescita, la stagione, la specie. È un materiale ortotropo ed essendo un prodotto biologico le sue qualità meccaniche dipendono dai fattori naturali e dalla distribuzione delle fibre di cellulosa.

Sezionando un bambù si possono notare minuscoli punti neri: sono le fibre di cellulosa che seguono tutta la lunghezza del culmo e portano le sostanze nutritive dalle radici alle foglie. Il loro numero aumenta verso l'esterno, cosicché è quest'ultima la parte più resistente, all'inverso di quanto avviene nella sezione di un albero; il bambù ha sei livelli concentrici di fibre con disposizione alternata, il doppio rispetto al legno che ne ha solo tre. Il resto del gambo è più leggero, di colore legno ed è costituito da lignina; questa non è un singolo composto chimico ma una classe di composti chimici molto simili. La cellulosa è la parte più forte dei due componenti; in una lettura di similitudini con il composito di carbonio-resina epossidica, le fibre di cellulosa possono essere il carbonio mentre la lignina circostante può essere confrontata con la matrice epossidica (Naik 2004).

CURVATURA A CALDO  
CURVATURA A FUOCO VIVO

APPLICAZIONI

TAGLIO

FINITURE

MECCANICHE  
INCOLLAGGI  
MECCANICHE PIÙ RESINE

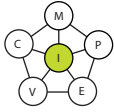
GIUNZIONI

NATURALI  
VERNICIATURE

L. MECCANICHE

CIBO  
FORAGGIO  
CONCIME  
COMPLEMENTI ARREDO  
STRUMENTI MUSICALI  
ARCHITETTURE  
STRUTTURE  
PONTI E PONTEGGI  
TESSUTI

FORMATURA

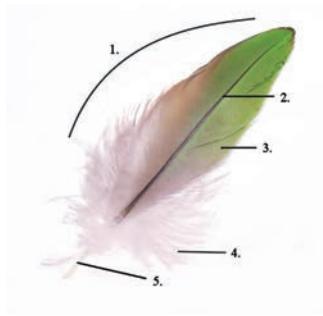


## Piuma

La piuma (vedi Figura) 1 – è un insieme strutturato di parti denominate:

2 – Rachide (il fusto centrale); 3 – Barba (le setole più alte e rigide) ; 4 – Barbula (le setole più in basso più morbide e arruffate); 5 – Calamo (la punta).

La colorazione delle penne è varia per la presenza di pigmenti (melanine e lipocromi) e per fenomeni ottici che fanno sembrare le colorazioni metallizzate.



La sostanza che costituisce la piuma d'oca è la cheratina. La cheratina è una scleroproteina appartenente alle proteine complesse, ricca di zolfo, termicamente inerte e insensibile all'azione fisica del gelo. Oltre che da cheratina, le penne sono costituite da sali minerali, rappresentati in gran parte da fosfato tricalcico e da carbonato di calcio (Bodde, Meyers & McKittrick 2011).

### PROPRIETÀ

Mod. elastico (GPa): 2.56

201

### Proprietà peculiari:

isolante termico, termoregolatore, leggero, ininfiammabile, elastico.

Le proprietà della piuma sono variabili sulla base della sezione analizzata, della tipologia e da molti altri fattori.

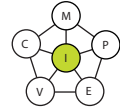
**FORMATURA**  
 IMBOTTITURE  
 STRUMENTI DI SCRITTURA  
 COIBENTAZIONE  
 DECORAZIONI

**L. MECCANICHE**  
 COLORAZIONI

**GIUNZIONI**  
 CUCITURE  
 INCOLLAGGI

**FINITURE**  
 TAGLIO

**APPLICAZIONI**



## Acero americano

### PROPRIETÀ

202

Densità (g/cm<sup>3</sup>):  
0.6–0.75  
Mod. elastico (GPa): 9.40

### Varianti estetiche

Fiammato  
Fiammato dei Carpazi  
Marezzato  
Occhiolinato  
Figurato  
Bolla  
Quilted  
Spalted  
Rosso

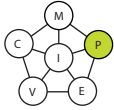
### Proprietà peculiari:

attaccabile da funghi,  
presenza di nodi, buona  
risposta acustica.

Il legno, come noto, proviene da alberi ed arbusti e da sempre ha un posto di privilegio tra i materiali detti “naturali”; secondo i più recenti e oggi noti metodi di classificazione viene individuato anche come materiale appartenente alla famiglia dei compositi, perchè composto da una miscela di cellulosa, emicellulosa e lignina. L'estrazione del legno avviene per taglio e lavorazione del tronco dell'albero; la sezione di quest'ultimo presenta molte parti disomogenee, macroscopicamente semplificabili in albarno e durame. Sono queste due parti dalle caratteristiche diverse che rendono al legno delle particolari qualità estetiche e fisiche, ma sono anch'esse a determinare le principali cause di difetti. Per questo motivo è fondamentale una buona scelta e preparazione dei tronchi prima di effettuare le lavorazioni meccaniche oltre che un'accurata scelta delle geometrie di taglio.

Il legno di acero americano (*acer saccharinum*, *acer dasy carpum*, *acere eriocarpum*, [...]), dalla particolare caratteristica di poter ottenere zucchero dalla linfa o più famoso per lo sciroppo, è un'essenza appartenente alla famiglia delle *Aceraceae* e si ricava da un albero che può raggiungere i 40 metri di altezza; la sua provenienza precisa è l'America settentrionale ed a est delle montagne rocciose, ma possiamo trovarlo anche in Scozia. Questa essenza viene oltretutto utilizzata per la costruzione degli strumenti musicali ad arco come i violini. L'acero americano può essere della tipologia dura o tenera. In particolare l'essenza dura è un legno mediamente pesante dal colore giallo bruno e senza forti differenze tra durame e albarno, ha una buona stabilità dimensionale e delle buone caratteristiche di resistenza meccanica. La lavorazione è facile ed è particolarmente favorevole per lavorazioni al tornio, la resa in finitura è buona (Crivellaro, Svaluto & Polazzi 2007).





## Celluloide

L'invenzione della celluloide determina la nascita di uno tra i primi e più importanti polimeri termoplastici sintetici, ed è stata una delle prime soluzioni di surrogato in grado di sostituire o migliorare alcuni aspetti dei materiali naturali.

Le prime elaborazioni della celluloide iniziarono con Alexander Parkes, uomo – pare – dalle modeste conoscenze nel campo della chimica, ma di grande intuito e talento. Parkes ebbe diverse esperienze nella lavorazione dei materiali e durante il periodo di lavoro presso George and Henry Elkington si occupò di galvanica nei metalli e brevettò un nuovo processo galvanico, n.8905 del 1841.

In seguito ampliò i suoi interessi verso le sperimentazioni sulla vulcanizzazione della gomma naturale (tema a quei tempi di forte attualità) e si interessò all'elaborazione di nuove sostanze che potessero sostituire la gomma, ormai sempre più richiesta dal mercato ma troppo costosa. Alexander Parkes, studiando il nitrato di cellulosa, già sintetizzato nel 1845 a Basilea da C. F. Schönbein, ottenne quello che potremmo definire il primo tra i polimeri semi-sintetici.

(Il nitrato di cellulosa fu scoperto dallo svizzero C. F. Schönbein, che fece reagire il cotone con una miscela di acido solforico e acido nitrico. Materiale che compresso a blocchi diventa fortemente esplosivo, veniva commercializzato in due modi, o come collodio o come celluloide. Il collodio è un mix di alcol-etero-nitratocellulosa ed era utilizzato o come colla rapida o come base per smalti a rapida asciugatura, o più comunemente dagli adulti per asportare i calli ai piedi.)

Parkes lo presentò come il più flessibile tra i materiali, dato che poteva passare dallo stato fluido a quello solido, un materiale simile all'avorio ma facilmente lavorabile ad utensile. Proprio con una descrizione simile venne presentata all'Esposizione Internazionale di Londra (1861) la Parkesine o Xylonite (un

### PROPRIETÀ

Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.2–1.6  
Mod. elastico (GPa): 9.40

### Temperature

T<sub>g</sub> (°C): 65–70  
T<sub>m</sub> (°C): 130–180

### Proprietà peculiari:

colorabile, texturabile, traslucido, costo medio-alto, infiammabile, sensibile all'umidità, isolante elettrico.

### Resistente a:

acqua, benzene, toluene.

### Non resistente a:

solubile in acetone, chetoni, acetati, nitrato di metile, nitrito di alchile, etanolo.

**FORMATURA**  
PIEGATURA A CALDO  
STAMPAGGIO  
COMPRESSIONE  
ESTRUSIONE  
STAMPAGGIO PER INIEZIONE

**L. MECCANICHE**  
AD UTENSILE DA TAGLIO  
(CON ATTENZIONE AL  
SURRISCALDAMENTO)

**GIUNZIONI**  
MECCANICHE  
INCOLLAGGI CON ADESIVI  
SALDATURA CON SOLVENTI  
SALDATURA PER ROTAZIONE  
CONNESSIONE PER FORZATURA

**FINITURE**  
LUCIDATURA MECCANICA  
TEXTURIZZAZIONI

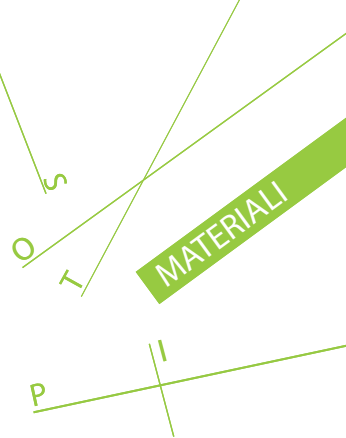
**APPLICAZIONI**  
OCCHIALERIA  
STRUMENTI DI SCRITTURA  
ACCESSORI MODA  
PULSANTI  
MANICI  
GIOCHI

tipo di celluloidi) brevettata da Parkes con il suo nome e che rappresenta in qualche modo l'archetipo dei materiali polimerici.

Pochi anni dopo negli USA un tipografo, dal nome John Wesley Hyatt, spostò i suoi interessi sulla ricerca di un nuovo materiale a seguito di un concorso indetto da un'azienda produttrice di palle da biliardo che offriva un premio di diecimila dollari a chi riuscisse ad elaborare un prodotto che potesse sostituire l'avorio.

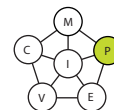
Hyatt iniziò la sua ricerca nel 1863 e il 12 luglio 1870, con un composto a base di nitrato di cellulosa, produsse e brevettò la celluloidi. Subito impiantò una prima fabbrica, che chiamò Albany Dental Company, dato che uno dei primi utilizzi di questo materiale fu ad opera dei dentisti, i quali lo sostituirono alla più costosa gomma nella realizzazione delle impronte. Più tardi nel 1872 l'azienda cambiò il nome in Celluloid Manufacturing Company e si trasferì nel New Jersey.

La celluloidi è una miscela di canfora e nitrato di cellulosa. Le sue proprietà per quei tempi erano straordinarie: un materiale che può essere colorato nei più svariati modi, che ha caratteristiche termoplastiche e quindi può essere modellato in stampi, così come può essere trattato con lavorazioni meccaniche simili a quelle riservate al legno. In quegli anni la celluloidi divenne il materiale plastico per eccellenza e veniva utilizzata nella fabbricazione di molti oggetti, da manici di posate ad occhiali e per ogni cosa per cui servisse un materiale simile all'avorio sia per impreziosire che per motivi tecnici, non escluse le famose palle da biliardo artefici della sua nascita. Un'interessante storia, pare raccontata da Hyatt, parla di una sparatoria accaduta in un saloon del Colorado a seguito dell'esplosione delle palle da biliardo scontratesi violentemente tra loro durante il gioco. Un fatto che potrebbe essere verosimile, non per la celluloidi come costituente le palle da gioco, ma per il contatto tra la vernice al collodio che veniva utilizzata per rendere le sfere lucide (nitrato di cellulosa) ed il materiale sottostante, talvolta disomogeneo, costituito da canfora (Emsley 2000; Salvi 1997).



Oggi la celluloido è stata sostituita da molti altri polimeri sempre più specifici per singoli utilizzi. Tuttavia ne rimane ancora vivo l'interesse soprattutto nel campo degli strumenti di scrittura di grande valore e dell'occhialeria, per questo alcune aziende ne continuano la fabbricazione; in Italia pare sia solo la Mazzucchelli, ma esistono anche produzioni concorrenti dall'estero, ad esempio dalla Cina. Le aziende che decidono di utilizzare la celluloido per i loro prodotti debbono affrontare una lavorazione complessa e di grande rischio, non pochi sono stati gli incendi dei depositi aziendali, data la forte infiammabilità del materiale. Oltretutto prima della lavorazione, bisogna attendere un periodo di stagionatura del materiale che può durare oltre sei mesi, per questo sono necessari depositi in sicurezza e climaticamente controllati. La celluloido è un materiale sintetico, ma mantiene molte delle comuni problematiche dei materiali naturali e può facilmente presentare difetti, imbarcarsi oltre che essere fortemente soggetta all'umidità. Tuttavia la sua resa estetica finale non ha pari, sia per l'infinita possibilità di texture e colori proponibili, sia per la sua rifrazione luminosa e per la sensibilità al tatto.

Oggi, a fronte delle esperienze dei nuovi prodotti, la celluloido si potrebbe collocare idealmente in un limbo indefinito tra materiale naturale e artificiale.



## Poliesteri

Con poliesteri si definisce un gruppo di polimeri contenenti nella loro catena un gruppo esteri.

Il Melinex è in particolare un poliestere registrato dal gruppo Dupont, prodotto in fibra bi-orientata e con delle possibilità di utilizzo molto ampie; ha avuto molto successo quando venne proposto sotto forma di fibre per realizzare i tessuti d'abbigliamento soprattutto degli anni '70. È un materiale utilizzato in molti settori, dalla realizzazione delle bottiglie definite infrangibili alle pellicole nella cinematografia, ai nastri di supporto magnetico per video e audio. Ha buone qualità di trasparenza ed ottiche e, date le ottime proprietà meccaniche e la buona compatibilità, si trova spesso miscelato alle fibre naturali e sintetiche per migliorarne le caratteristiche ed è soprattutto utilizzato nell'abbigliamento sportivo.

Il gruppo dei poliesteri si divide principalmente in saturi e insaturi. Al primo gruppo appartengono polimeri quali il PET o il PBT e sono termoplastici. I poliesteri insaturi sono invece polimeri con doppi legami di carbonio e sono termoindurenti, utilizzati per generare compositi rinforzati da fibre come il Rynite della Dupont. Il poliestere può anche essere un elastomero il cui modulo di elasticità relativamente alto è maggiore dei poliuretani (Ashby & Johnson 2002; Saechtling 2006).

### PROPRIETÀ

206 Acronimo: PBT \*\* – PET  
\* (valori dei termoplastici)  
Densità (g/cm<sup>3</sup>): \*1.38  
Mod. elastico (GPa):  
\*3.10  
Durezza (Shore D): \*84

### Temperature

T<sub>g</sub> (°C): \*95  
T<sub>m</sub> (°C):\* 225–258  
Range utilizzo (°C):  
\*-20–120

### Proprietà peculiari:

buona resistenza  
meccanica, buona  
stabilità dimensionale,  
isolante elettrico,  
trasparente e opaco.

### Resistente a:

agenti chimici, calore,  
luce, organismi marini,  
intemperie, sfregamento.

### Non resistente a:

\*acidi concentrati,\*alcali  
forti, \*acqua +80 °C.

RESINE PER VERNICIATURE  
SERBATOI  
PISCINE  
SCAFI  
FIBRE, TESSUTI  
MEDICALE  
PACKAGING, BOTTIGLIE  
ETICHETTE  
ISOLANTE  
CUSCINETTI MECCANICI

APPLICAZIONI

MASTER BATCH  
PVD

FINITURE

PER I TERMOINDURENTI:  
INCOLLAGGI CON ADESIVI,  
MECCANICHE,  
SALDATURA TERMICA.  
NEI TERMOPLASTICI  
(SI AGGIUNGONO SALDATURE)  
CON SOLVENTI,  
PER ROTAZIONE,  
PER FORZATURA,  
AD ULTRASONI.

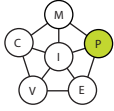
GIUNZIONI

AD UTENSILI DA TAGLIO  
FRESE  
PUNZONATURA  
LASER  
TESSITURA

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO PER COMPRESIONE  
STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
STAMPAGGIO A SOFFIAGGIO  
SPINNING  
ESTRUSIONE FILM

FORMATURA



## Acrilonitrile – Butadiene – Stirene

L'ABS un terpolimero in cui i vari elementi collaborano in modo complementare per ampliare le caratteristiche qualitative del materiale. Lo stirene (40-60%) apporta resistenza meccanica ed elettrica, il butadiene (5-30%) migliora la resilienza, l'acrilonitrile (15-35%) dà resistenza ai solventi. In origine le resine ABS erano preparate mescolando meccanicamente il copolimero stirene-acrilonitrile con gomma polibutadienica, oggi vengono ottenute con un processo che ne migliora le caratteristiche finali detto per reazione di aggraffaggio. Variando le quantità in miscela del polimero elastomerico o il suo peso molecolare, il materiale può essere modificato adeguandone le caratteristiche ai differenti utilizzi. L'ABS è un termoplastico e grazie alla sue caratteristiche oggi trova largo utilizzo nella realizzazione di molti oggetti sia leggeri che rigidi, tra i più prodotti si ricordano i mattoncini della LEGO. Inoltre questo materiale è utilizzato nelle stampanti tridimensionali per la prototipizzazione rapida.

Il materiale naturalmente si presenta opaco con un colore che varia dal giallo al bianco in base alla presenza dell'acrilonitrile; consente una facile colorazione senza limiti nelle tonalità di colore, con una resa di buona lucentezza superficiale.

L'ABS se non contaminato può essere riciclato, ma alcune parti come il monomero dell'acrilonitrile possono essere pericolose. Oggi esistono alcune aziende e consorzi che favoriscono delle iniziative per il riciclo, promosso soprattutto nella telefonia mobile dato il forte utilizzo in questo settore.

### PROPRIETÀ

Acronimo: ABS  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.03-1.07  
 Mod. elastico (GPa): 2.2-2.3  
 Durezza (Shore D): 75-80

### Temperature

Range utilizzo (°C): -18-90  
 T<sub>g</sub> (°C): 110  
 T<sub>m</sub> (°C): 190

### Proprietà peculiari:

buona resistenza chimica e termica, duttile, resistenza all'impatto, lucentezza.

### Resistente a:

acidi acquosi, alcali, acido cloridrico, acido fosforico, alcool, oli animali, oli vegetali, oli minerali.

### Non resistente a:

acido solforico concentrato, acido nitrico.

**FORMATURA**  
 CALANDRATURA  
 STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
 ESTRUSIONE  
 LAMINAZIONE  
 TERMOFORMATURA  
 STAMPAGGIO MECCANICO  
 FORMATURA SOTTOVUOTO  
 FORMATURA MECCANICA  
 FORMATURA IN PRESSIONE  
 FORMATURA A FREDDO

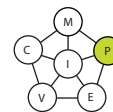
**L. MECCANICHE**  
 AD UTENSILI DA TAGLIO  
 CON FRESE  
 PUNZONATURA

**GIUNZIONI**  
 INCOLLAGGI CON ADESIVI  
 MECCANICA  
 SALDATURA CON SOLVENTI  
 SALDATURA PER ROTAZIONE  
 SALDATURA PER FORZATURA  
 SALDATURA TERMICA  
 SALDATURA AD ULTRASUONI

**FINITURE**  
 GOFFRATURA  
 LUCIDATURA  
 METALLIZZATO  
 MASTER BATCH  
 PVD

**APPLICAZIONI**  
 TUBAZIONI  
 COMPONENTISTICA TECNICA  
 IDRAULICA  
 COMPONENTI AUTOMOBILI  
 ELETTRODOMESTICI  
 RAPID PROTOTYPING  
 FURNITURE  
 PACKAGING  
 STRUMENTI MUSICALI  
 COMPONENTI IN EDILIZIA





## Polistirene

208

### PROPRIETÀ

Acronimo: PS  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.04–1.05  
 Mod. elastico (GPa): 0.031–0.033  
 Durezza (Shore D): 80

### Temperature

Range utilizzo (°C): -18–85  
 T<sub>g</sub> (°C): 90–100  
 T<sub>m</sub> (°C): 150–234

### Proprietà peculiari:

bassa conduttività termica, trasparente, traslucido, basso costo, colorabile, facilmente crepabile, scarsa resistenza agli ultra violetti.

**Resistente a:** alcali, alcool.

### Non resistente a:

acido butirrico oncentrato, acido nitrico concetrato, acido acetico, acetone, etere, benzina, benzolo, solventi, cloro, gasolio, limitata ad oli e grassi.

Il PS è un polimero termoplastico, della famiglia dei materiali amorfi (De Filippi 2004), scoperto casualmente nel 1839 da Eduard Simon, teorizzato da Hermann Staudinger nel 1928 ma entrato in commercio in Germania (Guaita & AISTM 2006) con BASF nel 1930 e poi in USA nel 1937 con la Dow Chemical Company.

Il PS è ottenuto da monomeri provenienti dal petrolio; il suo nome scientifico è polistirene (polimero dello stirene) ma comunemente e commercialmente è chiamato anche polistirolo.

La Dow Chemical Company ne sviluppò diverse tipologie, elaborò il processo di sintesi del monomero stirene nel 1934, i compound di polistirene omopolimero da stampaggio nel 1938, l'espanso nel 1943, il film biorientato nel 1955, l'espansione in perle nel 1960 e l'estrusione di lastre espanso nel 1964 (Lo Scalzo 2009).

Allo sviluppo del materiale oltre alla BASF e la Dow Chemical Company parteciparono in seguito altre aziende, tra i cui ricordiamo: Chevron Phillips, Nova, Atofina, Huntsman e società Montecatini.

La più comune forma commerciale dei polistireni è di natura atattica e amorfa.

La denominazione polistirolo cristallo – come quello usato nella Cristal – è solo in riferimento alla sua natura trasparente, mentre la sua struttura molecolare rimane assolutamente amorfa.

Il polistirene è naturalmente trasparente, specialmente nella sua forma atattica (prodotto di polimerizzazione radicalica [procedimento ad alta pressione]), ossia senza una configurazione spaziale ripetitiva dei gruppi fenilici; questa disposizione disordinata impedisce al polimero di cristallizzare e quindi è

(E): ESPANSO

ISOLANTE TERMICO (E)  
 PACKAGING ANTIURTO (E)  
 SCENOGRAFIE (E)  
 INSEGNE PUBBLICITARIE (E)  
 CASSERI EDILIZIA (E)  
 COMPLEMENTI EDILIZIA  
 PACKAGING (CD, DVD)  
 PICCOLI OGGETTI  
 GADGET  
 BIGLIOTTERIA

APPLICAZIONI

MASTER BATCH  
 PVD

FINITURE

CON ADESIVI  
 PER INDUZIONE  
 CONNESSIONE MECCANICA  
 CON SOLVENTI  
 PER ROTAZIONE  
 PER FORZATURA  
 TERMICA  
 ULTRASONICA

GIUNZIONI

TAGLIO A FILO CALDO (E)  
 TAGLIO MECCANICO  
 FORATURE

L. MECCANICHE

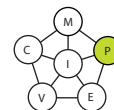
STAMPAGGIO PER:  
 SOFFIAGGIO, ESTRUSIONE.  
 STAMPAGGIO PER INIEZIONE  
 STAMPAGGIO ROTAZIONALE  
 TERMOFORMATURA  
 FORMATURA MECCANICA IN:  
 PRESSIONE, SOTTOVUOTO.

FORMATURA

altamente amorfo. È chiamato polistirolo cristallo per distinguerlo dagli altri gradi di polistirolo in commercio, ossia sostanzialmente dai suoi copolimeri, come l'HIPS.

Tramite i catalizzatori con metalloceni (polimerizzazione di Ziegler-Natta) è possibile ottenere il polistirolo sindiotattico; in questo modo, per minore impedimento sterico (i voluminosi gruppi fenilici si ostacolano di meno) ed è possibile ottenere un miglior impacchettamento delle catene, ossia la cristallizzazione parziale del polimero, con conseguente aumento della temperatura di fusione, che arriva a circa 270 °C, ed un miglioramento delle proprietà di resistenza chimica. Questo relativamente nuovo tipo di PS è però nettamente più costoso del PS-cristallo o GPPS *General-Purpose-PS* e viene usato principalmente dove le migliori proprietà termiche e chimiche giocano un ruolo fondamentale.

Esiste anche una versione isotattica del polistirolo PS-I, ma non ha interesse industriale per via della bassa velocità di cristallizzazione (S. Prosseda 2010 pers. comm., 11 novembre).



## Polietilene

210

### PROPRIETÀ

Acronimo: HDPE  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 0.91–0.95  
 Mod. elastico (GPa):  
 0.94–0.96 (valori HDPE)  
 Durezza (Shore D):  
 40–70

### Temperature

Range utilizzo (°C):  
 -73–80 T<sub>g</sub> (°C):  
 -35 a -120  
 T<sub>m</sub> (°C): 110–137

### Proprietà peculiari:

elevate resistenze chimiche, resistenza all'urto, resistenza all'abrasione, coefficiente attrito basso, basso peso specifico, facilità di lavorazione, fisiologicamente inerte.

### Non resistente a:

trazione, flessione, basse resistenze meccaniche, compressione e termiche.

Il PE è un polimero termoplastico semicristallino, ottenuto per polimerizzazione dell'etilene. La molecola di polietilene è costituita da una lunga catena di atomi di carbonio, con due atomi di idrogeno attaccati a ciascun atomo di carbonio -CH<sub>2</sub>-.

Il polietilene può presentarsi in diverse forme: LLDPE (polietilene lineare a bassa densità), LDPE (polietilene a bassa densità) con ramificazioni, HDPE (polietilene ad alta densità) lineare con un grado di cristallinità superiore e molto più resistente del primo (Brückner 2007; Saechtling 2006).

Elevando il peso molecolare si possono ottenere polietilene dalle caratteristiche elevate, come il UHMWPE *Ultra High Molecular Weight Polyethylene* che viene utilizzato anche come sostituto al kevlar o impiegato, anche in passato, come finto ghiaccio nelle piste di pattinaggio (Archivio Luce 1961).

Il polietilene è stato sintetizzato per la prima volta dal chimico tedesco Hans von Pechmann nel 1898. I suoi colleghi Eugen Bamberger e Friedrich Tschirner decisero di chiamare questa sostanza polimetilene. Alle prime produzioni di laboratorio ne seguirono altre accidentali come quelle di E. Fawcett e R. Gibson nel 1933, ma solo nel 1935 grazie a Michael Perrin della ICI Chemicals si sviluppò una prima sintesi di polietilene a bassa densità riproducibile industrialmente. La produzione industriale iniziò nel 1939 ed era interamente assorbita dalle necessità belliche ed in particolare nelle tecniche collegate allo sviluppo del radar. Finita la guerra il polietilene rischiò di scomparire, ma i risultati delle ricerche su possibili nuove applicazioni ne diedero un grosso sviluppo. Una forte spinta di innovazione venne grazie alle ricerche di Karl Ziegler (DiMeo 1989) ed il PE oggi è un materiale presente nel 40% degli oggetti.

MACCHINE ALIMENTARI  
 COMPONENTI INDUSTRIALI  
 PARTI ELETTRICHE  
 FILM PLASTICI  
 FLACONI  
 TANCHE  
 SABBIGLIAMENTI ISOLANTI  
 RIVESTIMENTI ISOLANTI  
 TAPPI  
 TUBI E CANALI

APPLICAZIONI

VERNICIATURA  
 MASTER BATCH  
 PVD

FINITURE

SALDATURA ATTR. CALDO  
 SALDATURA A FRIZIONE  
 SALDATURA A GAS CALDO  
 ULTRASUONI  
 SALDATURE DIELETTICA

GIUNZIONI

AD UTENSILI DA TAGLIO  
 (EVITANDONE IL  
 SURRISCALDAMENTO)

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO A SOFFIAGGIO  
 ESTRUSIONE  
 STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
 STAMPAGGIO PER ROTAZIONE  
 FORMATURA SOTTOVUOTO  
 FORMATURA MECCANICA  
 FORMATURA IN PRESSIONE

FORMATURA

S

O

T

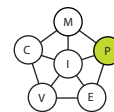
MATERIALI

P

I

Il polietilene è dunque uno dei materiali più flessibili ai diversi utilizzi e può essere prodotto in molte tipologie semilavorate, film, lastre, blocchi o espanso. Le attuali tendenze ambientaliste hanno portato a nuove sperimentazioni anche nella produzione del polietilene. Così ad esempio la Toray in accordo con Braskem ha introdotto nel mercato un nuovo polietilene espanso, ottenuto grazie all'utilizzo di risorse rinnovabili e che trova ottimo riscontro in applicazioni di sicurezza e protezione, specie nell'automotive. Il nuovo materiale, definito polietilene verde e distribuito con il nome di Toraypef, viene prodotto sostituendo all'etanolo il bioetanolo ricavato dalla canna da zucchero.

Sempre in una politica ambientalista, ma con un'altro approccio, il polietilene è entrato a far parte del gruppo di polimeri sottoposti a ricerche sulla degradazione o depolimerizzazione per mezzo di microorganismi (funghi, batteri).



## Polipropilene

212

### PROPRIETÀ

Acronimo: PP  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 0.9–1.13  
 Mod. elastico (GPa):  
 0.9–1.55  
 Durezza (Shore D): 65–75

### Temperature

Range utilizzo (°C): 0–120  
 T<sub>g</sub> (°C): -15 a -35  
 T<sub>m</sub> (°C): 165–177

### Proprietà peculiari:

facilità di lavorazione e saldatura, buona tenuta alla temperatura, basso peso specifico, inodore, insapore, incolore, opaco e traslucido.

### Resistente a:

elevate resistenze chimiche.

### Non resistente a:

forti azioni meccaniche, raggi ultra violetti, idrocarburi alifatici, aromatici.

Polimero termoplastico semicristallino, il PP viene utilizzato in diverse forme molecolari, secondo la geometria e l'architettura dei legami tra gli atomi costituenti. Le forme vengono nominate: PP atattico (senza regola); PP isotattico (regolare da un lato); PP sindiotattico (regolare a lato alternato). Nella forma atattica il polimero è amorfo, non ha molti utilizzi e viene utilizzato soprattutto come additivo e nei collanti.

Il polimero isotattico è uno tra i materiali più utilizzati per la realizzazione di oggetti, anche grazie al basso costo di produzione. In questa forma il polipropilene presenta buone caratteristiche meccaniche anche se sottoposto ad alte temperature, ha buona stabilità agli acidi ed ai solventi ed è dunque utile a contenere l'inchiostro. La temperatura di fusione è intorno ai 170 °C, la minima temperatura di transizione vetrosa è -35 °C.

Il polipropilene è ottenuto dal monomero del propilene grazie alla polimerizzazione sintetizzata dal prof. Giulio Natta, procedimento sviluppato sulla base dei precedenti studi eseguiti già da Karl Ziegler sui catalizzatori metallorganici (Bertolini et al. 2001). L'importante scoperta della polimerizzazione stereo specifica diede a Natta il Nobel per la chimica – 10 dicembre 1963 – e l'avvio alla sintetizzazione di molti altri materiali polimerici (Cecchini 2006).

La produzione ebbe inizio negli stabilimenti Montecatini di Ferrara nel 1947, ma il polipropilene era realizzato anche in fibra (Meraklon) negli stabilimenti di Terni. Famoso in quegli anni un carosello di Gino Bramieri che esaltava in Tv la qualità dei numerosi oggetti casalinghi realizzati con il nuovo materiale, con il famoso slogan: MO. . . MO plen!

Grazie a speciali catalizzatori metalloceni, il polipropilene isotattico può essere sintetizzato insieme al PP atattico per produrre un polimero a blocchi

OGGETTI USO DOMESTICO  
 COMPONENTI INDUSTRIALI  
 STRUMENTI PER ALIMENTI  
 ELETTRODOMESTICI  
 PEZZI MECCANICI  
 USO FARMACEUTICO  
 TESSUTO  
 PACKAGING  
 FILM  
**APPLICAZIONI**

PVD  
 MASTER BATCH  
 VERNICITURA  
 STAMPA  
 METALLIZZAZIONE  
**FINITURE**

INCOLLAGGI CON ADESIVI  
 SALDATURA ATTREZZO CALDO  
 SALDATURA A GAS  
 SALDATURA AD ATTRITO  
 INCOLLAGGIO PER INDUZIONE  
 CONNESSIONE PER FORZATURA  
 SALDATURA TERMICA  
**GIUNZIONI**

AD UTENSILI DA TAGLIO  
**L. MECCANICHE**

STAMPAGGIO CON SOFFIAGGIO  
 STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
 FORMATURA SOTTOVUOTO  
 FORMATURA IN PRESSIONE  
 STAMPAGGIO ROTAZIONALE  
 STAMPAGGIO ASSISTITO GAS  
**FORMATURA**

S

O

T

MATERIALI

P

I

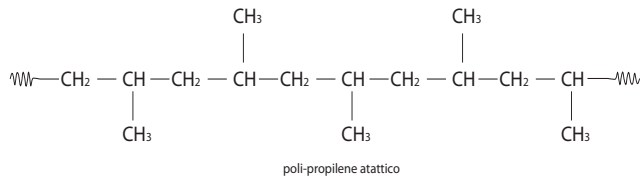
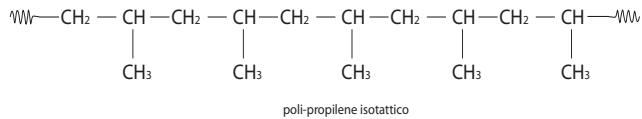
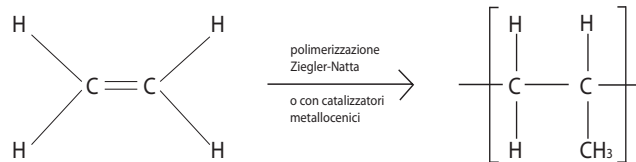
dalle caratteristiche di elastomero: i blocchi dell'isotattico legandosi tra loro formano dei cristalli tra quelli amorfi dell'atattico, rendendone un materiale dalle caratteristiche gommosi.

Sono recenti gli studi sulle applicazioni del polipropilene sindiotattico attraverso catalizzatori di Ti e Zr, per la produzione di copolimeri a blocchi legati all'etilene od altri monomeri e per ottenere nuovi materiali con specifiche caratteristiche nanostrutturali.

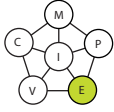
Il polipropilene è un materiale inodore, insapore, incolore, che può essere facilmente colorato con pigmenti ad elevata lucentezza superficiale e che può apparire da traslucido a opaco.

Viene utilizzato come polimero di copolimerizzazione e può essere additivato con rinforzanti quali: mica, talco, fibre di vetro. Nella sua forma pura è infiammabile e degrada ai raggi UV, caratteristiche che possono essere corrette.

Fisiologicamente innocuo, diventa particolarmente adatto ad impieghi nei settori alimentare e farmaceutico.



La temperatura di transizione vetrosa è legata al comportamento ed alle caratteristiche meccaniche del materiale. Un polimero amorfo con temperatura di transizione vetrosa ( $T_g$ ) inferiore alla temperatura ambientale ( $T_a$ ) si comporta come la gomma: deformabile e con scarse proprietà meccaniche. Un polimero amorfo con  $T_g$  superiore alla  $T_a$  ha un comportamento analogo al vetro: rigido e fragile; lo stesso avviene ad un polimero semicristallino con  $T_g$  della parte amorfa superiore alla  $T_a$ . Un polimero semicristallino con  $T_g$  della parte amorfa inferiore alla  $T_a$  si comporta come i materiali deformabili (Bertolini et al. 2001).



## Etilene – Propilene – Diene

Oggi sono disponibili sia elastomeri di origine naturale che di natura sintetica. Il più conosciuto elastomero naturale era già utilizzato nei secoli passati dai nativi del Perù, soprattutto per rendere impermeabile i loro abiti: questo è il Latex (lattice naturale o poliisoprene) proveniente dalla linfa dell'albero della gomma *Hevea Brasiliensis*. Poi attraverso il processo di vulcanizzazione con lo zolfo, scoperto – pare per caso – da Goodyear dal 1839 (Scarinci 2000) si ottenne una gomma che, perfezionata, rimane ancora tra i prodotti oggi più utilizzati.

Va premesso che un polimero amorfo può essere utilizzato come elastomero o come termoplastico e questo passaggio è legato alla sua temperatura di transizione vetrosa ( $T_g$ ), ossia la temperatura oltre la quale un polimero diventa morbido o al di sotto della quale diventa rigido. Se la  $T_g$  di un polimero è inferiore alla temperatura ambientale potrà essere utilizzato come componente di un elastomero, perché si presenta molle a temperatura ambiente; in condizioni opposte è un termoplastico che può essere anch'esso elemento di un elastomero, ma da solo si presenta rigido a temperatura ambiente. Questa distinzione è valida solo nei polimeri amorfi e non per i polimeri cristallini.

EPDM è un elastomero sintetico, un terpolimero appartenente alla classe degli elastomeri; nato prima come EPM ma per ovviare agli svantaggi nella reticolazioni con lo zolfo sono stati aggiunti doppi legami laterali di diene che ne consentono la vulcanizzazione. Lo zolfo ha la funzione di creare dei legami o reticolazione tra le catene polimeriche e la vulcanizzazione porta notevoli vantaggi meccanici (resistenza) e fisici (non fondono), qualità che tuttavia rendono difficile il riciclo e lo smaltimento di questi prodotti.

Gli elastomeri sintetici, secondo la norma ISO 1629, vengono divisi in gruppi di appartenenza che sono M, O, Q, R, U, in base alle catene polimeriche presenti.

### PROPRIETÀ

Acronimo: EPDM  
 Densità ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 0.86–2.0  
 Mod. elastico (GPa): 0.007  
 Durezza (Shore A): 40–90

### Temperature

Range utilizzo ( $^{\circ}\text{C}$ ): -35–140  
 $T_g$  ( $^{\circ}\text{C}$ ): -60  
 $T_d$  ( $^{\circ}\text{C}$ ): 150

### Proprietà peculiari:

eccellenti proprietà dielettriche.

### Resistente a:

ozono e ossigeno, degradazione del tempo, basse temperature, deformazioni permanenti, acidi, ammine, liquidi, bio-detergenti, oli e grassi, impermeabile in acqua.

### Non resistente a:

solventi idrocarburici, oli minerali, propagazione della fiamma.

**FORMATURA**  
 CALANDRATURA  
 ESTRUSIONE  
 STAMPAGGIO A COMPRESIONE  
 STAMPAGGIO  
 TRASFERIMENTO  
 STAMPAGGIO A INIEZIONE

**L. MECCANICHE**  
 AD UTENSILI DA TAGLIO  
 TAGLIO AD ACQUA

**GIUNZIONI**  
 TERMOSALDATURE  
 INCOLLAGGI CON ADESIVI  
 CONNESSIONI MECCANICHE

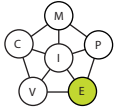
**FINITURE**  
 MASTER BATCH

**APPLICAZIONI**  
 PARTI MECCANICHE  
 GUARNIZIONI  
 MEMBRANE IMPERMIABILI  
 EDILIZIA  
 AUTOMOBILI  
 CAVI ELETTRICI  
 LASTRE FONOASSORBENTI



EPDM appartiene al gruppo *M*, gruppo con catene polimeriche sature di polietilene. Ha caratteristiche di ottima resistenza all'invecchiamento, all'ossidazione ed ai raggi UV, alle temperature tra -55° e +150 °C, alle deformazioni permanenti; presenta elevate caratteristiche meccaniche ed elastiche e mantiene nel tempo queste proprietà. È inoltre resistente a numerosi prodotti chimici, tranne che ai solventi idrocarburici ed agli oli minerali, oppone scarsa resistenza alla propagazione della fiamma se non opportunamente formulato e possiede elevata impermeabilità all'acqua (Kim et al. 2005).

Una delle recenti novità su questo materiale è riferita dalla Lanxess, gruppo chimico tedesco che punta a produrre l'EPDM da canna da zucchero, mediante deidratazione del biotenaolo; questo materiale sarà distribuito sotto il marchio di Keltan Eco (Polimerica 2011).

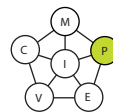


## Etilene – Polipropilene – Butadiene

La necessità di trovare materiali che diano caratteristiche adeguate alle richieste industriali trova risposta nell'uso dei polimeri per la realizzazione di miscele o blend, simili a quelle ottenute con le leghe metalliche, nate per rispondere con la combinazione di più composti chimici ad esigenze di più ampio spettro.

Il terpolimero di etilene – polipropilene – butadiene è una miscela di polimeri non comunemente ritrovabile in letteratura. La modifica del polipropilene con aggiunta di etilene è stata una scoperta non recente che ha dato vita ad un elastomero termoplastico migliorando le caratteristiche all'impatto rispetto al solo polipropilene. Il terpolimero in argomento è un elastomero sintetico che appartiene al gruppo M; questa famiglia presenta ottima resistenza agli agenti atmosferici ed a molti agenti chimici, buon comportamento a basse temperature e buone proprietà elettriche. La presenza del butadiene in questo blend aggiunge sicuramente delle qualità di elasticità, mantenendo le macro caratteristiche riportate. Alcune proprietà di questi blend possono variare sulla base del tipo di reticolazione tra i polimeri, per le lunghezze delle catene e per le quantità in gioco.

Un elastomero termoplastico sfrutta la differenza dei  $T_g$  (temperatura transizione vetrosa) nei diversi polimeri, mantenendo dei blocchi rigidi con  $T_g$  superiore a  $T_a$  (temperatura ambiente), insieme ad una parte morbida perchè con  $T_g$  inferiore a  $T_a$ , ciò genera un sistema reticolato a blocchi e rende un materiale dalle caratteristiche gommosi.

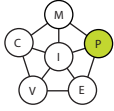


## Ftalati

Il termine ftalato è di origine greca, derivato dal nome del petrolio grezzo: nafta. Gli ftalati sono stati scoperti nel 1850 e da allora hanno letteralmente invaso il nostro pianeta, al punto che oggi ritroviamo loro tracce nelle acque ed in ogni angolo del pianeta. Questo ha suscitato preoccupazione e momenti più o meno intervallati di allarmismi, ridimensionati nel 1990 quando la Commissione Europea CE ha dichiarato che il DEHP di-2-etilesilftalato, primo tra i composti utilizzati con ftalati, non è cancerogeno o pericoloso per la salute. In effetti le polemiche non si sono mai del tutto esaurite e molte ricerche definiscono e confermano questi agenti come molto pericolosi e dai particolari effetti dannosi per la riproduzione maschile, tanto che l'EFSA (European Food Safety Authority) ne ha stabilito dei limiti di esposizione giornalieri. Le occasioni di venire a contatto con queste sostanze purtroppo oggi sono innumerevoli e difficili da evitare, dall'assorbimento del suolo ai confezionamenti alimentari (specie se contenenti sostanze oleose), giochi etc.

Gli ftalati derivano dall'acido ftalico, formato da un anello benzenico a cui sono legati due gruppi di acidi: se i gruppi sono affiancati la molecola è uno ftalato, se posizionati in modo opposto sull'anello sono detti tereftalati.

Il tereftalato è parte, ad esempio, del polimero utilizzato per realizzare le bottiglie in plastica; una forma di ftalato può essere aggiunta al PVC per renderlo flessibile, permettendo alle molecole di muoversi l'una sull'altra, ed è utilizzato ad esempio nei rivestimenti di fili elettrici.



## Polietilene tereftalato

Il PET fa parte del gruppo dei poliesteri, materiali che derivano dalla combinazione di polimerizzazione, ed esterificazione ed appartiene alla categoria dei tereftalati.

Fu scoperto nel 1941 dai chimici Rex Whinfield e James Dickson a Manchester (UK), i quali attraverso il riscaldamento di glicol etilenico e dimetil tereftalato ottennero una massa appiccicosa, l'etilene tereftalato, che stirata dava delle fibre molto resistenti. Venne così utilizzato sotto il nome di Terylene, una fibra che veniva tessuta insieme a quelle naturali di cotone per ottenere filati misti. Un'altro tessuto ottenuto da processi produttivi fu inventato da Mario Nava con il nome Crimplene, un materiale che non fa pieghe per abiti da non stirare. Il processo di produzione del PET in uso per film plastici o bottiglie avviene per riscaldamento a 200 °C sottovuoto e catalizzazione del bis-2idrossietil tereftalato.

Polimero termoplastico dalle buone capacità meccaniche e resistente alle alte temperature fino a 160 °C, il PET è impermeabile all'acqua, è facilmente modellabile, duro e resistente e facile da sterilizzare, può essere riciclato e con le fibre ricavate si possono ottenere tessuti e tappeti, tuttavia non è totalmente impermeabile all'ossigeno. Il PET originariamente si trovava solo nella forma cristallina (PET-C) e veniva utilizzato soprattutto per la produzione di fibre, poi ne venne prodotta anche una forma amorfa (PET-A) ed in copolimeri resistenti all'urto (PET-G). Per ottenerne la trasparenza è necessario diminuire la cristallinità, con l'introduzione di altri elementi. Il PET ha una buona viscosità allo stato fuso, caratteristica che ne favorisce i processi produttivi e le eventuali aggiunte di fibre in rinforzo. Il costo di questa resina è relativamente basso, per cui può sostituire il polipropilene in tutte le applicazioni dove sono richieste delle caratteristiche meccaniche più elevate.

### PROPRIETÀ

Acronimo: PET  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.33-1.59  
 Mod. elastico (GPa): 2.1-2.4  
 Durezza (Shore D): 84

### Temperature

Range utilizzo (°C): -60-160  
 Tg (°C): 79  
 Tm (°C): 260

### Proprietà peculiari:

tenace, buona stabilità dimensionale, impermeabile, trasparente o opaco, riciclabile.

### Resistente a:

acidi, alcol, grassi e oli, autoestinguento, UV.

### Non resistente a:

permeabile all'ossigeno e all'anidride carbonica.

**FORMATURA**  
 STAMPAGGIO PER INIEZIONE  
 SOFFIAGGIO MONO STADIO  
 SOFFIAGGIO BISTADIO  
 ESTRUSIONE  
 FORMATURA SOTTOVUOTO  
 FORMATURA IN PRESSIONE  
 FORMATURA MECCANICA  
 SPINNING

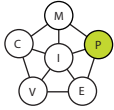
**L. MECCANICHE**  
 AD UTENSILI DA TAGLIO

**GIUNZIONI**  
 SALDATURA ULTRASUONI  
 SALDATURA A FRIZIONE  
 AD ATTREZZO CALDO  
 A GAS CALDO  
 INCOLLAGGIO CON ADESIVI A BASE DI CIANACRILATO

**FINITURE**  
 MASTER BATCH  
 SERIGRAFIA

**APPLICAZIONI**  
 BOTTIGLIE ALIMENTARI  
 PACKAGING  
 TUBI  
 FILM  
 SUPPORTI VIDEO  
 AUDIO  
 TESSUTI  
 ISOLAMENTO TERMICO  
 COMPONENTI ELETTRICI

Il PET è famoso ormai nell'utilizzo per la realizzazione delle bottiglie in quanto è un materiale che richiede meno energia rispetto alla fabbricazione in vetro, oltre a permettere un risparmio nel trasporto dato dal peso ridotto. Ormai da tempo si è consolidata una cultura del riciclo di questi prodotti; ma negli USA, Germania, Austria e Paesi Bassi si sta attivando un ciclo di riutilizzo di queste bottiglie e per questo motivo l'involucro viene realizzato con un spessore maggiore. Ma il PET viene anche utilizzato per le pellicole fotografiche e nastri video o per l'imballaggio di medicine perchè facile da sterilizzare per irradiazioni, oltre che nei tessuti per abbigliamento dai nomi commerciali Dacron, Trevira, Terylene.



## Polibutilenetereftalato

Il PBT è un poliestere termoplastico, conosciuto anche come politetrametilenetereftalato (PTMT) dalle caratteristiche simile al PET ma con migliori proprietà di isolamento ai liquidi e all'umidità, qualità che ne offrono una maggiore stabilità dimensionale.

Questo polimero cristallizza più velocemente rispetto al PET e può trovare migliore impiego nello stampaggio ad iniezione, in cui si lavora con temperature tra i 230° ed i 270 °C, seppure la temperatura ideale per una buona resa di superficie rimane a 110 °C, è meno tenace del PET e la sua temperatura di transizione vetrosa è a 60 °C (Saechtling 2006).

Il PBT è un buon isolante elettrico anche in condizioni di umidità ma è più permeabile all'anidride carbonica rispetto al PET.

Ha una struttura cristallina che può essere facilmente rinforzata con fibre e ne possono essere migliorate le caratteristiche con additivi.

Il materiale ha un aspetto particolarmente rigido e tenace, resiste a creep ed ha una buona resistenza alle sostanze chimiche.

Date le ottime performance in particolar modo nella riduzione di energia per lo stampaggio ad iniezione, esistono diversi brevetti sul PBT modificato e rinforzato con fibre; lo si trova registrato come Crastin e prodotto dalla Dupont o come Ultradur dalla BASF e in molte altre paternità e denominazioni quali Pocan, Anjacom, Arnite, Celanex, Vandar, Valox, Schuladur, Later, Kebater, Vestodur.

### PROPRIETÀ

Acronimo: PBT

Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.3–1.32

Mod. elastico (GPa):  
2.5–28

### Temperature

Tg (°C): 60

Tm (°C): 225

### Proprietà peculiari:

cristallizzazione veloce che lo rende più adatto allo stampaggio ad iniezione, isolante elettrico.

### Resistente a:

simile al PET con migliore permeabilità all'anidride carbonica e ossigeno.

**FORMATURA**

- STAMPAGGIO AD INIEZIONE
- ESTRUSIONE
- STAMPAGGIO ROTAZIONALE
- FORMATURA MECCANICA
- FORMATURA SOTTOVUOTO
- FORMATURA IN PRESSIONE

**L. MECCANICHE**

- LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO

**GIUNZIONI**

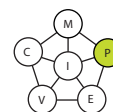
- SALDATURA ULTRASUONI
- SALDATURA A FRIZIONE
- SALDATURE A CALDO
- SALDATURE A GAS
- INCOLLAGGI CON ADESIVI
- INC. CON RESINE REATTIVE

**FINITURE**

- MASTER BATCH
- SERIGRAFIA

**APPLICAZIONI**

- SEDIE
- CUSCINETTI
- VALVOLE
- RUOTE
- PARTI DI
- ELETTRODOMESTICI



## Policarbonato

222

### PROPRIETÀ

Acronimo: PC  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.20  
 Mod. elastico (GPa): 2.3–2.4  
 Durezza (Shore D): 82–85

### Temperature

Range utilizzo (°C): -100–140  
 Tg (°C): 150  
 Tm (°C): 220–267

### Proprietà peculiari:

tenace, trasparente, superficie lucida, stabilità alle radiazioni forti, alta permeabilità ai gas, auto-estinguente, buone proprietà meccaniche variabili al peso molecolare, isolante.

### Resistente a:

idrocarburi alifatici, benzina, grassi, oli.

### Non resistente a:

alcol metilico, sensibile all'intaglio, resistenza chimica limitata, fessurabile.

Il PC è un polimero sintetico appartenente alla famiglia dei poliesteri termoplastici, contenente nella catena il gruppo -CO-. Il policarbonato può essere ottenuto per polimerizzazione a stadi o policondensazione da bisfenolo o diidrossidifenildimetilene e da fosgene o cloruro di carbonile. La presenza di gruppi aromatici è responsabile delle qualità di rigidità e buona tenacità del materiale.

Le prime produzioni industriali risalgono agli inizi degli anni '60 e precisamente al 1957 con la Bayer e la General Electric.

Il policarbonato è un termoplastico essenzialmente amorfo, tenace, resistente al creep, con una buona stabilità dimensionale ed un basso ritiro. I pezzi o gli oggetti in policarbonato possono essere realizzati per formatura a caldo o per lavorazione ad utensile. Ha una buona resistenza agli urti nel range di temperatura tra 50-135 °C, resiste bene alle radiazioni solari e può essere ulteriormente stabilizzato con filtri di protezione UV. Non può comunque essere utilizzato per contenere bevande frizzanti dato che non ha una buona permeabilità all'anidride carbonica.

Utilizzato in diverse applicazioni edilizie e dove necessitano particolari requisiti meccanici, il PC può essere inoltre caricato con fibra di vetro per incrementarne le caratteristiche di resistenza (Caligiana 2002).

La temperatura di lavorazione del PC, data la sua elevata viscosità e specie per lo stampaggio ad iniezione, deve essere elevata tra i 240 °C e i 280 °C. Con il PC così lavorato si producono pezzi di alta precisione, come applicazioni ottiche (solo da poco sostituito con materiali ancora più performanti), mentre grazie ad agenti espandenti si possono realizzare pezzi unici di grandi dimensioni.

OTTICA  
 PANNELLI DI COPERTURA  
 PACKAGING  
 BOTTIGLIE  
 SCHERMI PROTETTIVI  
 SCUDI  
 AERONAUTICHE  
 ILLUMINOTECNICA  
 ISOLANTE ELETTRICO  
 APPLICAZIONI MEDICHE

APPLICAZIONI

COLORAZIONI SENZA  
 LIMITI DI TRASPARENZA E  
 INTENSITÀ  
 LUCIDATURA A FELTRI  
 CON ABRASIVI PRIVI DI  
 ALCALI

FINITURE

VERNICI ADESIVE  
 (CLORURO DI METILENE)

ADESIVI REATTIVI  
 POLIMERICI

SALDATURA ULTRASUONI  
 SALDATURA ALTA FREQUENZA

GIUNZIONI

LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO  
 TORNITURA  
 FRESATURA  
 MOLATURA

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
 ESTRUSIONE  
 STAMPAGGIO PER ROTAZIONE  
 FORMATURA MECCANICA  
 FORMATURA IN PRESSIONE  
 FORMATURA SOTTO VUOTO

FORMATURA



S

O

T

MATERIALI

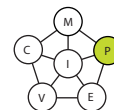
P

I

Le alte caratteristiche meccaniche permettono al PC un largo impiego in diversi settori; il materiale naturalmente è trasparente e può essere colorato con ogni tonalità e intensità di colore.

Alcuni nomi commerciali sono: Lexan, Makrolon, Sinver, Orgalan.





## Polimetilmetacrilato

224

### PROPRIETÀ

Acronimo: PMMA  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.17–1.19  
 Mod. elastico (GPa): 3.1–3.3  
 Durezza (Shore D): 87–88

### Temperature

Range utilizzo (°C): -50–80  
 T<sub>g</sub> (°C): 85–160  
 T<sub>m</sub> (°C): 165–200

### Proprietà peculiari:

trasparenza, durezza, rigidità, fragilità buona, resistenza agli urti, buona resistività.

### Resistente a:

reagenti inorganici, alcali, acidi diluiti, agenti atmosferici.

### Non resistente a:

scalfiture, abrasione, solventi.

Le proprietà sono variabili con il peso molecolare.

Il PMMA è una resina polimetacrilica, la cui invenzione si deve a W. Caspary e B. Tollens nel 1873 osservando la polimerizzazione dell'acrilato di ottile. È stata poi sviluppata da Otto Röhm (1876-1939) che nel 1901 presentò una tesi di laurea sulla preparazione dei monomeri acrilici, fondatore in seguito della Röhm und Haas Chemical Company.

È un polimero termoplastico amorfo di elevato peso molecolare, prodotto per polimerizzazione di massa di acrilati e metacrilati. La maggior parte dei polimeri acrilici ed alcuni metacrilici sono costituiti da copolimeri; i primi sono soffici e appiccicosi e gli altri duri e fragili, il bilanciamento si ottiene mettendo in giusto rapporto i due monomeri. Il PMMA può essere prodotto in continuo ed in discontinuo; in particolare il secondo metodo consiste nel preparare un prepolimero allo stato di sciroppo, per poi versare questo prodotto viscoso in uno stampo dove rimane da 10 a 30 ore, protetto da una pellicola protettiva. Il materiale può essere lavorato per stampaggio a iniezione o estrusione. Le temperature di massa vanno da 200 °C a 230 °C e quelle di stampo da 50 ° a 70 °C. Può essere sottoposto a metallizzazione, può essere saldato ad aria calda, alta frequenza ed ultrasuoni o incollato con colle di metilmetacrilato. Fragile ma con elevata resistenza ed alto modulo di elasticità, il PMMA ha una grande durezza di superficie e polimerizzato tra lastre di vetro raggiunge un'ottima brillantezza superficiale. Può essere lucidato, resistente alle intemperie, agli acidi deboli, ai grassi, agli oli ed all'acqua. Essendo un materiale trasparente è adatto alla colorazione (Saechtling 2006), anche con diversi gradi di opacità e non presenta particolari note olfattive.

In commercio può essere trovato sotto diverse denominazioni alcune delle quali sono: Acrivill, Deglas, Limacryl, Lucite, Oroglas, Perclax, Perspex, Plexiglas, Resartglass, Vitroflex, Trespex.

VETRATURE AEREI NAVI  
 LUCERNARI  
 INSEGNE  
 LENTI  
 OCCHIALERIA  
 ARTICOLI CASALINGHI  
 MEDICALE

APPLICAZIONI

LUCIDATURA  
 SABBIATURE

FINITURE

UNIONE AD ARIA CALDA  
 SALD. AD ALTA FREQUENZA  
 SALDATURA AD ULTRASUONI  
 INCOLLAGGIO CON:  
 METILMETACRILATO,  
 EPOXIDICO,  
 ALFACIANOACRILATO,  
 POLIESTERE O NITRILE,  
 ADESIVI FENOLICI.

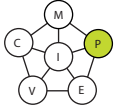
GIUNZIONI

TAGLIO LASER  
 TAGLIO MECCANICO  
 MODELLAZIONE A CALDO  
 INTAGLIO

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO INIEZIONE  
 ESTRUSIONE

FORMATURA



## Copolimeri e miscele con MMA

I copolimeri del metilmetacrilato nascono con il fine di migliorare alcune caratteristiche del PMMA, come resilienza, stabilità e resistenza sotto sforzo ed in presenza di alcoli.

Oggi sulla base del metilmetacrilato si sviluppano numerosi compound e polimeri, tra questi ci sono il PBMA, il Metacrilato Stirene, il PBzMA.

**PBMA** – Polibutylmetacrilato è composto da metacrilato di butile cui è aggiunto uno stabilizzatore (Dow n.d.). Offre vantaggi di flessibilità meccanica, ed è utilizzato anche come additivo nel settore dell'automotive, in particolare per gli elementi di finitura, così come nei toner da stampa, per i rivestimenti della carta o negli adesivi.

**Metacrilato-stirene** è una composizione dalle eccellenti proprietà antistatiche e dall'ottimo aspetto qualitativo. Ha inoltre elevate qualità di diffusione della luce ed una buona resa con i coloranti; come gli altri derivati dai metilmetacrilati mantiene buone proprietà fisiche e stabilità dimensionale (Kempro n.d.).

Il **Benzylmetacrilato** copolimero è un nuovo polimero dalle particolari proprietà ottiche, motivo per il quale se ne studiano gli sviluppi per applicazioni nel campo delle fibre ottiche. In co-polimero con il MMA ha dato ottimi risultati nel metodo di co-estrusione brevettato da Park and Walker (Park et al. 1999).

### PROPRIETÀ

Acronimo: PBzMA

Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.179

### Temperature

T<sub>g</sub> (°C): 54

T<sub>m</sub> (°C): 200

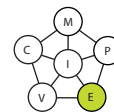
### PROPRIETÀ

Acronimo: PBMA

Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.053

### Temperature

T<sub>g</sub> (°C): 20



## Stirene-butadiene

226

### PROPRIETÀ

Acronimo: SBR  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 1.35–2.0  
 Mod. elastico (GPa): 0.022  
 Durezza (Shore D): 70–80  
 Allungamento (%): 730

### Temperature

Range utilizzo (°C): -50–82  
 Tg (°C): -70–20  
 Infragilimento (°C): -47

### Proprietà peculiari:

simile alla gomma naturale, resistenza all'impatto, deve essere rinforzato per un'accettabile resistenza e durabilità, buona resistenza all'abrasione.

### Non resistente a:

benzina, solventi organici.  
 (Le proprietà sono variabili con il rapporto S e B)

Lo stirene-butadiene è un elastomero termoplastico indicato con l'acronimo SBR, laddove la *R* indica la sua caratteristica di elasticità *rubber*.

Con questo copolimero si superano i limiti dei comuni elastomeri, ottenuti da processi di vulcanizzazione e poi difficilmente riciclabili.

È forse il primo tra i copolimeri detti a blocchi, dove si alternano catene di stirene a quelle di butadiene; il primo si trova all'estremità della catena, mentre l'altro ne costituisce la parte centrale. Lo stirene, data la sua transizione vetrosa alta, tende ad essere rigido ed è la parte resistente e tenace del copolimero, mentre il butadiene costituisce la parte gommosa. Questa combinazione permette di associare le proprietà del polistirene al polibutadiene gommoso; la deformazione elastica è possibile grazie alla parte butadienica mentre quella plastica viene impedita dai blocchi stirenici (Bertolini et. al 2001).

La storia del butadiene-stirene ha origini dal 1929, da quando i chimici tedeschi della IG Farben svilupparono una serie di elastomeri sintetici e chiamarono questi prodotti Buna, dal butadiene.

La più grande finanziatrice del Partito nazionalsocialista di Hitler fu la Interessens-Gemeinschaft Farbenindustrie AG (abbreviato I.G. Farben), un conglomerato di industrie fondato nel 1926 affinché la Germania mantenesse il monopolio della produzione chimica mondiale. Si erano unite infatti, a causa di un indebolimento generale del settore dovuto alle nefaste conseguenze della Grande Guerra, la Bayer, la Basf, la Hoechst, l'Agfa, la Cassella, la Huels, la Kalle e molte altre compagnie di dimensioni inferiori. [...] Nel 1937 tutti i direttori della I. G. Farben si iscrissero al Partito nazista. [...] Tuttavia, il campo di concentramento fu la soluzione scelta per lo sviluppo della produzione di gomma sintetica (in tedesco «Buna»), considerato un mero problema di gestione industriale. La scelta di avviare la costruzione di un impianto nei territori polacchi (in Germania erano già attivi altri stabilimenti

DISPOSITIVI MEDICALE  
 DISPLAY  
 BLISTER  
 PACKAGING ALIMENTARI  
 IMBALLI FILM FLESSIBILI  
 GIOCATTOLE  
 ELETTRODOMESTICI  
 SUOLE  
 PNEUMATICI  
 GUARNIZIONI

APPLICAZIONI

NATURALI  
 SERIGRAFIA

FINITURE

INCOLLAGGI CON ADESIVI  
 MECCANICHE

GIUNZIONI

LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO

L. MECCANICHE

CALANDRATURA  
 STAMPAGGIO PER INIEZIONE  
 SOFFIAGGIO  
 ESTRUSIONE FILM  
 FORMATURA SOTTOVUOTO  
 FORMATURA MECCANICA  
 FORMATURA IN PRESSIONE

FORMATURA

S

O

T

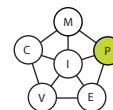
MATERIALI

P

I

Buna) fu dovuta al fatto che era priorità del Reich coinvolgere economicamente le regioni slave da poco inglobate nel Governatorato generale. È il 25 aprile 1941:[...] nasce la I. G. Farben Auschwitz. L'impianto, conosciuto anche come "Buna-Werke", poteva operare grazie alla disponibilità di manodopera a basso costo che veniva tenuta prigioniera ad Auschwitz-Monowitz (Castagna 2007).

In seguito il copolimero stirene-butadiene venne ulteriormente studiato e sviluppato negli USA. Nel 1933 i chimici tedeschi Eduard Tschunker e Walter Bock brevettarono una gomma chiamata BunaS, poi rinominata GR-S Governo Gomma Stirene dagli americani che, migliorandone la produzione durante la guerra, ne hanno sentito l'appartenenza. Il GR-S o BunaS è un copolimero molto utilizzato per la fabbricazione di alcuni strati nei pneumatici da strada (Greene 2001).



## Poliacetale

228

### PROPRIETÀ

Acronimo: POM

Densità (g/cm<sup>3</sup>):  
1.39–4.00

Mod. elastico (GPa):  
2.3–6.3

Durezza (Shore D):  
79–82

### Temperature

Range utilizzo (°C):  
-40–110

T<sub>g</sub> (°C): -13–25

T<sub>m</sub> (°C): 175

### Proprietà peculiari:

rigidità, basso attrito,  
resistenza usura,  
giunzioni difficili.

### Resistente a:

acetone, etere,  
benzina, acido acetico  
debole, benzolo, olio  
combustibile, oli, grassi,  
toluene.

### Non resistente a:

UV

Il POM (polioxilmetilene o semplicemente acetale, poliacetale o poliformaldeide) è un materiale termoplastico cristallino (75-85%) ed è un polimero che può essere distinto in due tipologie base, omopolimero e copolimero.

Entrambe le tipologie sono disponibili in un ampio range di peso molecolare. L'omopolimero è un polimero semi-cristallino di formaldeide con una struttura molecolare ripetitiva ad unità di oximetilene. La prima larga produzione di poliacetale o poliformaldeide venne realizzata nel 1958 in USA. L'anno successivo la Du Pont Company lo commercializzò con il nome Delrin; il copolimero venne invece introdotto in USA dalla Celanese Corporation sotto il nome di Celcon (1960). Il polimero ha una temperatura di fusione elevata, nell'omopolimero è di 175 °C. Il successo commerciale del poliacetale è dovuto alla sue importanti caratteristiche meccaniche e all'impiego in biomedicina (Bastioli 2005). Ha proprietà antifrizione e di scorrevolezza molto buone, un'alta resistenza all'abrasione, una combinazione ideale tra rigidità e tenacità, eccellenti caratteristiche di tenacità alla percussione, notevole lavorabilità, bassa resistenza e stabilità alla luce ultravioletta. Mantiene una buona permeabilità ai gas e ai vapori, tra i polimeri non rinforzati è tra quelli con la migliore stabilità dimensionale.

Il POM è sensibile agli UV, per questo motivo è necessario stabilizzarlo o caricarlo con nerofumo; in forma naturale si presenta totalmente trasparente. Spesso viene utilizzato in miscela con il PU (poliuretano) per conferire migliori caratteristiche antiurto, può essere caricato con fibra di vetro per aumentare la tenacità e per realizzare pezzi nelle macchine e parti di oggetti nello sport, o con polveri metalliche per stabilizzare la conducibilità termica ed elettrica.

Il polioxilmetilene ha la struttura più semplice di tutti i poliesteri. È prodotto

BIOMICHE  
INGRANAGGI  
BOCCOLE  
CUSCINETTI  
IDRAULICHE  
AUTOMOTIVE

APPLICAZIONI

MASTER BATCH

FINITURE

SALDATURA ULTRASUONI  
SALDATURA A FRIZIONE  
SALDATURA ULTRASUONI  
CONNESSIONE FORZATA  
MECCANICHE

GIUNZIONI

LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO AD INIEZIONE  
ESTRUSIONE  
STAMPAGGIO ROTAZIONALE

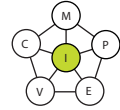
FORMATURA

O  
S  
T

MATERIALI

P  
I

in un processo di soluzione anionica o cationica per polimerizzazione a catena, una reazione analoga alla polimerizzazione vinilica. Di per sé, il polimero è instabile e ritorna al monomero per riscaldamento a 120 °C, per questo motivo il prodotto commerciale viene fatto reagire ulteriormente con anidride acetica per ricoprire le estremità delle catene con i gruppi di acetato. Il POM ha un interessante legame con la fibra di carbonio.



## Fibra di carbonio

### PROPRIETÀ

230

Acronimo: CF

Densità (g/cm<sup>3</sup>):  
1.75–2.15

Mod. elastico (GPa):  
200–700

### Temperature

Range utilizzo:

variabile perchè relativo  
alla matrice polimerica.

### Proprietà peculiari:

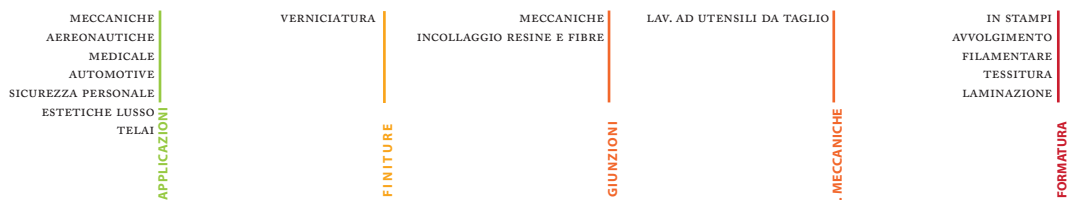
altissima resistenza,  
meccanica,  
leggerezza, resistenza  
a fatica, resistenza  
chimica, proprietà  
elettromagnetiche,  
smorzamento sonoro,  
biologicamente inerte,  
costo elevato.

Le CF *Carbon Fiber* a struttura reticolare di grafite furono introdotte alla fine degli anni sessanta; l'occasione in quel tempo fu favorita dalle richieste dell'industria aerospaziale che cercava fibre simili a quelle di vetro ma con delle proprietà meccaniche superiori. Il loro effettivo utilizzo fu però possibile solo alcuni decenni dopo, quando si riuscì a portare le caratteristiche fisiche ad un modulo elastico elevato; si trattò di un miglioramento sorprendente che ha portato le CF ad essere tra i primi materiali compositi in grado di competere per alcune caratteristiche con i metalli.

La storia dello sviluppo delle proprietà del carbonio è legata ad una società, la Union Carbide.

Questo elemento chimico era utilizzato negli Stati Uniti già all'inizio del 1800 per le prime prove in laboratorio di lampade ad arco elettrico, un sistema che emette luce sfruttando l'arco elettrico che si genera tra due aste di carbonio elettrificate; questa tecnologia venne impiegata nelle lampade per l'illuminazione urbana, la prima delle quali fu realizzata a Cleveland.

Quando nel 1879 Thomas Edison inventò la lampadina, vi fu un ulteriore impulso allo studio di questo materiale; la sua lampada ad incandescenza utilizzava come filamento un intreccio di fili di cotone e nastri di bambù, materiale che riscaldandosi carbonizzava diventando carbonio. Successivamente si adoperò il tungsteno, ma quest'ultimo si rompeva con le vibrazioni ed era poco adatto in alcuni usi, ad esempio nell'illuminazione delle navi dove si preferì mantenere l'intreccio originario in cotone e bambù. Dopo la seconda guerra mondiale, la Union Carbide si dedicò a studiare un sistema che sostituisse il filamento di tungsteno ed iniziò ad utilizzare il rayon, polimero derivante dalla cellulosa, che veniva carbonizzato e posto in tubi



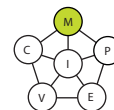
sotto vuoto. Lo studio di questo materiale crebbe di interesse quando la società americana ne scoprì le proprietà meccaniche e presentò un tessuto in rayon carbonizzato alla *US Air Force* proponendolo come sostituto alla fibra di vetro. Il prodotto suscitò interesse ed ebbe un primo successo, ma le sue performance meccaniche non erano ancora pienamente soddisfacenti.

Fu dal 1956 che iniziò un'importante era delle fibre di carbonio, grazie soprattutto a Roger Bacon, un giovane ricercatore che riuscì a riprodurre filamenti di grafite perfetta con delle qualità fisiche straordinarie, un lavoro migliorato nel tempo per ottenere caratteristiche tecniche sempre più elevate.

Nel 1961 i giapponesi iniziarono a produrre delle fibre di carbonio utilizzando come precursore un polimero, il PAN (poliacrilonitrile). I filati così ottenuti avevano un modulo di resistenza ancora più alto di quelli prodotti con precursori derivati dal rayon (Gorss 2010).

Tutte le fibre di carbonio oggi prodotte sono realizzate dal rayon, dal PAN o dalla pece ed in base al precursore di origine si conseguono differenti caratteristiche qualitative, proprietà che migliorano al crescere del costo di produzione. Le fibre di carbonio hanno diametri compresi tra i  $5\mu\text{m}$  e i  $15\mu\text{m}$ , date le infinitesime dimensioni vengono prodotti in fasci di fibre assemblati secondo diverse metodologie, avvolti in bobine o in lamine piane già impregnate di resina (Caligiana 2002). Le fibre di carbonio si trovano oggi in commercio come monofilo ed in strutture mono o multi assiali, sono poi inglobate in una matrice in resina epossidica o bismaleinimide o anche in un materiale termoplastico resistente alle alte temperature (Chung 1994; Raghavendra et.al 2009).





## Acciai

232

### PROPRIETÀ

Densità (g/cm<sup>3</sup>): 7.4–8.1

Mod. elastico (GPa): 210

Durezza (Vickers) HV:  
130–600

### Temperature

Range utilizzo (°C):

-20–700

Fusione (°C): oltre 1100

### Proprietà peculiari:

alta resistenza

meccanica, resistenza  
alla corrosione, alto range  
di applicazioni, resistenza  
chimica generalmente  
buona ma che varia ad  
ogni tipologia di acciaio.

Si definiscono acciai le leghe di ferro-carbonio con tenore di carbonio inferiore al 2,1%. Oltre questi due elementi fondamentali possono essere presenti anche altri quali cromo, nichel, molibdeno, manganese, silicio, vanadio, tungsteno od ancora come zolfo e fosforo laddove questi ultimi potrebbero dare origine a fenomeni di fragilità. La produzione dell'acciaio può essere realizzata o per ciclo integrale partendo dai minerali nell'altoforno o con una lavorazione parziale in forno elettrico ad arco-resistenza utilizzando il recupero di rottami. Questi processi vengono qui indicati in maniera molto semplificata e sintetica, in quanto la lavorazione di questo materiale richiede numerosi procedimenti precisi con differenti passaggi utili a raggiungere per ogni tipologia di acciaio delle caratteristiche prestabilite (Burdese 1992).

Esistono numerose categorie di acciai, molte delle quali normate ed altre realizzate sulla base di esigenze specifiche. La prima distinzione utile è la dicitura inossidabilità che individua in maniera generica una macro famiglia di leghe di acciaio; si definiscono acciai inossidabili delle leghe di ferro-cromo o ferro-cromo-nichel il cui contenuto di cromo può variare dal 12% al 30% e quello di nichel dallo 0% al 35%. La loro principale caratteristica è di resistere alla corrosione grazie ad un fenomeno di passivazione ovvero alla formazione di una sottile pellicola di ossido.

La nascita degli acciai inossidabili si fa risalire al 1913 a Sheffield per merito di Harry Brearly. Sul percorso che portò alla sua scoperta ci sono differenti interpretazioni, la prima vuole che Brearly, osservando alcuni rottami di leghe sperimentati per particolari applicazioni, notò tra questi un elemento particolarmente lucente ed analizzatolo si accorse che conteneva il 13% di cromo ed un tenore di carbonio del 0,35%; un'altra storia racconta che fu una scoperta

INFINITE E RELATIVE ALLE  
PROPRIETÀ DELLA LEGA  
UTILIZZATA.

APPLICAZIONI

VERNICIATURE SPRAY  
ANODIZZATE  
GALVANICO  
POLVERI  
STAMPE  
LEVIGATURE  
SATINATURE  
ELETTROCHIMICHE  
ELETTROLUCIDATURE

FINITURE

SALDATURE:  
T.I.G., M.I.G., M.A.G.,  
ELETTR. RIVESTITO (SMAW),  
LASER (LBW),  
ELETTROGAS (EGW),  
RESISTENZA ELETTRICA (RW),  
OSSIGENO/ACETILENE (OFW),  
PLASMA (PAW).  
MECCANICHE  
ADESIVI SPECIALI

GIUNZIONI

TRANCIATURA  
STAMPAGGIO  
IMBUTITURA  
TORNITURA  
FRESATURA  
LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO  
PIEGATURA  
LAVORAZIONI A FREDDO

L. MECCANICHE

FORGIATURA  
RICALCULTURA  
ESPLOSIONE  
POLVERI  
ESTRUSIONE  
LAMINAZIONE  
FUSIONE:  
A TERRA, IN CONCHIGLIA  
IN STAMPO, IN CERAMICA, IN  
CONTINUO.

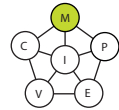
FORMATURA

nata nell'ambito di un lavoro di ricerca di leghe migliori per armi da fuoco e in particolare per realizzare canne da fucile. In fondo un'ipotesi non esclude l'altra. La lega scoperta da Brearly fu poi sfruttata ed utilizzata per la fabbricazione dei coltelli. In effetti già prima di lui altri personaggi si applicarono a trovare leghe resistenti alla corrosione: Gruuer nel 1883 sperimentò una lega ferro-nichel, Hadfield nel 1892 eseguì un test con una lega cromo-nichel ed esiste tuttora una lega riconosciuta con il suo nome (Pratesi 2009), infine l'inossidabile 18/8 (18% di Cr e l'8% di Ni, codificata [AISI 304]), tra i più conosciuti ed utilizzati, nacque già nel 1920 (Nicodemi 2003).

Nel tempo la gamma degli acciai si è arricchita con differenti tipologie ed è stato necessario determinare un sistema di riferimento per individuarli e classificarli in base alla loro struttura metallografica e di conseguenza in funzione del loro impiego.

Le sigle adottate sono differenti secondo le norme tecniche utilizzate da ogni nazione. Così abbiamo la norma UNI per l'Italia, quella DIN in Germania o quelle americane ASTM e AISI, di cui l'ultima è ormai tra le più conosciute; la norma italiana dichiara le singole componenti in lega, mentre quella americana AISI è meno esplicita, seppure codificabile e di più semplice memorizzazione. Le sigle riportano una ricca serie di indicazioni alfanumeriche, utili a individuare per ogni lega le differenti caratteristiche così da determinarne gli impieghi più adatti. In Europa vengono riconosciute e adoperate sigle differenti tutte approvate dalla norma UNI En 10088-1, cosicché lo stesso acciaio può essere indicato come UNI X5CrNiMo17-12, DIN 1.4401 o come AISI 316.

Un'altra caratteristica di distinzione tra i vari tipi di acciaio è relativa alla struttura cristallografica. Da questa scaturisce la classificazione dell'acciaio in martensitico, ferritico, austenitico o duplex; ognuno di questi nomi definisce una differente disposizione degli atomi nella struttura. Ciò fa sì che ciascuna



tipologia possiede delle macro caratteristiche comuni, ad esempio l'acciaio inossidabile martensitico ha proprietà meccaniche molto elevate ed è ben lavorabile alle macchine, l'acciaio ferritico ha buona resistenza meccanica ed alla corrosione, l'austenitico, il più diffuso, è facilmente lavorabile, forgiabile e saldabile.

Le lavorazioni cui possono essere sottoposti gli acciai sono innumerevoli ed anche queste sono relative alla lega utilizzata, di seguito le principali: fucinatura, laminazione a caldo, laminazione a freddo, trafilatura, estrusione, piegature, profilature, imbutitura e stampaggi, oltre a tagli e saldature di diverso tipo.

## Acciaio - AISI 304 / UNI X5CrNi1810

È una tra le prime leghe di acciaio. Conosciuta inizialmente solo come 18/8, indicazione che definisce rispettivamente la presenza in percentuale di cromo 18% e nichel 8%, ha una struttura di tipo austenitico. È un acciaio facilmente forgiabile e saldabile oltre ad avere buone resistenze alla corrosione. Mantenendosi sempre nella serie AISI 300, queste caratteristiche possono essere migliorate con aggiunta di altri elementi quali ad esempio il molibdeno al 2-3% per rendere maggiori resistenze soprattutto in ambienti marini; in tal caso la lega cambia la sigla in AISI316.

## Acciaio - AISI 420 / UNI X30Cr13

È una lega che può definirsi la progenitrice di molte altre, appartiene alla famiglia dei martensitici con una presenza variabile di cromo; nell'AISI420 la presenza del cromo è di circa il 13% e un tenore di carbonio di 0,30%. Questo acciaio presenta



S

O

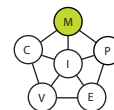
T

MATERIALI

P

I

dei limiti negli attacchi alla corrosione. Variando le percentuali degli elementi nella lega o introducendone altri quali nichel e/o molibdeno, sono state prodotte nuove serie di leghe come varianti alla serie 420 per renderle più utili ad altre applicazioni o per limitarne alcune carenze fisiche, chimiche o di lavorabilità, tra le più note ricordiamo: AISI410, AISI416, AISI431, AISI440 (a, b, c).



## Ottone

### PROPRIETÀ

Gli ottone sono leghe costituite principalmente da rame (Cu) e zinco (Zn). Si ottengono per fusione nei crogioli o a riverbero.

236

Densità (g/cm<sup>3</sup>):  
1.43–2.00

Mod. elastico (GPa):  
90–120

Durezza (Vickers) HV:  
50–300

### Temperature

Range utilizzo (°C):  
-270–220

Fusione (°C): 900–1015

In base alla presenza di Zn, gli ottone possono essere di primo titolo se presentano una percentuale fino al 39% o di secondo titolo se tra il 39-50%. Quelli di primo titolo possono essere lavorati a freddo (per imbutitura e stampaggio) perché duttili e malleabili e hanno anche buona lavorabilità a caldo. I secondo titolo debbono essere trattati a caldo ma oltre i 450 °C. Le leghe con percentuali superiori di Zn non hanno interesse pratico. Gli ottone commercialmente vengono dunque distinti dalla sigla CuZn-20, il numero che segue esprime la percentuale di Zn, da cui poter evincere le caratteristiche utili per la lavorazione. Nella lega è spesso presente l'alluminio che ne migliora le caratteristiche meccaniche (Burdese 1992).

### Proprietà peculiari:

malleabile, buona risonanza acustica, resistente agli agenti atmosferici, buona lavorabilità ad utensile che differisce a secondo del tipo di lega, buona conducibilità termica ed elettrica, resistenza alla corrosione, ottima resa estetica superficiale.

Gli ottone possono essere binari, costituiti solo da rame e zinco, ternari, in cui è presente un terzo elemento caratterizzante la lega, o quaternari in cui sono presenti altri elementi chimici.

Per favorirne la lavorabilità nelle macchine utensili si aggiunge del piombo (Pb) che è insolubile ed estraneo alla struttura cristallina, con conseguente miglioramento della qualità e della velocità della lavorazione. Le leghe al piombo sono denominate anche ottone secchi (Callister & Rethwisch 2011). L'ottone è un lega relativamente giovane dato che non era facile fondere insieme due elementi con punti di fusioni così differenti e tenuto conto che lo zinco tende ad evaporare prima della conclusione del processo.

Le testimonianze più antiche risalgono al II-I sec. a.C. e riguardano oggetti prodotti con un processo detto di cementazione, utilizzando direttamente i minerali di zinco che riscaldati producevano dei vapori che si riuscivano a legare al rame (Cuzzoni 2007).

ELETTRICHE  
RADIATORI  
SETTORE MARINO  
RUBINETTERIA  
PEZZI INDUSTRIA CHIMICA  
COMPLEMENTI SERRAMENTI  
MONETE  
STRUMENTI MUSICALI  
ARCHITETTURA  
BIGIOTTERIA  
APPLICAZIONI

ELETTRODEPOSIZIONE  
GALVANICHE  
SMALTATURE  
VERNICIATURE

FINITURE

SALDATURE A STAGNO  
SALDOBRSATURA  
BRASATURE  
OSSIACTILENICA  
UNIONI MECCANICHE

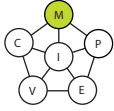
GIUNZIONI

PER ASPORTO DI TRUCIOLO  
LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO  
FRESE  
DEFORMAZIONI A FREDDO

L. MECCANICHE

STAMPAGGIO A CALDO  
STAMPAGGIO A FREDDO  
COLATA IN SABBIA  
COLATA IN CONCHIGLIA  
COLATA SOTTO PRESSIONE  
COLATA A CERA PERSA  
METALLURGIA POLVERI  
TRAFILATURA  
LAMINATURA

FORMATURA



## Carburo di tungsteno

Il carburo di tungsteno WC (Wolframio-Carbonio) è un composto di carbonio e tungsteno; si ottiene per carburizzazione del tungsteno, in un processo in cui vengono mescolate insieme le polveri dei due elementi e portate a temperature da 1400 °C a 2650 °C. Per favorire un corretto processo di carburizzazione vengono aggiunti degli inibitori come vanadio, cromo o tantalio. Il procedimento viene realizzato in atmosfere controllate con gas detti endogas. Le polveri di WC così ricavate subiscono altre cotture a temperature controllate e l'aggiunta di altri leganti come il cobalto, fino a ottenere un elemento solido della forma desiderata. Questi composti hanno elevata durezza, resistenza all'abrasione, notevole conducibilità termica, basso coefficiente di espansione termica ed inerzia chimica. Il WC inglobato in una matrice di cobalto venne introdotto nel mercato dalla Krupp-Siemens nel 1926 come Widia *Wie Diamant* (come diamante). Lo sviluppo delle conoscenze sui carburi fu anche merito del chimico francese Ferdinand Frederick Henri Moissan (1852-1907), attraverso l'analisi di frammenti di meteoriti; per i suoi studi ricevette il Nobel per la chimica nel 1906 (Samsonov & Obolonchik 1886).

Il tungsteno viene estratto da minerali con particolari procedimenti, è il metallo con il più elevato punto di fusione ed il più resistente allo stato puro e per questo viene utilizzato per realizzare elementi che resistono ad altissime temperature. Se legato ad acciai contenenti carbonio, il tungsteno dà vita a carburi durissimi (oltre 9 nella scala Mohs). Il tungsteno è utilizzato con tecniche di stampaggio PIM (p. 267) e nelle applicazioni PVD (p. 287).

### PROPRIETÀ

Acronimo: WC  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 15.8  
 Mod. elastico (GPa): 600  
 Resist. compressione (GPa): 5300-7000  
 Durezza (Vickers) HV: 1500

### Temperature

Fusione (°C): 3422

### Proprietà peculiari:

elevata resistenza  
 abrasione, elevata  
 durezza, conducibilità  
 termica, resistenza  
 chimica, ossidabile da  
 acqua ossigenata, tossico  
 per inalazione (fibrosi).

PROCESSO PIM  
 TERMSPRAY

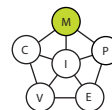
L. MECCANICHE

GIUNZIONI

FINITURE

APPLICAZIONI

- UTENSILERIE METALLICHE
- AUTOMOTIVE
- ABRASIVO
- NUCLEARI
- CHIODATURE SPORTIVE
- STRUMENTI CHIRURGICI
- SFERA PER STRUMENTI
- SCRITTURA
- ARMI
- FILAMENTO LAMPADINE



## Iridio

238

### PROPRIETÀ

Simbolo chimico: Ir  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 22.65  
 Mod. elastico (GPa): 517  
 Durezza (Vickers) HV: 220

### Temperature

Fusione (°C): 2410

### Proprietà peculiari:

raro, ottima resistenza alla corrosione, resistenza ad altissime temperature, irritante per gli occhi.

### Non resistente a:

può essere attaccabile dai sali cianuro di sodio e cianuro di potassio.

Il suo simbolo è Ir, è un metallo di transizione bianco-argenteo, elemento chimico con numero atomico 77; prende il nome dal latino iris (iride, arcobaleno), perché molti dei suoi sali sono intensamente colorati. Fu scoperto da Smithson Tennant nel 1803 a Londra.

L'iridio è un metallo che fa parte del gruppo denominato del Pt (platino). Gli elementi che ne fanno parte si trovano spesso in natura in miscela tra loro e sono accumulati dalle medesime caratteristiche chimiche e fisiche: eccellenti proprietà di resistenza alla corrosione, alte temperature di fusione, buona resistenza meccanica ed agli attacchi chimici, oltre ad una elevata capacità catalitica; sono metalli utilizzati spesso nelle leghe orafe e generalmente hanno un alto costo.

L'iridio assomiglia al platino ed è un metallo di colore bianco con una lievissima sfumatura gialla. Per via delle sue elevate caratteristiche di durezza e fragilità, è difficile da lavorare e da modellare; l'iridio è noto inoltre per essere il metallo più resistente di tutti alla corrosione chimica, non viene attaccato da acidi o dall'acqua regia, ma è sensibile all'azione dei sali fusi.

Una lega platino iridio 90:10 fu usata nel 1899 per costruire il metro standard ed il chilogrammo standard, adottati come riferimento dal Sistema Internazionale e conservati presso il Bureau International des Poids et Mesures di Sèvres, in Francia (Pratesi 2009b).

CROGIUOLI  
 CONTATTI ELETTRICI  
 INDURENTE IN LEGA PT  
 PENNINI STILOGRAFICHE  
 PRINCIPALMENTE IN LEGHE  
 PER ESTRUSIONE VETRI  
 CUSCINETTI SPECIALI

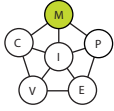
APPLICAZIONI

FINITURE

GIUNZIONI

L. MECCANICHE

FORMATURA



## Osmio

Metallo che fa parte del gruppo denominato del Pt (platino), precede l'iridio nel sistema periodico con un numero atomico 76 e simbolo Os, l'osmio ha una delle temperature di fusione più alte tra i metalli puri.

Il suo nome deriva dal greco osme=odore, dato il caratteristico e forte odore del tetraossido.

Fu scoperto come residuo di lavorazione del platino nel 1804 da S. Tennant (Selby, Yorkshire, 1761-Boulogne 1815), membro della Royal Society, noto soprattutto per la scoperta di tale metallo e dell'iridio nello stesso anno.

Metallo duro e non malleabile, l'osmio ha l'inconveniente di formare un ossido superficiale tossico; si presenta di colore blu-grigio o blu-nero.

Utilizzato soprattutto in lega, è presente nei pennini delle penne stilografiche o nelle puntine per giradischi.

Nel 2001, presso il Lawrence Livermore National Laboratory (California) un campione di osmio è stato sottoposto ad una pressione di 600000 atmosfere e la sua resistenza alla compressione (il «modulo di carico») è risultata essere superiore a quella del diamante (462 GPa contro 443 GPa), ritenuta da sempre quella più grande in assoluto. Tale caratteristica apre nuove frontiere per lo sviluppo di applicazioni industriali con l'utilizzo di osmio (per esempio per il taglio di acciaio ad alte temperature) (Cynn et al. 2002).

### PROPRIETÀ

Simbolo chimico: Os  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 22.61  
 Mod. elastico (GPa): 462  
 Durezza (Vickers) HV: 350

### Temperature

Fusione (°C): 3045

### Proprietà peculiari:

rarietà, durezza, fragilità, resistenza agli acidi, alto costo.

### Non resistente a:

fluoro, cloro, alcali fusi.

FORMATURA

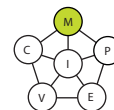
L. MECCANICHE

GIUNZIONI

FINITURE

APPLICAZIONI  
 LEGHE DURE  
 PUNTE PENNINI  
 PUNTE GIRADISCHI  
 PERNI SPECIALI  
 ISTOLOGIA  
 CHIMICA ORGANICA





## Oro

240

### PROPRIETÀ

Simbolo chimico: Au  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 19.3  
 Mod. elastico (GPa): 78  
 Durezza: (variabile per ogni lega)

### Temperature

Fusione (°C): 1064

### Proprietà peculiari:

malleabilità, duttilità,  
 ottimo conduttore  
 elettricità, inerzia chimica,  
 riflettente.

### Resistente a:

ossigeno, umidità, calore,  
 acidi.

### Non resistente a:

mercurio, acqua regia,  
 soluzioni con cianuri.

L'oro è sicuramente il metallo che più di tutti rappresenta preziosità ed opulenza.

Simbolo chimico Au, dal termine latino Aurum, numero atomico 79, è uno dei pochi materiali che viene trovato già come metallo allo stato nativo. La tipologia di estrazione può essere definita in base al deposito in primario o secondario, il primo caso se si trova all'interno di rocce, il secondo se in fondi fluviali. Nei depositi primari l'oro può contenere una percentuale di argento definendo una lega chiamata *electron*, che anticamente ne permetteva l'utilizzo per le lavorazioni così come estratto. In passato questa lega d'oro veniva utilizzata molto per le stoviglierie ritenendo che avesse delle proprietà antiveleni una considerazione ovviamente falsa ma non del tutto priva di fondamento in quanto, è noto come l'argento a contatto con l'acqua rilasci ioni dalle proprietà antibatteriche.

Data la sua alta malleabilità e duttilità, l'oro non trova buon utilizzo allo stato puro: un grammo può ridursi in un foglio di un metro quadro. Per essere utilizzato e lavorato, deve quindi raggiungere maggiore resistenza meccanica e per questo motivo è utilizzato in lega con altri metalli. Ottimo conduttore di elettricità, resistente a molti agenti chimici tranne che all'acqua regia, allo ione cianuro ed al mercurio, l'oro è oltretutto inalterabile all'ossigeno, motivo per cui viene molto usato in gioielleria.

La caratura è un sistema che indica la quantità di oro in una lega; l'indicazione 24 carati corrisponde al 100% di metallo puro, ma è un sistema che trova poi difficoltà di applicazione nel momento in cui si vuole convertire in centesimi o millesimi. Le carature sono basate sul peso, così se teniamo conto che l'oro pesa circa il doppio rispetto al rame o all'argento, possiamo subito capire che per una lega 750/1000 in quantità di volume avremo poco più di metà di oro ed il resto sono altri elementi.

MONETE  
 LINGOTTI  
 GIOIELLERIA  
 ORNAMENTALE  
 ELETTRONICA  
 APPLICAZIONI MEDICHE  
 DIAGNOSTICA MEDICALE  
 ODONTOIATRIA  
 AEROSPAZIALE  
 CATALIZZATORE  
**APPLICAZIONI**

LUCIDATURE MECCANICHE  
 CHIMICHE  
 ELETTROCHIMICHE  
**FINITURE**

SALDATURE  
 BRASATURA  
 MECCANICHE  
**GIUNZIONI**

LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO  
 FRESE  
 DEFORMAZIONI A FREDDO  
 ABRASIONE  
 FILIGRANE  
 INCISIONI  
 PRESSE  
 CESELLATURA  
 INCISIONE  
**L. MECCANICHE**

FUSIONI  
 COLATE  
 LAMINAZIONE  
 TRAFILATURA  
 LAVORAZIONI ARTIGIANALI  
**FORMATURA**

Le leghe dell'oro possono essere diverse.

La lega di oro argento è caratterizzata dalla completa miscibilità dei due metalli allo stato solido:

**Au-Ag 916, 6/1000 (22Ct):** colore giallo pallido;

**Au-Ag 750/1000 (18ct):** colorazione verde intensa poco lucidabile. Si può trovare in altre leghe utilizzate per rivestimenti 14 – 9 – 8 ct.

Le leghe dell'oro possono generare dei composti definiti intermetallici che dipendono dalle temperature in cui i vari elementi si incontrano; la gestione di questi legami relazionata alle temperature può generare dei risultati, forse in passato casuali, ma che oggi sono voluti per ottenere degli effetti particolari specie in gioielleria. Abbiamo così alcune leghe di oro e rame di tipo detto tetragonale o I (si trovano nella prima parte di un diagramma Au/Cu), come:

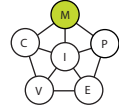
**Au-Cu I 916, 6/1000 (22ct):** oro rosso per alta gioielleria;

**Au-Cu I 875/1000 (21 ct):** oro rosso per gioielleria e oreficeria (tende a formare cricche);

**Au-Cu I 750/1000 (18 ct):** oro francese, rosso, molto duro e difficile da lavorare;

**8Au-92Cu:** oro giapponese *shakudo*, immerso in acido solforico prende un colore nero-azzurro e si usa in bigiotteria.

Esiste inoltre una particolare lega realizzata con oro e titanio, sviluppata in Germania e diffusa in Cina con il nome di *chuk kam*. Il metallo che ne deriva, dal colore giallo, di facile lavorazione e poco fragile, ha l'inconveniente che per la fusione richiede particolari accorgimenti di atmosfere inerti e trattamenti termici; data la minima percentuale di titanio necessario in lega, si ha una maggiore quantità di oro puro.



## Leghe oro argento rame

Questo sistema di lega rimane quello più utilizzato in gioielleria; il diagramma che rappresenta i rapporti tra i vari elementi è di tipo complesso e la possibilità di diversificare le proporzioni permette un ampio range di variazioni tra colori e durezza. Questa lega può essere realizzata con diversi titoli in ct (ovvero diverse quantità di oro rispetto al peso complessivo); ad esempio il 18ct (molto usato in Italia) è caratterizzato dall'aver una presenza di oro del 75% e la restante parte in proporzioni differenti tra rame e argento. In generale, minore è il carato, cioè la % in oro puro, maggiore sarà la possibilità di variazione delle parti rimanenti in lega.

## Oro bianco

È una lega nata intorno agli anni '20 per sostituire il platino che veniva utilizzato per esaltare le incastonature dei brillanti ma era molto costoso. Per ottenerla basta legare l'oro ad un metallo diverso dal rame; vengono utilizzati a tale scopo nichel, palladio e platino. Ancora non esiste una composizione standardizzata per l'oro bianco e la scelta della lega ne determina anche i comportamenti fisici e chimici; esistono per questo motivo categorie differenti di oro bianco che possono avere o meno bisogno di rodatura finale.

La lega con palladio è tenera e malleabile, può essere fino a 21 ct, ma la necessaria aggiunta di altri elementi determina l'esigenza di una rodatura finale (Pratesi 2007).

La lega con nichel può raggiungere i 18 ct, ma il metallo che ne deriva può avere dei difetti con formazione di cricche e per questo si aggiungono altri elementi quali argento e zinco per migliorarne la malleabilità, a discapito di

S

O

T

MATERIALI

P

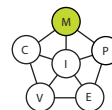
I

un peggioramento nel colore finale. Oltretutto rimane il problema dell'allergia al nichel che ha un limite di esposizione settimanale, normato solo di recente dopo la produzione delle monete (euro) ricche di nichel.

Dati i problemi di lega prima citati e non del tutto risolti, si è cercato di ricorrere a soluzioni diverse con l'utilizzo del manganese, che può essere adoperato da solo o con percentuali di palladio.

Esistono altre leghe come oro-rame-palladio o il sistema oro-nichel-rame per l'oro bianco.

Nelle leghe può essere aggiunto lo zinco che serve ad abbassare la temperatura di fusione ed in passato veniva utilizzato il cadmio, ormai vietato perchè tossico. Non di rado le leghe orafe possono avere delle composizioni più complesse con altri metalli quali iridio, palladio o platino.



## Platino

244

### PROPRIETÀ

Acronimo: Pt  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 21.09  
 Mod. elastico (GPa): 168  
 Durezza (Vickers) HV: 41

### Temperature

Fusione (°C): 1768

### Proprietà peculiari:

rarietà, resistenza, purezza, non ossida all'aria, resistenza all'usura.

### Resistente a:

calore, acidi.

### Non resistente a:

miscele di acidi con acqua regia, alogeni, cianuri, zolfo.

Individuato dal simbolo Pt e dal numero atomico 78, deve il suo nome alla somiglianza con l'argento che nella dicitura spagnola diventa *plata*.

Definito appunto dagli spagnoli piccolo argento, veniva considerato un'impurità e gettato via. Pare che i primi usi risalgano ai popoli precolombiani, a seguito delle scoperte in Sud America realizzate nel 1735 da Antonio de Ulloa e Don Jorge Juan y Santacilia. Pochi anni dopo, nel 1741 Charles Wood, isolandolo, ne richiese l'attribuzione di scoperta.

Il platino fa parte del gruppo dei metalli che da lui prende il nome "gruppo del Pt"; viene ricavato, con complesse lavorazioni, come sottoprodotto di estrazione del rame e nichel o lo si può trovare nei depositi fluviali. È un metallo duttile e malleabile dall'aspetto simile all'argento, ha buona resistenza meccanica ed agli attacchi chimici, non si ossida. È uno dei migliori conduttori elettrici e per questo viene utilizzato nei cavi di trasmissione HDMI. Per poter essere lavorato il platino deve essere realizzato in lega, sia per diminuirne la temperatura di fusione che per aumentarne la resistenza meccanica; gli elementi con cui viene legato spesso sono il piombo, l'iridio ed il nichel che sono le leghe maggiormente utilizzate in gioielleria, o con il rame.

Uno dei composti del platino più utilizzato è l'acido esacloroplatinico, precursore di molti composti per diverse applicazioni, dalla fotografia, agli inchiostri indelebili, specchi, coloranti o come catalizzatore. Composti del platino vengono anche utilizzati per applicazioni mediche come la cura chemioterapica. La rarità di questo metallo fece dichiarare nel 18°sec. a Luigi XV che doveva essere un metallo solo per i Re.

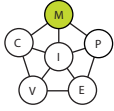
TERMOMETRI A RESISTENZA  
 COPPIE TERMOELETTRICHE  
 CONTATTI ELETTRICI  
 TELEFONIA  
 CATALIZZATORE CHIMICO  
 USI OTTICI SPECIALI  
 GIOIELLERIA  
 + 30% IRIDIO PER PENNINI  
 CHIRURGIA  
 ODONTOIATRIA  
**APPLICAZIONI**

LUCIDATURE MECCANICHE  
 CHIMICHE  
 ELETTROCHIMICHE  
**FINITURE**

SALDATURE  
 BRASATURA  
 MECCANICHE  
**GIUNZIONI**

LAV. AD UTENSILI DA TAGLIO  
**L. MECCANICHE**

LAMINATURA A FREDDO  
 STAMPAGGIO  
 TRAFILATURA  
 DEPOSIZIONE ELETTROLITICA  
**FORMATURA**



## Palladio

Individuato dalla sigla Pd e numero atomico 46, il palladio è un metallo con delle caratteristiche simili al platino.

Fu scoperto in Sud America nel 1803 da William Hyde Wollaston dalla lavorazione del platino; il suo nome deriva da quello di un asteroide scoperto in quegli stessi anni, Pallade, dal greco *Pallas* in onore della dea della saggezza Athena.

Il palladio viene estratto principalmente dai depositi del rame e del nichel, dove si trova in basse concentrazioni ma la cui estrazione è resa possibile grazie alle alte richieste di quella degli altri minerali; può anche trovarsi nei depositi fluviali insieme ad oro e platino.

Dal 1939 il palladio è diventato un sostituto del platino per le platinature in oro bianco, quando quest'ultimo, più costoso, divenne una risorsa economica strategica per i paesi coinvolti nella II guerra mondiale, ed è pure iniziato un utilizzo per le leghe. Tutto questo fino al 2004, quando la crescita del costo dell'oro e del platino, specie in Cina, ha determinato un'autonoma produzione di gioielli realizzati quasi totalmente in palladio. Dal 2010 questo metallo è stato introdotto e riconosciuto ufficialmente come materiale prezioso da gioielleria e marcabile, così come l'oro, sulla base delle parti millesimi presenti in lega da 500 – 950 – 999.

Uno dei maggiori utilizzi del palladio è per la fabbricazione delle marmitte catalitiche, da cui la presenza di emissioni nell'aria; un'altra applicazione è per realizzare i condensatori e gli elettrodi.

Il palladio presenta una buona duttilità specie dopo ricottura, che ne permette lavorazioni sia a caldo che a freddo. Non ha particolare stabilità chimica ed è attaccabile da molti acidi.

### PROPRIETÀ

Acronimo: Pd  
Densità (g/cm<sup>3</sup>): 12.023  
Mod. elastico (GPa): 121  
Durezza (Vickers) HV: 150–300

### Temperature

Fusione (°C): 1554

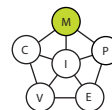
### Proprietà peculiari:

duttilità se ricotto, non opacizza, catalitici.

### Non resistente a:

acidi.





## Zamak

246

### PROPRIETÀ

Acronimo: ZAMAK  
 Densità (g/cm<sup>3</sup>): 68  
 Mod. elastico (GPa): 96  
 Durezza (Vickers) HV: 90–140

### Temperature

Fusione (°C): 381–404

### Proprietà peculiari:

versatilità, tolleranze minori, buona finitura, basso costo, riciclabile.

### Resistente a:

corrosione, urti

### Non resistente a:

calore elevato, il piombo ne indebolisce le qualità.

È una lega la cui base metallica è lo zinco. Questo metallo è ricavato principalmente da un minerale, la blenda (ZnS), ha un punto di fusione a 419 °C ed ebollizione a 907 °C. Le proprietà dello zinco sono l'elevato potere riflettente e l'alta resistenza alla corrosione atmosferica; inoltre se esposto all'aria si passiva formando carbonato basico. Le leghe di zinco sono state possibili solo quando si è potuto utilizzare questo metallo ad elevata purezza, eliminando in questo modo i fenomeni d'invecchiamento. La lega con l'alluminio – Al 382 °C – è una tra quelle più utilizzate, perché il materiale che si ricava è facilmente fusibile ed è quindi lavorabile per pressofusione.

Le leghe di zinco con alluminio sono indicate nel mercato come Zama o Zamak, in cui ritroviamo anche la presenza di rame e magnesio, quest'ultimo utile a contrastare l'impurezza e stabilizzare il materiale.

Sviluppate dalla New Jersey Zinc Company nel 1929, il loro nome è un acronimo degli elementi: Z per *Zink*, A per *Aluminium*, Ma per *Magnesium* e K per *Kupfer* (Cocks & Walters 2009).

Le leghe vengono a loro volta classificate numericamente da 2 a 7 o con acronimi variabili in base alle normative nazionali e scelte in base alle parti presenti che ne modificano le proprietà.

Le Zama vengono utilizzate in molteplici oggetti e specie nelle componenti meccaniche ed il rame (K) viene aggiunto per dare maggiore resistenza alla lega; si usano anche come leghe di addizione allo zinco nei bagni di zincatura, dove è richiesta la presenza di piccole quantità di alluminio per aumentare la lucentezza del rivestimento.

AUTOMOTIVE  
 COMPONENTI HARDWARE  
 ELETTRICHE  
 GIOCATTOLE  
 ABBIGLIAMENTO  
 MANIGLIE  
 CERNIERE  
 RACCORDI TUBATURE  
 ORNAMENTO  
 TIPOGRAFIA  
**APPLICAZIONI**

NATURALE  
 VERNICIATURA  
 SMALTO  
 LUCIDATURE  
 SATINATURA  
 CROMATURA  
 RIVESTIMENTO GALVANICO  
**FINITURE**

BRASATURA  
**GIUNZIONI**

FRESATURE  
 LAVORZIONI PER ABRASIONE  
**L. MECCANICHE**

FUSIONE IN CONCHIGLIA  
 PRESSOFUSIONE  
 COLATA  
**FORMATURA**

## Rivestimenti organici

Lo scopo della verniciatura è quello di assicurare una protezione al pezzo finito e renderne una soluzione estetica ottimale. Nelle produzioni industriali attuali è raro individuare un oggetto che presenti delle caratteristiche visive naturali e quasi sempre, salvo che per i materiali preziosi, gli oggetti sono finiti con rivestimenti, molti dei quali sono verniciature. Nella scelta della vernice è strettamente importante valutare la compatibilità con il supporto, sia per adeguarsi alle caratteristiche meccaniche che per individuare la migliore adesione molecolare. Così per verniciare un oggetto duro (ghisa) si deve scegliere una vernice resistente agli urti, mentre per uno elastico (lattina d'alluminio) si dovrà preferire un rivestimento elastico.

I rivestimenti organici sono costituiti da polimeri le cui componenti contengono molecole di carbonio, da cui la definizione di organico. Sono costituite dalla dispersione di particelle solide in una soluzione liquida che è il legante ed è in base a quest'ultimo che si dà la denominazione alla vernice: possiamo così avere le alchidiche, acriliche, epossidiche, poliesteri e poliuretaniche. A questo elenco possiamo aggiungere le vernici a base di acrilati, dalle particolari proprietà che rimandano ai polimeri MMA e trovano buona applicazione e resa negli ambienti esterni, perchè più flessibili e resistenti. Oggi si spinge molto sullo sviluppo di vernici eco-compatibili i cui VOC (Composti Organici Volatili) possano essere ridotti al minimo. Inoltre una domanda crescente di prodotti bio-compatibili ha stimolato la scoperta di polimeri e resine (leganti) prodotti attraverso processi di biosintesi, utili anche alla produzione di vernici ecologiche (GenitronSviluppo 2009; Paracchini 2007).





O S

T

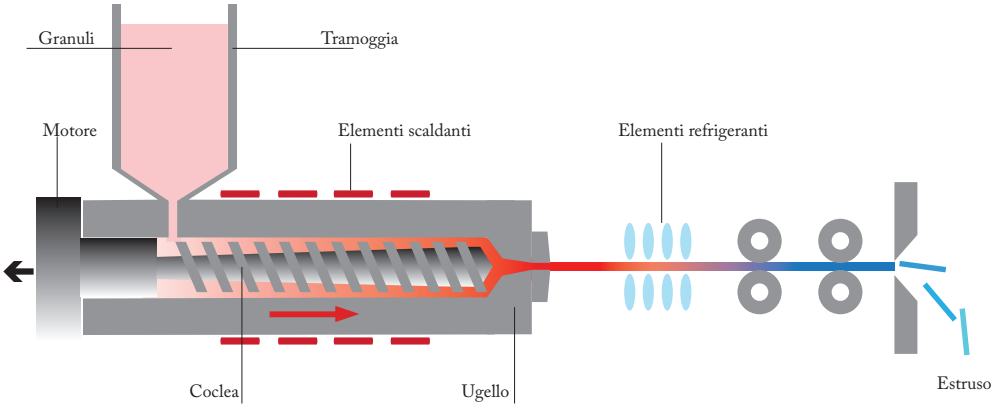
M

PROCESSI



Estrusione a coclea

250



## Estrusione plastica

È un processo produttivo con cui vengono realizzati molti degli oggetti di uso comune. La lavorazione è simile a quella effettuata nei metalli ed allo stesso modo gli estrusi termoplastici possono diventare semilavorati su cui eseguire successive lavorazioni di formatura.

Il principio di funzionamento dell'estrusore è intuitivamente semplice: il materiale in granuli entra in una tramoggia, quindi incontra la vite estrusore che ruotando trasporta e fluidifica il materiale spingendolo verso la matrice. Il materiale viene sempre tenuto allo stato fluido durante il trasporto, grazie ad elementi scaldanti esterni ed al calore generato dall'attrito della rotazione mentre la temperatura viene tenuta sotto preciso controllo da termocoppie.

Prima di arrivare alla matrice, il materiale fluido attraversa un filtro che elimina le impurità e ne indirizza linearmente il moto, altrimenti vorticoso. La temperatura media del materiale estruso è 200~250 °C. Uscendo dall'estrusore e raffreddandosi si solidifica nella forma finale. Il profilo necessita talvolta di essere agevolato nel suo processo di estrusione e per questo può essere tirato con pinze o altri metodi adeguati.

La matrice è un elemento metallico con un foro dal profilo sagomato, grazie all'attraversamento del quale si conferisce al materiale estruso la forma stabilita; il suo disegno necessita pertanto di una progettazione attenta. Uno dei problemi è la deformazione che il materiale subisce in uscita, fenomeno dovuto alla variazione di velocità del fluido. Tale difetto si verifica ad esempio nelle sezioni quadre dove, per maggiore attrito, gli angoli hanno una velocità di estrusione minore che nel centro e ciò provoca una deformazione nella sezione del profilo in uscita.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

Oltre che i termoplastici è anche possibile eseguire l'estrusione di materiali termoindurenti. Questi richiedono maggiori attenzioni, perché potrebbero subire una solidificazione anticipata all'interno della vite e prima della conclusione del processo.

L'estrusione può essere un procedimento utile per realizzare dei semilavorati multi-strato, attraverso l'utilizzo di più estrusori combinati sulla stessa matrice e per questo scopo esistono diverse tecniche di lavorazione.

I primi estrusori comparvero in Germania nel 1935 e vennero utilizzati sui termoplastici adottando un estrusore a vite mentre per le gomme si fece ricorso ad un estrusore a stantuffo con un metodo di estrusione chiamato discontinuo; la sua evoluzione viene oggi indicata come estrusione RAM ed è utilizzata per i materiali ad alta viscosità PE-UHMW e PTFE.

Roberto Colombo e Carlo Pasquetti inventarono un'evoluzione dell'estrusore mono-vite, introducendo un sistema bi-vite, una tecnica più complessa che trova utilizzo per l'estrusione di particolari compound.

Gli estrusi possono avere profili differenti, da forme tubolari a geometrie più complesse, possono essere prodotti in lastre (se con spessori tra 0,25 e 15mm) o in pellicole (con spessori fino a 0,25mm), in questo caso facendo ricorso a più estrusori possono essere bi-orientati o multistrato. Un procedimento particolare di estrusione è quello detto a bolla dove una matrice estrude una pellicola in forma tubolare verso l'alto che viene subito insufflata d'aria ed è una metodologia utilizzata per realizzare pellicole biorientate.

Per evitare inconvenienti nella fase di estrusione, si possono adottare alcuni accorgimenti sulle scelte progettuali quali:

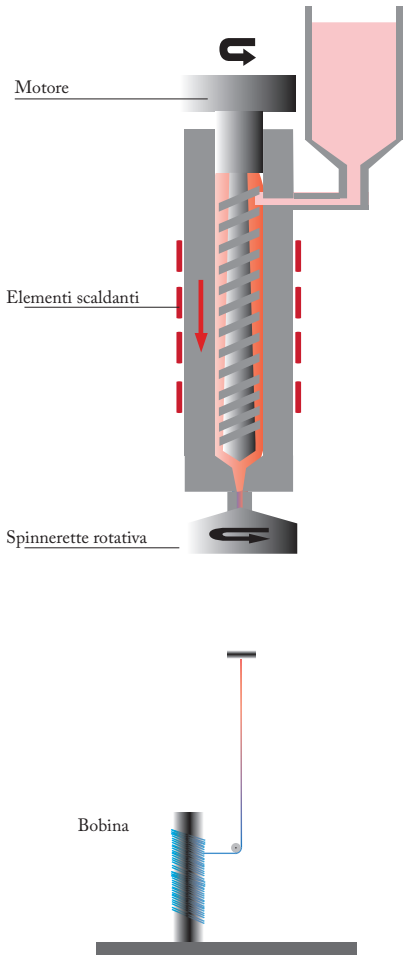
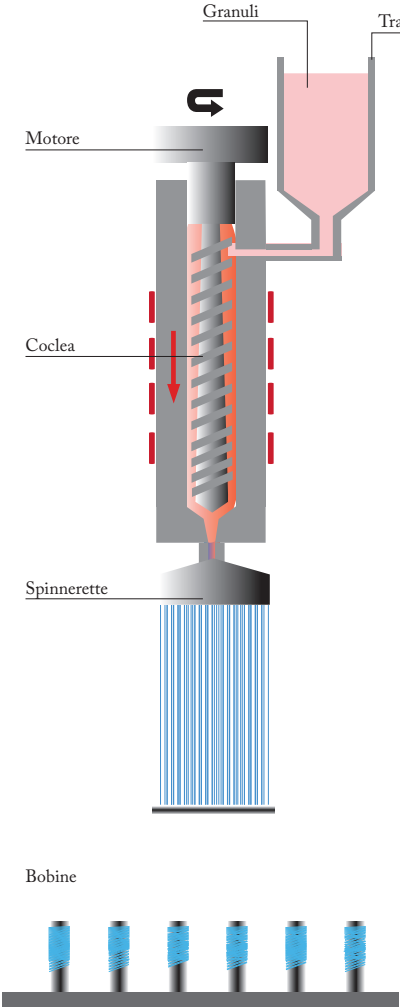
- raggi di raccordo maggiori di 0,5mm, per evitare angoli vivi;

- Pressioni uniformi dell'esterno, per un raffreddamento uniforme e per avere minori deformazioni;
- pareti sottili, per favorirne il raffreddamento;
- pareti interne più sottili delle esterne, per limitare le deformazioni dovute alla diversa velocità di raffreddamento (Lutterotti 2005-06; De Filippi 2004).

Spinning

Spinning con rotazione

254



## Spinning

È un'estrusione in cui la matrice di stampo, detta spinnerette, permette la produzione di un insieme di filamenti. Viene utilizzata soprattutto per la produzione dei filati.

Il polimero estruso può essere successivamente stirato per allungare le fibre ma soprattutto per ordinare le catene polimeriche lungo il senso del filamento così da ottenere migliori proprietà meccaniche. Allo stesso modo la matrice può subire un movimento rotatorio per intrecciare le fibre ed ottenere un filato più resistente. Durante il processo, il polimero viene tirato da pulegge ed avvolto in una serie di grandi bobine.

Questo metodo di estrusione è tra i più antichi nelle produzioni industriali ed era utilizzato già nei primi anni del 1900 per la produzione di filati dal rayon. Le metodologie di estrusione possono essere elencate in: *wet spinning*, *dry spinning*, *melt spinning*, *gel spinning*.

**Wet spinning:** è il metodo più antico, in cui le spinnerette sono immerse in un bagno chimico ed i filamenti estrusi solidificano a contatto con il liquido, viene utilizzato per acrilici, rayon, aramidiche;

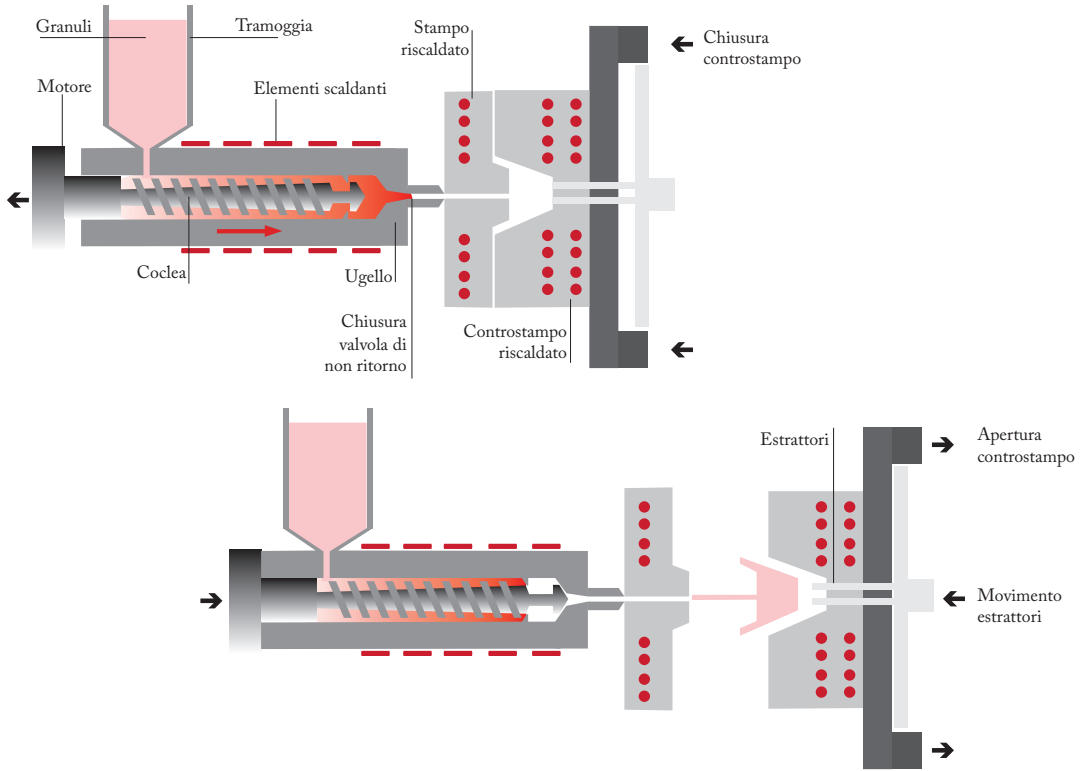
**Dry spinning:** i filamenti estrusi vengono messi a contatto con un gas inerte che favorisce la reazione di solidificazione, si utilizza con acetati;

**Melt Spinning:** le fibre estruse solidificano per raffreddamento all'aria, viene adoperato per nylon, poliestere;

**Gel spinning:** è il processo più recente ed estrude i polimeri ad una temperatura intermedia, generando miglioramenti nelle catene polimeriche (Fiber source n.d.; Plastics Historical Society n.d.).

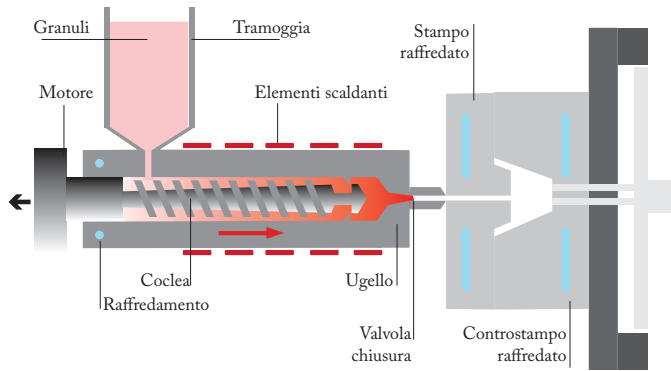


Stampaggio di resine termoindurenti



256

Stampaggio di resine termoplastiche



## Stampaggio ad iniezione

È uno dei procedimenti maggiormente utilizzati ed è tra i più flessibili ad adattarsi alla realizzazione di manufatti di ogni dimensione; viene adoperato sia per i materiali termoplastici che per i termoindurenti.

Il processo è simile all'estrusione, utilizza una pressa a vite che oltre a trasportare e fluidificare il materiale lo trasferisce dentro uno stampo.

257

### Le fasi di stampaggio

I granuli, versati nella tramoggia, scendono da questa sul cilindro a vite che, con gli stessi metodi dell'estrusione e attraverso elementi scaldanti, esegue la fluidificazione del polimero ed il trasporto verso la camera d'iniezione, posizionata all'estremità opposta dell'estrusore.

La vite estrusore ha una particolare geometria ed esegue una serie ritmica di movimenti che permettono prima il trasporto e poi la spinta del fluido dentro lo stampo che si chiude per mezzo di un pistone. La fine del processo si ha con l'apertura dello stampo e l'uscita del pezzo, che può essere estratto meccanicamente o con fluidi.

Il procedimento necessita attenzione nei vari passaggi che dovranno essere regolati da valvole di sicurezza per evitare il ritorno del fluido.

Nello stampaggio ad iniezione vanno evitati i sotto squadri e le superfici estetiche non devono coincidere con l'unione dei semi-stampi. Gli stampi vengono realizzati normalmente in acciaio o con differenti leghe scelte in base alle esigenze tecniche o commerciali.

La prima macchina per stampo a pistone venne realizzata nel 1872 dai fratelli Hyatt; nel 1926 i tedeschi Eckert e Ziegler inventarono la pressa ad iniezione

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

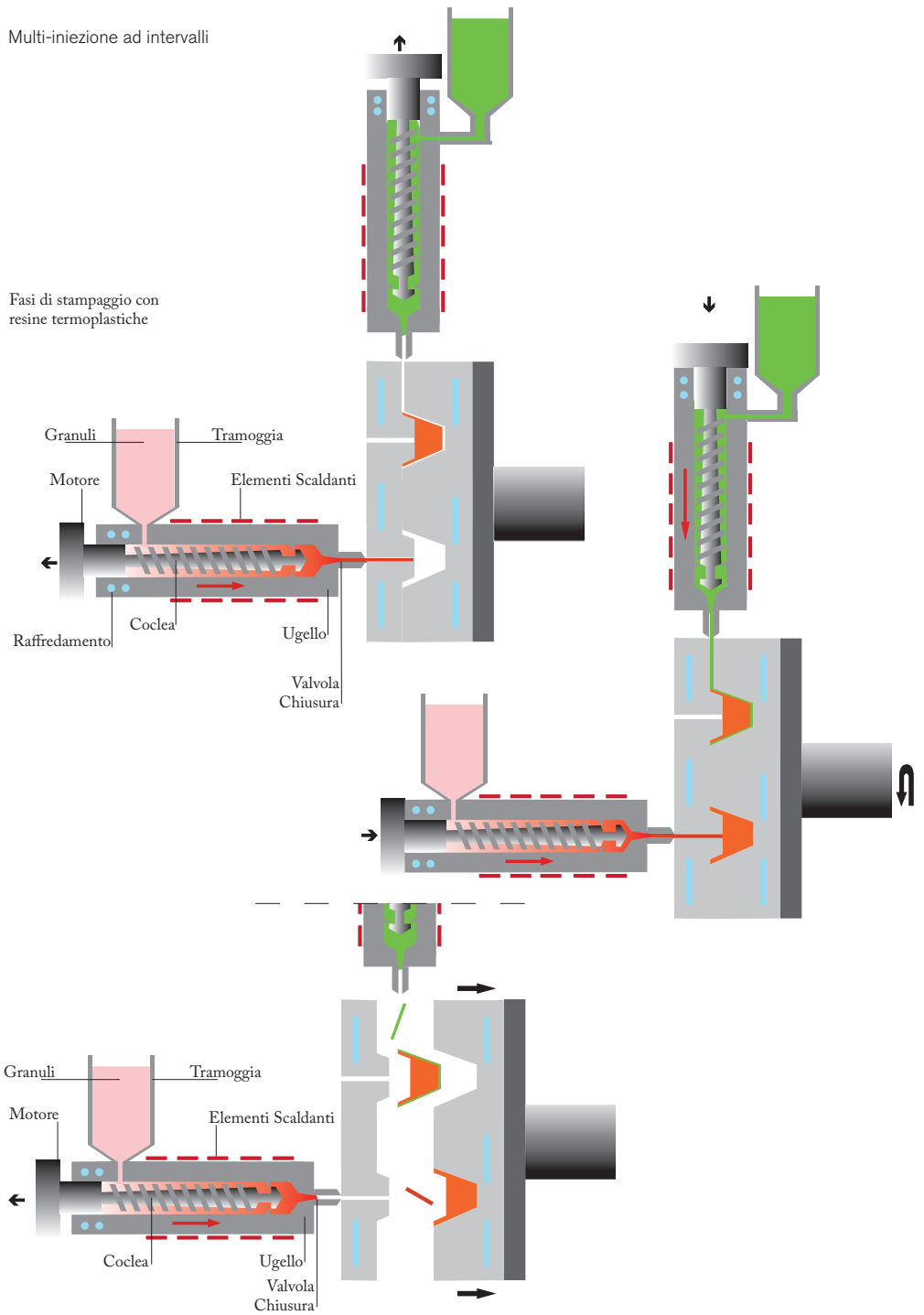
poi migliorata con l'invenzione dell'estrusione bifunzione (plastificazione e iniezione) da J.W. Hendry nel 1946.

Per produzioni di piccole serie possono essere utilizzati stampi con costi ridotti ma di minore durata, realizzati con tecniche dette di *rapid tooling* e possono essere prodotti per: metallizzazione a spruzzo, metallizzazione galvanica, NVD *Nickel Vapour Deposition*.



Multi-iniezione ad intervalli

Fasi di stampaggio con resine termoplastiche



## Stampaggio multi-iniezione

È una tecnica nata e sviluppata negli anni '80 per la produzione di contenitori multistrato, utili soprattutto al confezionamento di generi alimentari.

Consente appunto di ottenere dei prodotti in multistrato con la sovrapposizione di differenti polimeri. Esistono specifiche tabelle di compatibilità che permettono di stabilire le possibilità e le proprietà di accoppiamento tra i differenti materiali.

I prodotti multistrato possono essere ottenuti sia con tecnica di estrusione che per iniezione.

Una tecnologia simile allo stampaggio multi-iniezione viene utilizzata per la produzione dei materiali *sandwich* in cui prima viene stampato l'involucro esterno e poi viene iniettato il materiale di riempimento, che può essere anche di tipo riciclato.

Lo stampaggio a più iniettori ha dato vita ad una serie differente di tecnologie di produzione, permettendo sia l'incremento delle rese decorative date dalla miscelazione di polimeri specie se diversi per colore sia l'utilizzo multistrato di materiali dalle caratteristiche differenti. Si possono così ottenere oggetti con effetti marmorizzati o la cui pelle esterna è differente dal riempimento.

Alcune tecniche nate sul principio della multi-iniezione sono: stampaggio sequenziale, stampaggio a iniezione sandwich e stampaggio ad intervalli.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

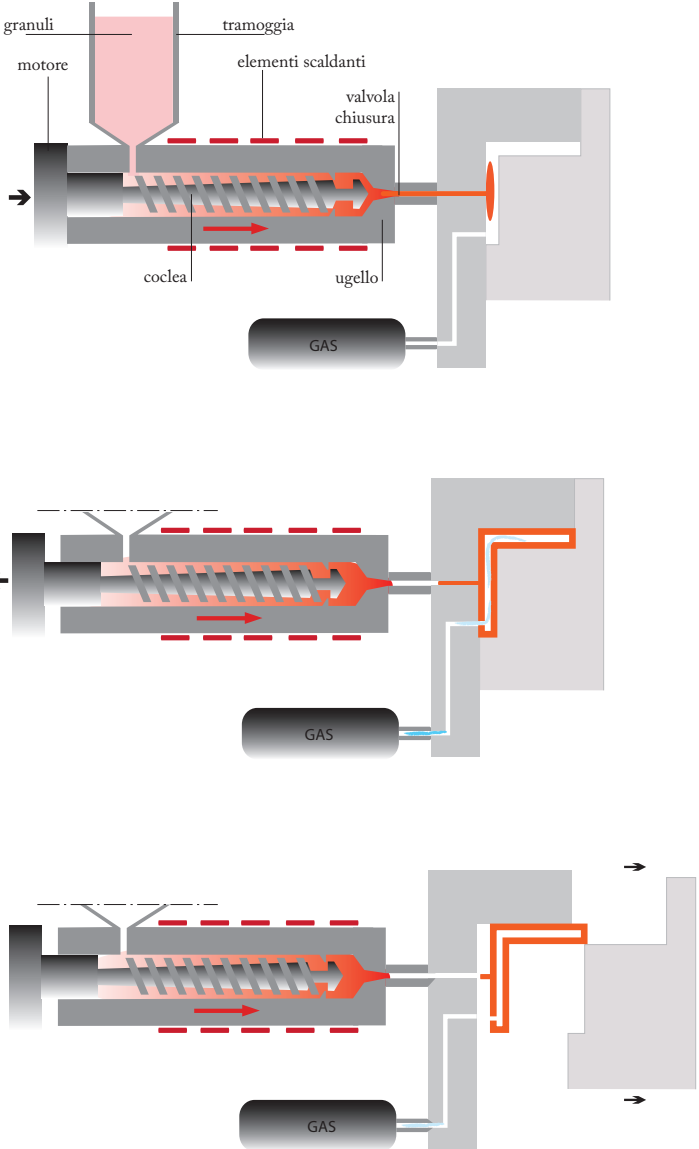
TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

Stampaggio ad iniezione assistito con gas

262



## Stampaggio ad iniezione assistito con gas

Si tratta di un procedimento di stampaggio utilizzato per fabbricare pezzi cavi soprattutto con materiale termoplastico e fibro-rinforzato.

Il vuoto interno al pezzo viene generato per azione del gas insufflato all'interno dello stampo attraverso particolari macchinari e studiati punti d'immissione, così da determinare la distribuzione e la spinta controllata del materiale verso le pareti dello stesso stampo.

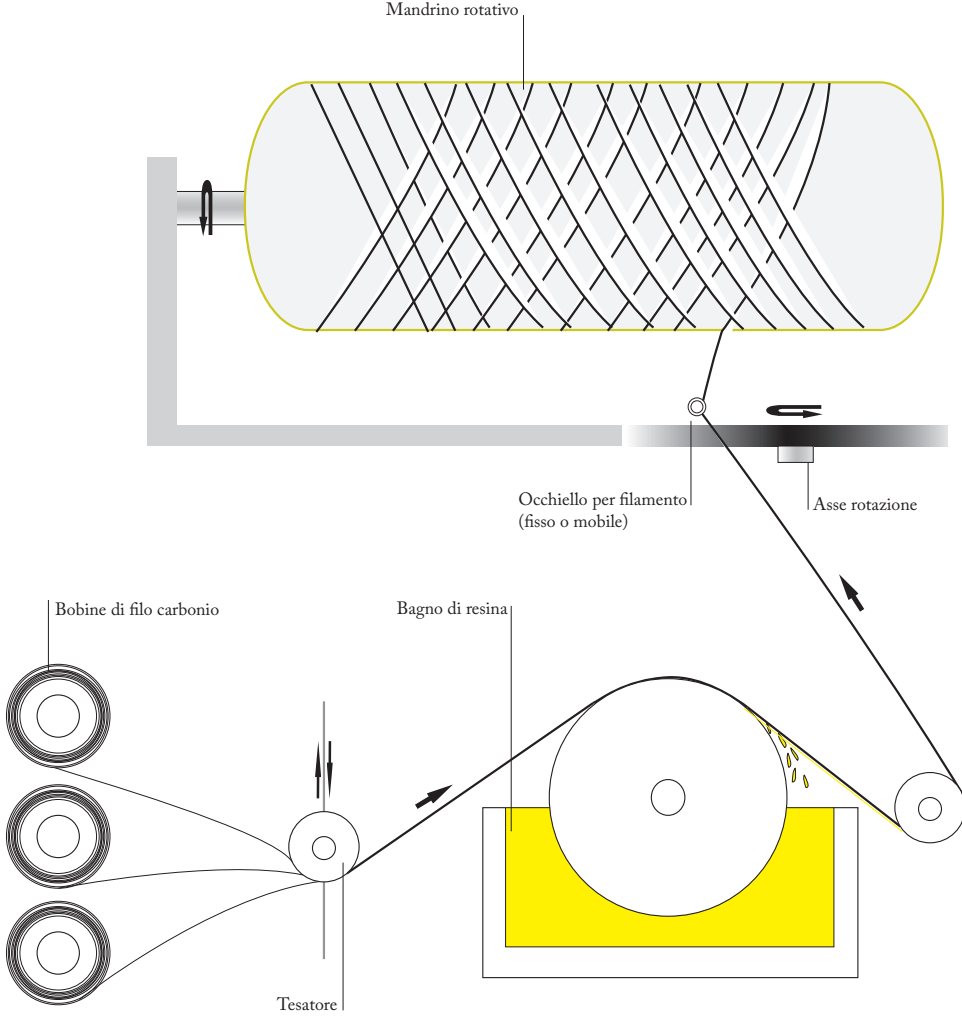
È un procedimento che consente la realizzazione di oggetti altrimenti ottenibili in fase di post stampaggio per giunzione o saldatura, ma rispetto a quest'ultimi si mantengono delle caratteristiche meccaniche più affidabili e meglio controllate. Le fasi sono consequenziali: dopo l'iniezione del polimero viene insufflato il gas, questo può avvenire o dallo stesso punto d'immissione del polimero o da altri differenti. Il gas insufflato molto spesso è azoto e può raggiungere una pressione massima di 300 bar.

I vantaggi di questa tecnica consistono nell'aver un pezzo finito con minori punti di saldatura, oltre alla riduzione della massa. Può essere applicata alla maggior parte dei materiali termoplastici e questi possono essere rinforzati con fibre per ridurre le sezioni utili. Un'evoluzione di questa tecnica prevede di utilizzare dell'acqua WIT invece del gas GIT; si tratta di una tecnologia ancora da migliorare ma che riduce i tempi di lavorazione e permette altri vantaggi (De Filippi 2004).



Avvolgimento filamentare

264

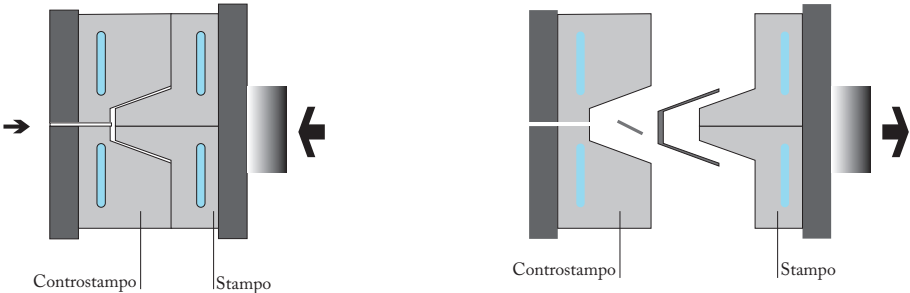


## Avvolgimento filamentare

È una tecnica utile a produrre manufatti in materiali compositi con sezioni solide circolari e privi di elementi di giunzione. Permette inoltre la realizzazione di prodotti con un range dimensionale molto ampio ed è per questo utilizzata per realizzare dalle tubature ai grandi serbatoi dagli elementi meccanici di autovetture ai bastoni da passeggio. I materiali adoperati sono principalmente i compositi, come la fibra di vetro, il Kevlar o la fibra di carbonio.

Il processo produttivo può essere eseguito in metodo di *wet winding* (bagno di resine) o *dry winding* (in asciutto), quest'ultimo meno utilizzato. Il sistema di lavorazione utilizza un macchinario di avvolgimento automatico simile ad un tornio, in cui viene fissato un mandrino sul quale si deposita in avvolgimento continuo il filamento (es. fibra di carbonio) impregnato di resina (es. epossidica). Quando necessario, un sistema termico favorisce la polimerizzazione dell'elemento avvolto così da permettere al pezzo di scivolare e continuare l'avvolgimento senza soluzione di continuità. Questa tecnica permette un perfetto equilibrio di dosatura tra fibra e resina, così da avere l'ottimizzazione della resa meccanica finale del pezzo. La metodologia permette inoltre di rivestire oggetti realizzati con altri materiali creando un elemento sandwich, sia per fini estetici che funzionali. Il numero di avvolgimenti, la tessitura depositata, gli angoli e gli intrecci generati sono determinanti per le caratteristiche meccaniche finali e per questo il processo viene controllato in modo automatico da un sistema computerizzato (Pastori 1998; Thompson 2010).

Formatura a iniezione con polveri



266

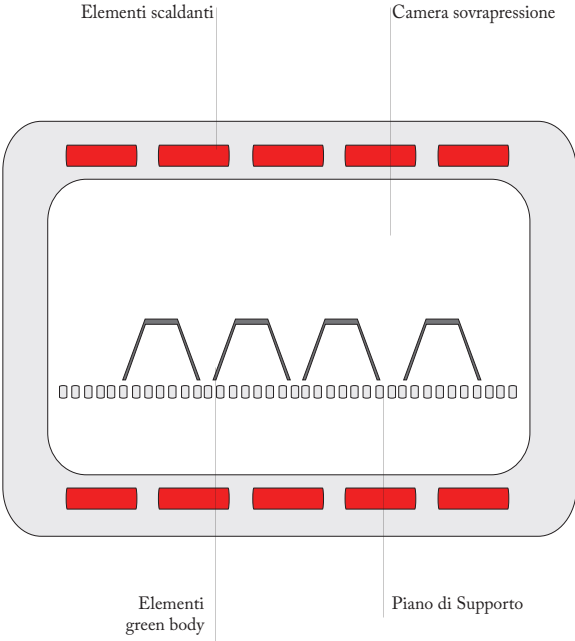


Fig. 2 - Fase di rimozione del polimero termoplastico. Processo definito *debinding*.

## PIM – Powder Injection Moulding

È una tecnologia utilizzata per la fabbricazione di oggetti complessi che si presentano con sottosquadri ed altrimenti difficilmente stampabili con altri metodi.

Questa tecnica utilizza polveri di tipo metallico o di tipo ceramico mescolate ad una resina termoplastica o acetatica (i metallici ferrosi e non ferrosi sono l'acciaio, il ferro, l'oro, il titanio mentre i ceramici sono, il carburo di tungsteno, il carburo di silicio, l'ossido d'alluminio detto allumina, l'ossido di zirconio).

La miscela viene riscaldata e sottoposta al processo di iniezione e stampo; si ottiene così il pezzo detto *green body*, perchè ancora non maturo, che in questa fase è ancora relativamente fragile e richiede particolare attenzione nella manipolazione dal momento che la sua resistenza meccanica è garantita solamente dal legante. Il pezzo a questo stadio si presenta già con la forma desiderata ma con dimensioni maggiorate di circa il 20% che si ridurranno nelle fasi successive; malgrado questa trasformazione è possibile ottenere prodotti finiti calibrati e con elevato grado di accuratezza. Il trattamento successivo è il *debinding* o deceraggio per eliminare la maggior parte del legante resina e può essere eseguito con tecniche differenti, con solventi o per ciclo termico. Il pezzo viene poi sinterizzato ovvero riscaldato a temperatura vicino a quella di fusione per consolidarlo nelle caratteristiche fisiche desiderate.

Grazie all'alta densità finale, sui componenti sinterizzati possono poi essere effettuati tutti i tipi di trattamenti (cementazioni, nitrurazioni, ossidazioni, trattamenti termici) nonché di lavorazioni meccaniche, comprese le lavorazioni estetiche come lucidature o finiture particolari.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

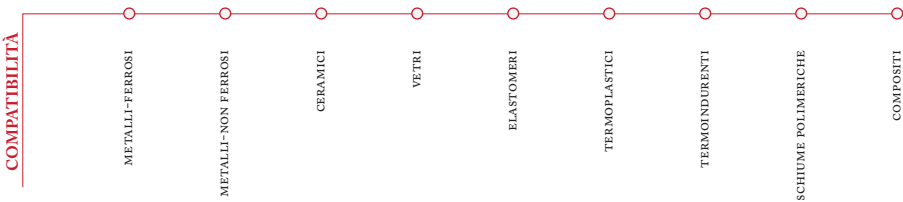
## PCM – *Powder Co-injection Moulding*

È un'evoluzione della tecnica di *Powder injection moulding*, consente di produrre oggetti con una struttura sandwich e con differenti materiali tra superficie e nucleo. Per questa metodologia si utilizzano due barili d'iniezione, contenenti miscele di polveri differenti e collegati ad un'unica valvola pneumatica che iniettano il materiale in sequenza così che si formi prima la pelle del componente e poi il nucleo. Il processo di formatura è simile a quello utilizzato per lo stampaggio multi iniezione. Si possono così realizzare oggetti esternamente in acciaio inossidabile e internamente in ferro o in altri materiali più leggeri. Ma è necessario mantenere una particolare attenzione sulle proprietà fisiche e di compatibilità tra i materiali utilizzati, evitando sinterizzazioni dissimili che possono provocare distacchi tra gli elementi. Questa tecnica consente una riduzione dei costi, che spesso è differente tra i diversi materiali, ed un'accurata scelta degli spessori minimi, utile dal punto di vista meccanico (Alcock & Stephenson 1996).



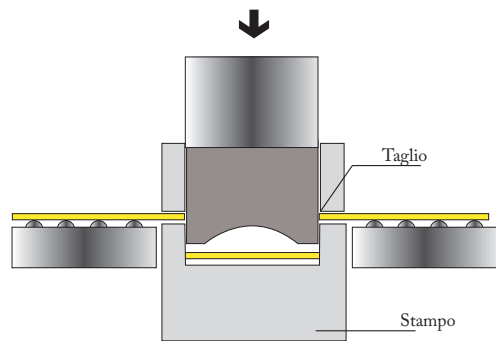
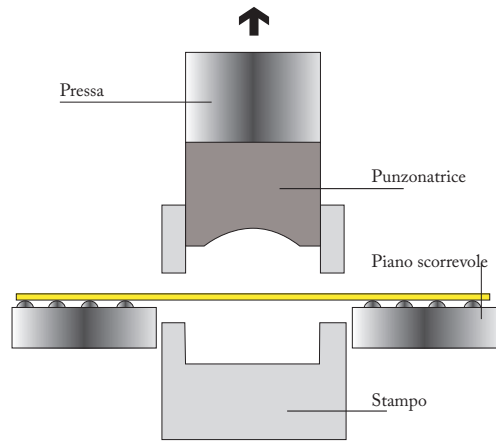
## Lavorazioni meccaniche

Con lavorazioni meccaniche si indicano tutti quei processi di lavorazione che eseguono una modifica su un pezzo semilavorato o su un materiale. Non implicano una formatura per trasformazione di stato della materia, fluido solido, ma si eseguono attraverso l'utilizzo di utensili che cambiano le geometrie di un pezzo attraverso l'asportazione di materiale, la modifica forzata o la giunzione. Tra queste possiamo indicare le lavorazioni di: taglio, fresatura, compressione, piegatura, abrasione, tornitura. Processi che possono essere controllati in modalità artigianale o attraverso i sistemi CNC.



Punzonatrice

270



## Punzonatura – Tranciatura – Fustellatura

Si tratta di tre lavorazioni meccaniche simili tra loro; le prime due, punzonatura e tranciatura, sono applicabili a larga parte dei metalli ma sono meno adeguate per i materiali morbidi per i quali si preferisce la fustellatura.

Nello specifico la punzonatura indica il taglio e la rimozione d'immagini o geometrie interne ad un foglio di lamiera mentre la tranciatura definisce la rimozione della sagoma esterna. Sono procedimenti che richiedono macchinari di grande potenza e con un ottimo controllo elettronico necessario per tagliare fogli metallici aventi spessori generalmente non superiori ai 5,0 mm. Le loro applicazioni sono facilmente riscontrabili in molti oggetti di uso comune, specie in oggettistica per la casa.

La fustellatura è un metodo che permette il taglio preciso e veloce di superfici di materiali attraverso l'uso di lame sagomate; si applica soprattutto nel campo tipografico e consente di generare dei tagli precisi di fogli con geometrie anche complesse. Nella fase di taglio, specie in tipografia, è possibile inserire, oltre alla lama sagomata, un profilo più basso che consente di snervare una sezione dei fogli o del materiale trattato, per generare delle linee di piegatura. È un processo molto utilizzato nel packaging dato che permette di produrre in un solo movimento il pezzo semilavorato. Con la fustellatura è possibile eseguire, oltre ai tagli, anche forature e quanto necessario in un'unica matrice, sempre nei limiti del materiale e degli spessori. Il disegno delle matrici può essere realizzato con il supporto del CAD. Il taglio può essere generato sia attraverso presse piane che rotative. Si può eseguire la fustellatura su molti materiali come plastiche, tessuti, schiume, legni.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

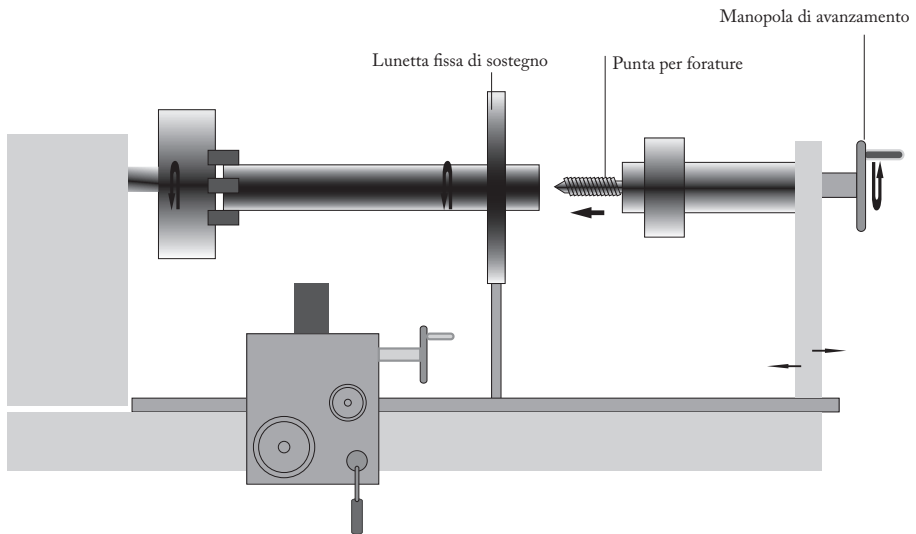
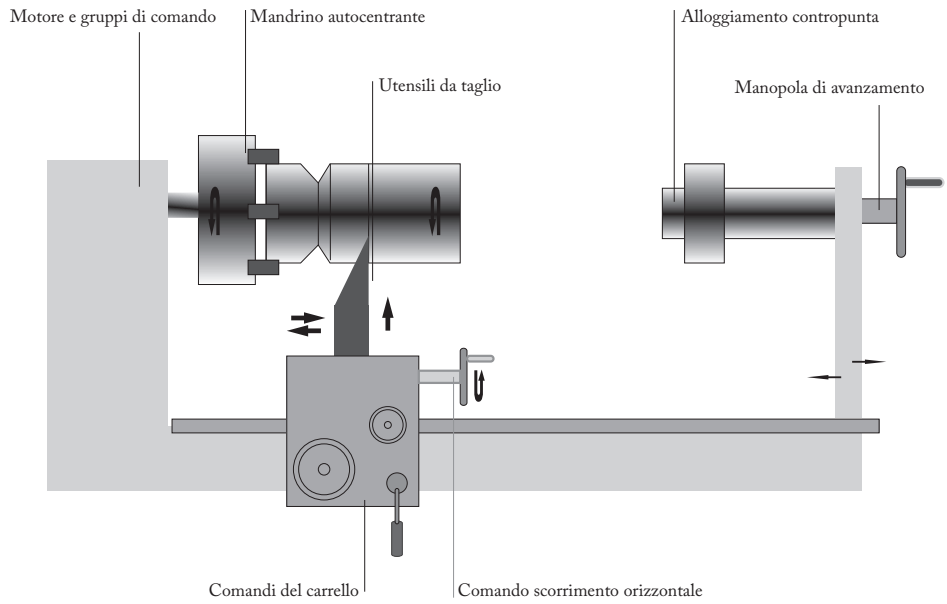
SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI



Tornio parallelo

272



## Tornitura

La tornitura è uno dei metodi di lavorazione più antichi utilizzati dall'uomo. Le prime esperienze sono identificabili nella lavorazione dei vasai con i torni verticali, movimentati inizialmente dallo stesso operatore per svilupparsi col tempo sfruttando forze esterne, come le ruote idrauliche. Il tornio nel tempo ha avuto un'evoluzione importante, accentuata soprattutto nel periodo della rivoluzione industriale. Così oggi esistono macchinari molto sofisticati ed adeguati al trattamento dei differenti materiali, accomunati dal denominatore comune di eseguire lavorazioni di solidi per superficie di rivoluzione. Le operazioni di tornitura generano quasi sempre un'asportazione del truciolo dal pezzo lavorato per azione del taglio rotativo ed uniforme all'asse di tornitura. Questa semplice operazione consente tuttavia di ottenere una grande varietà di forme; la rotazione viene infatti ad associarsi con il movimento assiale dello strumento di taglio nei parametri combinati di velocità e forza d'incisione.

Le torniture possono essere eseguite esternamente o internamente al pezzo, quest'ultima è chiamata anche alesatura dal nome dello strumento utilizzato detto alesatore.

Il tornio parallelo è il nome della macchina di riferimento per i lavori di tornitura; questo strumento si è sviluppato sul finire del 700 con Maudslay ed ha tolto all'operatore l'incombenza di mantenere l'utensile da taglio – come ancora è possibile vedere nei torni artigianali per legno – introducendo un carro portautensili, controllabile senza fatica.

Nel tempo il tornio parallelo si è arricchito di elementi utili al controllo dei movimenti dello strumento di taglio, permettendo un accurato coordinamento delle dinamiche. Una delle lavorazioni maggiormente eseguite e più complesse, utilizzata soprattutto nella lavorazione dei metalli, è la filettatura; questa

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

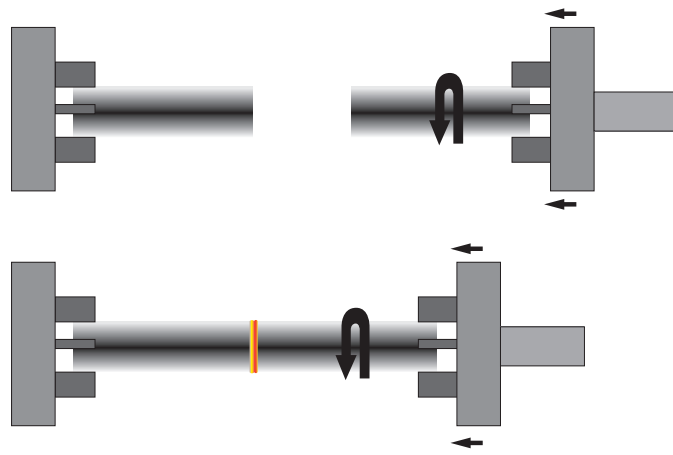
COMPOSITI

si esegue generalmente con più passaggi ritmici e ripetuti coordinando il movimento assiale di uno strumento di taglio sull'elemento rotante da filettare e previa attribuzione del passo, ovvero della distanza tra i filetti. In questo processo è necessario stabilire anche la geometria del filetto e la profondità dello stesso, oltretutto nel caso di elementi nuovi e da accoppiare (dado, bullone) la lavorazione va eseguita combinando l'esterna per il pezzo bullone con l'interna per il dado.

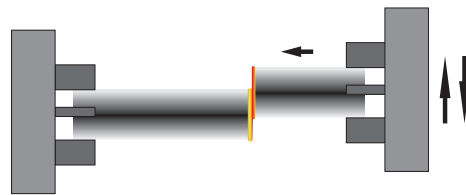
Con lo sviluppo del CAD sono nati i torni CNC *Computer Numerical Control*; i primi modelli furono sviluppati presso il MIT Massachusetts Institute of Technology, all'inizio chiamati CN *Numerical Control*, erano molto complessi nell'uso e sfruttavano dei sistemi di lettura con nastri di carta perforata, la stessa che veniva utilizzata dalle telescriventi. Oggi i torni CNC sono normalmente utilizzati in molte aziende e consentono la programmazione delle lavorazioni ed un controllo assoluto, permettendo inoltre di cambiare autonomamente gli utensili da taglio necessari alle varie fasi oltre che erogare i fluidi lubrorefrigeranti (Zompi 2003).



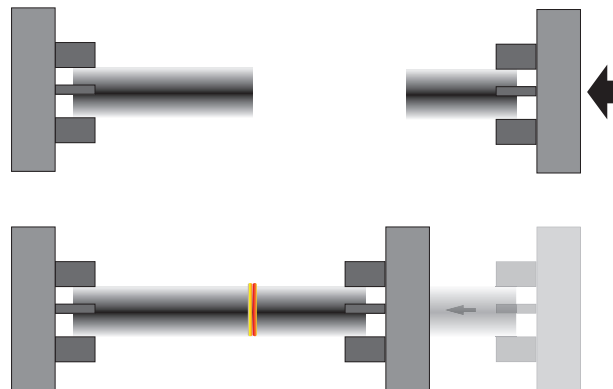
Unione per frizione da rotazione



Unione per frizione da traslazione



Unione per pressione assiale



## Unione per frizione

È un metodo di saldatura piuttosto recente che consente l'unione permanente tra due elementi, viene utilizzata soprattutto per l'unione dei metalli, ma oggi trova buon riscontro nella saldatura di alcuni polimeri. Esistono diverse tecniche di unione per frizione, le principali sono quattro e sono indicate con acronimi di terminologia anglosassone: LFW *Linear Friction Welding*, RFW *Rotary Friction Welding*, OFW *Orbital Friction Welding*, FSW *Friction Stir Welding*. Le prime tre tecniche citate uniscono i pezzi da saldare per riscaldamento da frizione, che rende gommosi le superfici a contatto fino alla loro completa unione. Nella FSW invece il riscaldamento dell'elemento da unire è eseguito tramite un attrezzo non consumabile. Questa nuova tecnologia è utilizzata soprattutto per le unioni tra metalli e trova grossi vantaggi per saldare quelli con diversa temperatura di fusione, in altro modo difficilmente saldabili; inoltre è utile per eseguire lunghe linee di giunzioni per grandi pannelli, semplici, strutturali o anche sandwich.

Le unioni per frizione mantengono dei vantaggi, riuscendo a unire pezzi (soprattutto metallici) difficilmente saldabili con altre tecniche di saldatura ed in cui è necessario raggiungere la temperatura di fusione del pezzo da collegare. Per l'unione dei polimeri si utilizza normalmente la OFW, meno utilizzata per quelle tra metalli. Un'alternativa per i materiali polimerici è l'unione per vibrazione. Questa metodologia, il cui principio è uguale a quella per frizione, consente la saldatura di sezioni complanari di materiali plastici attraverso una macchina che produce delle vibrazioni con l'uso di magneti. Si tratta di una tecnica che consente maggiore gradi di libertà rispetto a quelle per frizione, potendo equilibrare le vibrazioni necessarie sui differenti assi x e y. Il processo dura pochi secondi (da 2 a 15 s. ) e l'unione avviene sempre per plasticizzazione

delle zone mantenute a contatto ed in pressione dalla macchina, generando collegamenti forti e stabili.

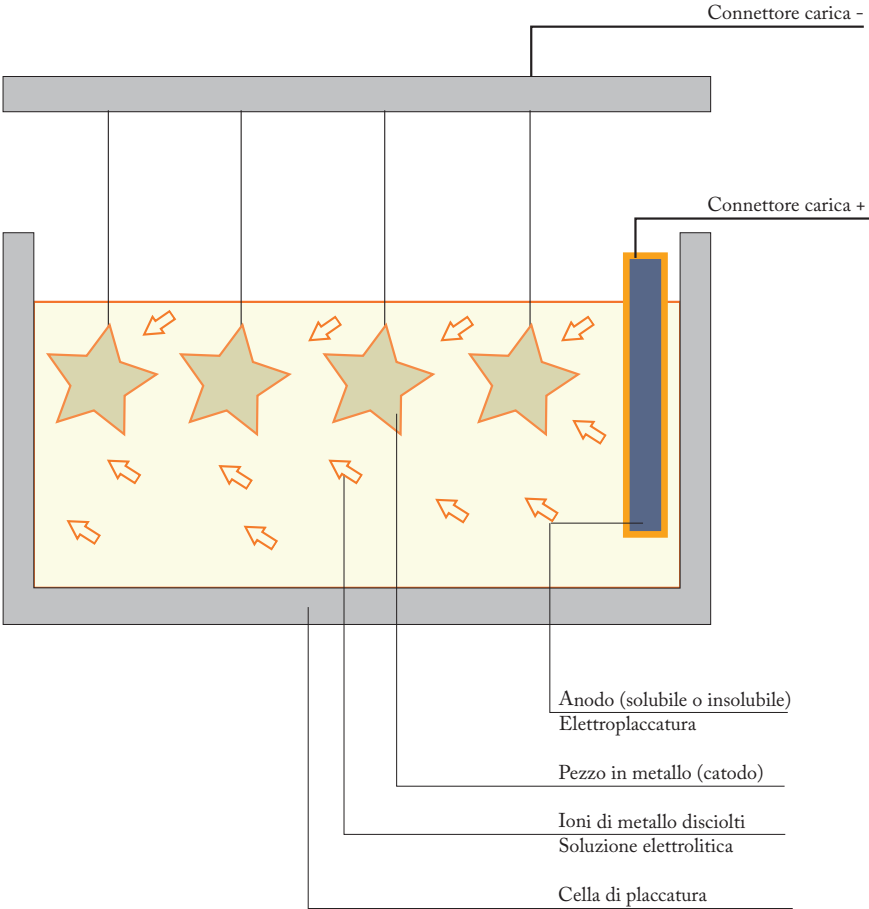
Un'altra alternativa alle metodologie di unione per frizione è quella ad ultrasuoni, è una tecnica che permette l'unione di pezzi di minore spessore e per parti più delicate. Le vibrazioni generate dalla macchina attraverso gli ultrasuoni riducono lo stress dell'oggetto e consentono di trasferire l'energia necessaria all'unione solo nelle parti a contatto.





Elettrodeposizione

280



## Elettrodeposizione

È una tecnica che permette di applicare un sottile film metallico sulla superficie di un oggetto finito.

Prende anche il nome di processo galvanico o galvanica da Luigi Galvani, scopritore nel 1791 di quello che definiva “il fluido metallico”, ma trovò sviluppo solo grazie alla pila di Alessandro Volta ed alle applicazioni di Luigi Valentino Brugnatelli che per primo sperimentò le applicazioni di elettrodeposizioni dei metalli.

Oggi la galvanica trova numerose applicazioni e la si può utilizzare con numerosi metalli sia puri che in lega. Questo processo permette di produrre finiture decorative o funzionali di metalli più preziosi e con spessori ridotti da 1 a 25 micrometri. Il principio di elettrodeposizione è schematicamente semplice; si utilizza una cella di placcatura riempita da un liquido cui sono disciolti ioni metallici da depositare più una serie di additivi utili al processo di rivestimento. In questa soluzione elettrolitica viene immerso sia il componente (oggetto) da rivestire che è il catodo sia un campione solido del metallo che si vuole depositare che è l'anodo, quest'ultimo se solubile permetterà con il suo consumo la costante presenza di ioni metallici nel liquido, se invece insolubile si dovrà provvedere all'aggiunta di sali metallici. Il sistema funziona grazie all'applicazione di una differenza di potenziale elettrico, chiudendo il circuito con il passaggio di corrente tra l'anodo collegato al polo positivo e il catodo a quello negativo.

Oggi esistono differenti tecniche per il deposito di metalli su altre superfici, ma il metodo galvanico è ancora tra i più adoperati e più veloci. Un aspetto importante per la buona riuscita del processo è la forma del pezzo: questo non deve avere spigoli vivi o punti dove il deposito può essere difficile o dove potrebbe risultare esteticamente non uniforme.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

Le deposizioni di tipo galvanico vengono applicate attraverso differenti metodologie, e previa una pulitura e sgrassatura del pezzo per immersione in acidi.

Uno dei metodi più utilizzati di elettrodeposizione è il rotobarile: i pezzi vengono inseriti in un barile forato che immerso in un bagno galvanico viene fatto roteare così da favorire il deposito su più pezzi contemporaneamente.

Un altro metodo, utilizzato per deposizioni più delicate, è quello del piatto vibrante, in cui i pezzi vengono disposti in un contenitore che viene fatto vibrare.

I materiali per depositi galvanici possono essere di varia natura, tra i più impiegati ci sono: lo zinco, spesso utilizzato per gli acciai ad uso industriale, il cromo antiusura ed il cromo estetico. Nelle elettrodeposizioni a fini estetici spesso si raggiunge lo strato finale a seguito di successive deposizioni intermedie, ad esempio per il cromo spesso vengono anteposti substrati di rame e nichel.



## Rivestimento di cromo

Il rivestimento in cromo è un processo di finitura superficiale applicabile con diverse modalità tecniche. La sua funzione è quella di inibire i processi di corrosione dei metalli sia ferrosi che non ferrosi, ma è utilizzato anche per soli motivi estetici. La cromatura può essere quindi funzionale o a spessore e viene adoperata anche per il ripristino di parti meccaniche dove la tecnica di applicazione è eseguita per via galvanica.

Per una buona resa di cromatura per deposizione elettrolitica, occorre un pezzo già ben pulito e lucido su cui applicare il rivestimento. Le scelte tecniche sono condizionate dal materiale base, per cui talvolta è necessario eseguire degli interdepositi, ovvero una serie di passaggi e deposizioni di altri elementi, utili a preparare un substrato idoneo al sottile deposito di cromo (0.25-0.5 $\mu$ m) per migliorarne resa e coesione. Va da se che questi substrati influenzano molto la resa estetica del rivestimento. Ad esempio per una cromatura dell'acciaio può essere necessario uno strato di rame e due di nichel, utili sia per rendere più idonei i depositi che per evitare accoppiamenti galvanici che potrebbero favorire fenomeni di corrosione.

Un'altra tecnica di deposizione di questo metallo è realizzata per immersione e si esegue con diversi passaggi; il pezzo viene preventivamente immerso in bagni di pulitura con acidi e prima della cromatura finale viene eseguita un'immersione in soluzione elettrolitica di nichel, utile a creare una superficie uniforme ed avere la migliore resa estetica del cromo. Il rivestimento viene infine depositato per bagno in soluzione elettrolitica di cromo.

La cromatura brillante si ottiene anche con tecniche dette flash ma il deposito avviene con alte correnti e ad una temperatura di 70 °C. Con questo metodo si ottengono rivestimenti veloci ed i cui depositi rimangono molto sottili (0.003-0.007 $\mu$ m).



O  
S  
T

M

PROCESSI

Per realizzare cromature sui materiali polimerici si applicano le tecniche PVD (p. 287) o per evaporazione.

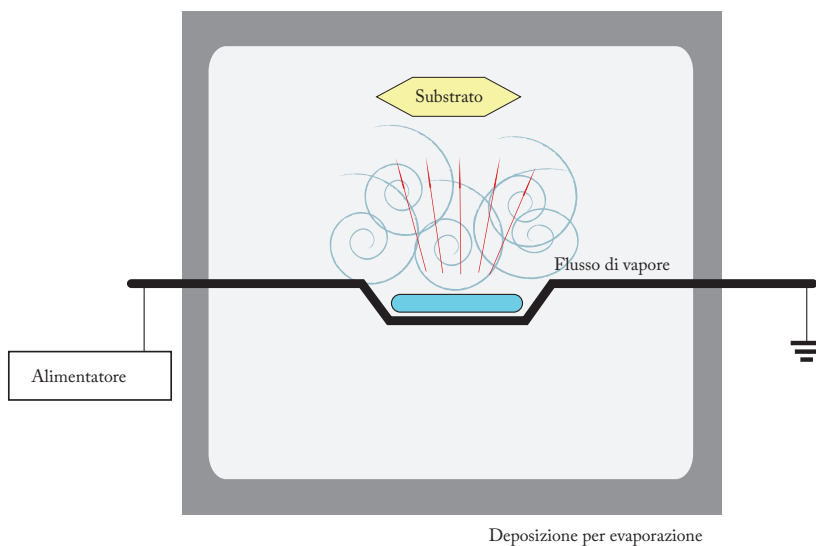
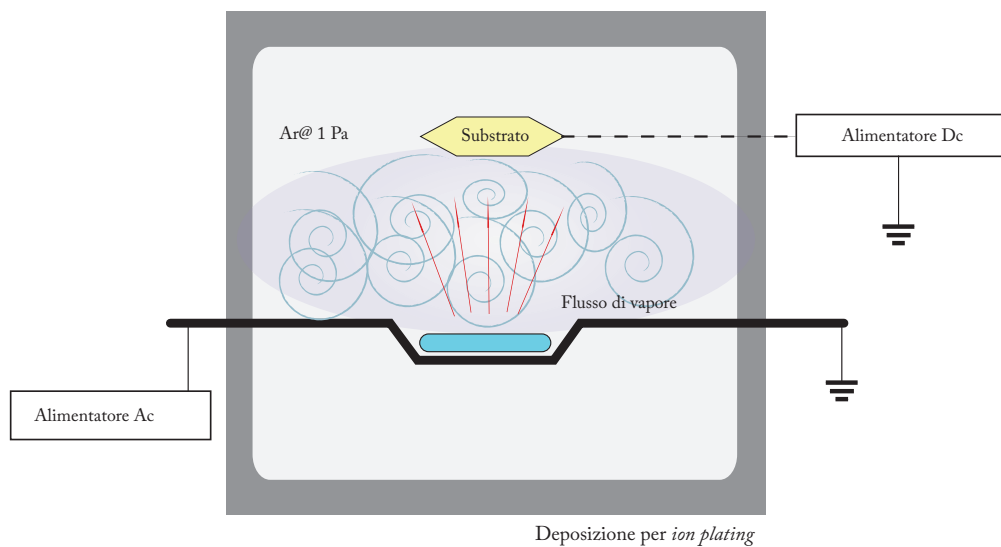
Le attenzioni ambientaliste degli ultimi anni stanno portando a ridurre l'uso attuale di cromo esavalente dall'alto potere ossidante ma dagli altrettanto pericolosi effetti tossici e cancerogeni, sostituendolo con il cromo tetravalente.

I processi di cromatura per via galvanica debbono essere eseguiti mantenendo tutti gli accorgimenti necessari all'elettrodeposizione, tra cui l'attenzione alla geometria del pezzo, i cui spigoli potrebbero generare depositi non uniformi.

Oggi i rivestimenti in cromo possono essere realizzati anche con finiture opache, attraverso l'introduzione di oli che sviluppano delle microbolle uniformemente distribuite (Rossi 2003; Paracchini & Cavallotti 2007).

PVD

286



## PVD – *Physical Vapour Deposition*

Acronimo di *Physical Vapour Deposition*, è una delle tecniche di deposizione sottovuoto e viene sempre associata ad un'altra metodologia di applicazione dei rivestimenti che è il CVD *Chemical Vapour Deposition*; entrambi i processi vengono eseguiti in camere sottovuoto e con presenza di un gas.

Il PVD è la tecnologia più utilizzata nel settore del design. In maniera molto schematica si può descrivere in questo modo: il materiale di rivestimento viene fatto evaporare all'interno della camera a bassa pressione per riscaldamento o per bombardamento con ioni, il metallo in vapore si deposita sul pezzo da rivestire per condensazione e il processo viene favorito dall'utilizzo di campi elettrici o magnetici (Rossi 2008).

È una tecnica che ha portato dei grandi vantaggi soprattutto nel settore del product design ed ancor di più nel deposito di rivestimenti antiusura come il WC (p. 237) sugli utensili (punte di trapano, frese, punzoni). Il PVD consente un amplissimo range di rivestimenti dai materiali preziosi ai depositi ceramici, su oggetti o supporti materici prima non rivestibili con altre tecniche. I limiti del processo sono soprattutto il costo e le dimensioni della camera di deposizione.

Nel PVD possiamo dunque distinguere differenti metodologie di deposizioni. Una di queste avviene per evaporazione del materiale, il cui vantaggio è la realizzazione di rivestimenti di materiale più puro grazie al controllo della pressione e della temperatura di vaporizzazione, quest'ultima può variare a secondo dell'elemento da depositare (tra 1030 ° e 345 °C) e delle distanze tra sorgente e pezzo. Gli svantaggi sono la difficoltà di rivestire geometrie complesse ed un limitato utilizzo di depositi ceramici ( $\text{SiO}_2$  e  $\text{MgF}_2$ ) a soli fini estetici.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

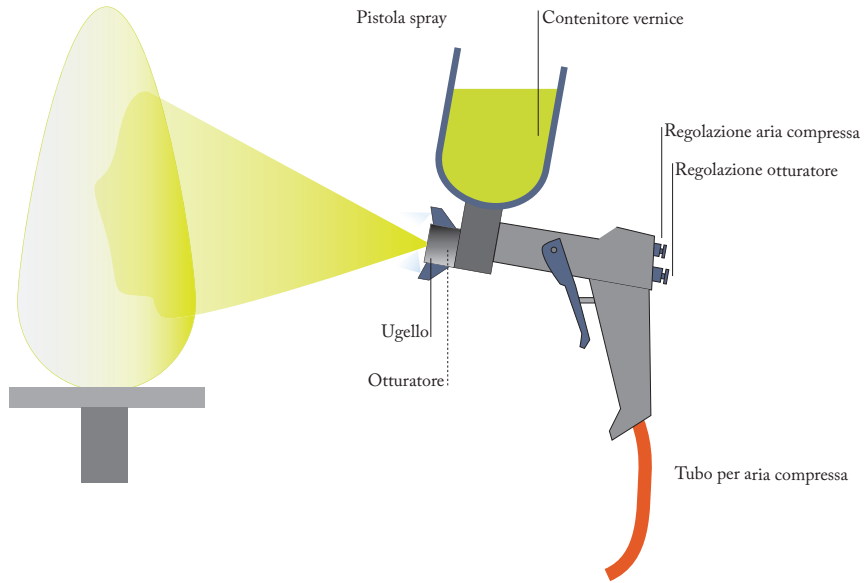


Un'altro metodo è detto Ion Plating in cui il gas neutro viene sostituito da uno ionizzato che si lega agli atomi di vapore del materiale da depositare ; l'oggetto, caricato elettricamente, attrae a sè il rivestimento con maggior forza.

Esistono altre metodologie di deposizioni PVD, distinti dalle sigle ARE *Activated Reactive Evaporation*, *Arc evaporation ion plating*, SIP *Sputter Ion Plating* più complesse e per le quali si rimanda a letteratura specifica (Suzzani 2002).

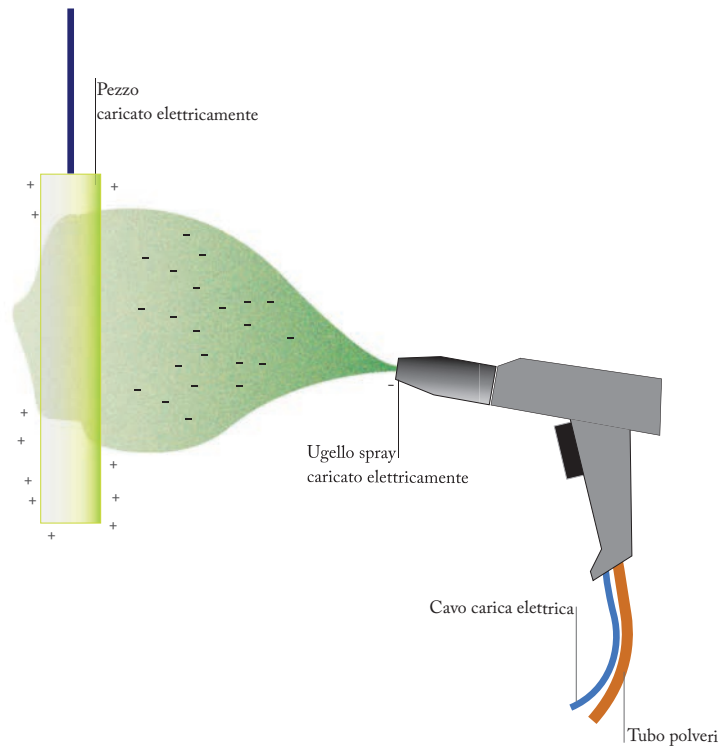


Pistola spray con serbatoio



290

Pistola spray polveri elettrostatiche



## Verniciatura spray

È una tecnica di finitura veloce per applicazione diretta di un materiale su una superficie. Le applicazioni con spray possono avere diverse funzioni: riempimento, primer, colorazione o protezione.

L'utilizzo e la diffusione di questa tecnica è merito dell'invenzione dell'aerografo, il cui prototipo venne ideato nel 1879 da Abner Peeler (The Airbrush Museum n.d.), e di quella della bomboletta a spruzzo, nata a seguito degli studi di un ingegnere norvegese, Erik Rotheim, che nel 1926 produsse il primo spray in grado di nebulizzare un liquido.

Relativamente a quest'ultima, uno dei primi ed importanti utilizzi avvenne durante la seconda guerra mondiale, con la diffusione di insetticidi contro la malaria. Le prime vernici spray in scatola nacquero successivamente nel 1949 inventate da Edward Seymour ed erano prodotte inizialmente solo colore alluminio. Successivamente Edward Seymour fondò la Seymour di Sycamore, Inc. di Chicago, USA, dove mise in produzione le sue vernici spray, introducendo oltretutto nuove gamme cromatiche (Bellis n.d.).

Per ottenere una buona resa cromatica è necessario una mano di fondo di preparazione della superficie, il cui ruolo è quello di uniformare l'assorbimento di quest'ultima per rendere un risultato finale luminoso ed omogeneo.

La normali vernici spray possono essere monocomponente o bicomponente e generalmente vengono eseguite due mani di verniciatura ed una di finitura trasparente spruzzata con ugelli ancora più fini.

Le vernici sono normalmente costituite da un legante, un fluidificante (solvente) ed un plastificante. La pellicola si forma grazie al componente filmogeno (legante) che può essere di natura differente, oli, resine, sintetico o altro ed è quest'ultimo che potrebbe generare dei difetti macroscopici di adesione,

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI

ad esempio sfogliandosi, imperfezioni oggi sempre più ridotte grazie ai miglioramenti chimici. Disposizioni legislative, intorno gli anni '80, hanno dato impulso allo sviluppo di vernici con solventi ad acqua, in cui è ridotto il contenuto di agenti volatili VOC (Composti Organici Volatili); eppure questo non rende l'automatico risultato a sinonimo di ecologico, infatti altri componenti presenti nella miscela ne influenzano fortemente le specifiche ambientali.

Altro campo di sviluppo sono le vernici nanotecnologiche che ne hanno elevato in modo esponenziale la qualità ed il campo di applicazione.

La verniciatura spray è un processo applicativo la cui qualità dipende da un equilibrio di relazioni tra forze gravitazionali; entrano in gioco la distanza, la pressione e la nebulizzazione resa dall'ugello (la cui progettazione ha un background di fisica teorica particolarmente complesso). Le pistole spray permettono la fuoriscita in pressione di un liquido o polveri (vernice) con pressioni approssimative di 3.45 bar o variabili in relazione alla viscosità del composto.

Diversamente dalle altre, nelle applicazioni di vernici bicomponente, la reazione di catalizzazione avviene sulle superfici e secondo i principi delle resine termoindurenti (dato il contenuto di isocianati).

Per le vernici il cui solvente è l'acqua e che nascono da emulsioni acriliche, viniliche o poliuretatiche ivi disciolte, il meccanismo di catalizzazione avviene con l'evaporazione di questo liquido e sono più adatte ad essere applicate su materiali con coefficienti e ritmi di dilatazione simili ai legni.

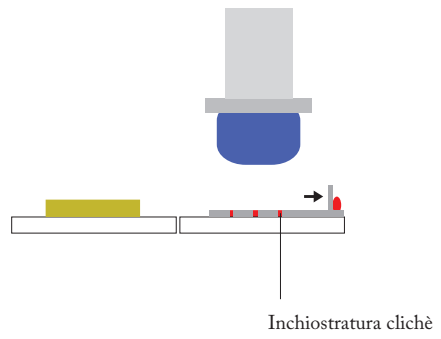
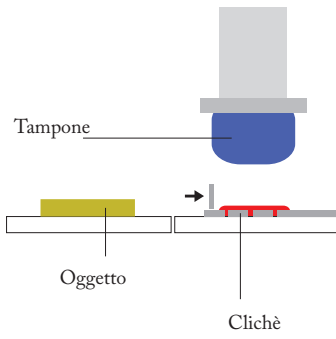
Le più semplici e più diffuse applicazioni di verniciatura spray avvengono con utilizzo diretto da parte di un applicatore ed una pistola; questa può avere un piccolo contenitore innestato, nel caso di ridotte quantità da verniciare, o può presentare due o più tubi di condotte

della vernice legata ad un serbatoio nel caso di applicazioni industriali. Oltre a questi, esistono metodi automatizzati con robot, utili in applicazioni ripetute e di grandi quantità – vedi il settore delle automobili – che riproducono comunque le movenze di un applicatore manuale. I sistemi automatizzati hanno il vantaggio di ridurre i difetti dei ritmi applicativi, oltre ad evitare l'esposizione dei vapori all'utente applicatore.

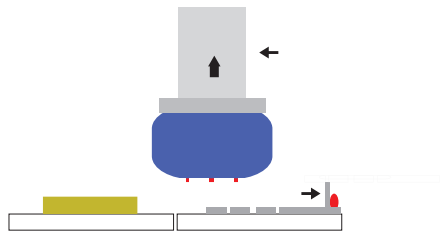
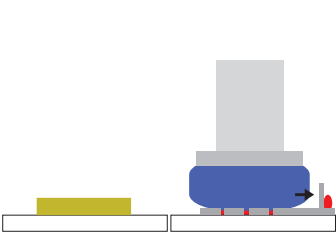
Miglioramenti delle verniciature spray sono stati ottenuti adottando, specie per i metalli, le applicazioni elettrostatiche sia per la preparazione delle superfici da dipingere che durante l'applicazione della vernice. Il deposito viene favorito dalla creazione di un circuito elettrostatico tra la vernice spray caricata e la superficie del pezzo sottoposto a carica opposta. Questo metodo trova migliore applicazione nel deposito di vernici in polveri, di solito bicomponenti (termoindurenti), poi polimerizzate in forni a temperature di 200 °C, ma viene anche adottato per quelle di tipo termoplastico a base di PE, PP, PA, PVC.

# Tampografia

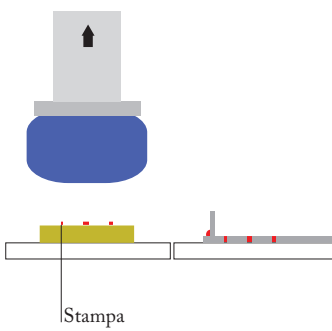
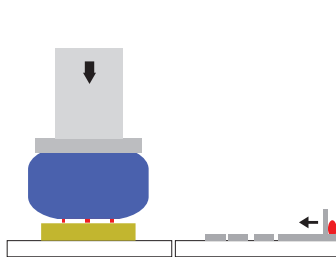
## Preparazione



## Trasferimento su Tampone



## Trasferimento Immagine



## Tampografia

È una tecnica di trasferimento delle immagini su oggetti attraverso l'utilizzo di un tampone siliconico. Il processo supera i limiti della tipografia ed è utilizzato specie su piccoli oggetti.

L'immagine da trasferire viene preventivamente incisa attraverso l'uso di acidi su una lastra metallica che viene poi montata nella macchina tampografica. È questa che attua un processo semi-automatizzato ed in sequenza continua delle diverse fasi. La prima consiste nell'inchiostatura della lastra in modo manuale, poi la macchina avvia il passaggio di una spatola in gomma sulla superficie inchiostata per mantenere il colore solo dentro l'incisione, con un movimento che ricorda le tecniche serigrafiche artigianali. Successivamente il tampone si poggia sulla lastra inchiostata ottenendo l'immagine che con l'ultimo movimento va ad imprimere sull'oggetto. Le superfici su cui eseguire la tampografia possono avere geometrie differenti, da piane a tonde, per quest'ultime è necessario studiare graficamente le deformazioni in stampo del tampone.

Oltre alla tampografia, esistono numerose tecniche di stampa che prendono origine dalla tecnica serigrafica, come la flessografia, la fotoincisione o ancora la stampa a caldo, la sublimazione, trattamenti termici, chimici ed elettrochimici ognuno dei quali viene preferito ed adattato ai vari scopi industriali.

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

ELASTOMERI

TERMOPLASTICI

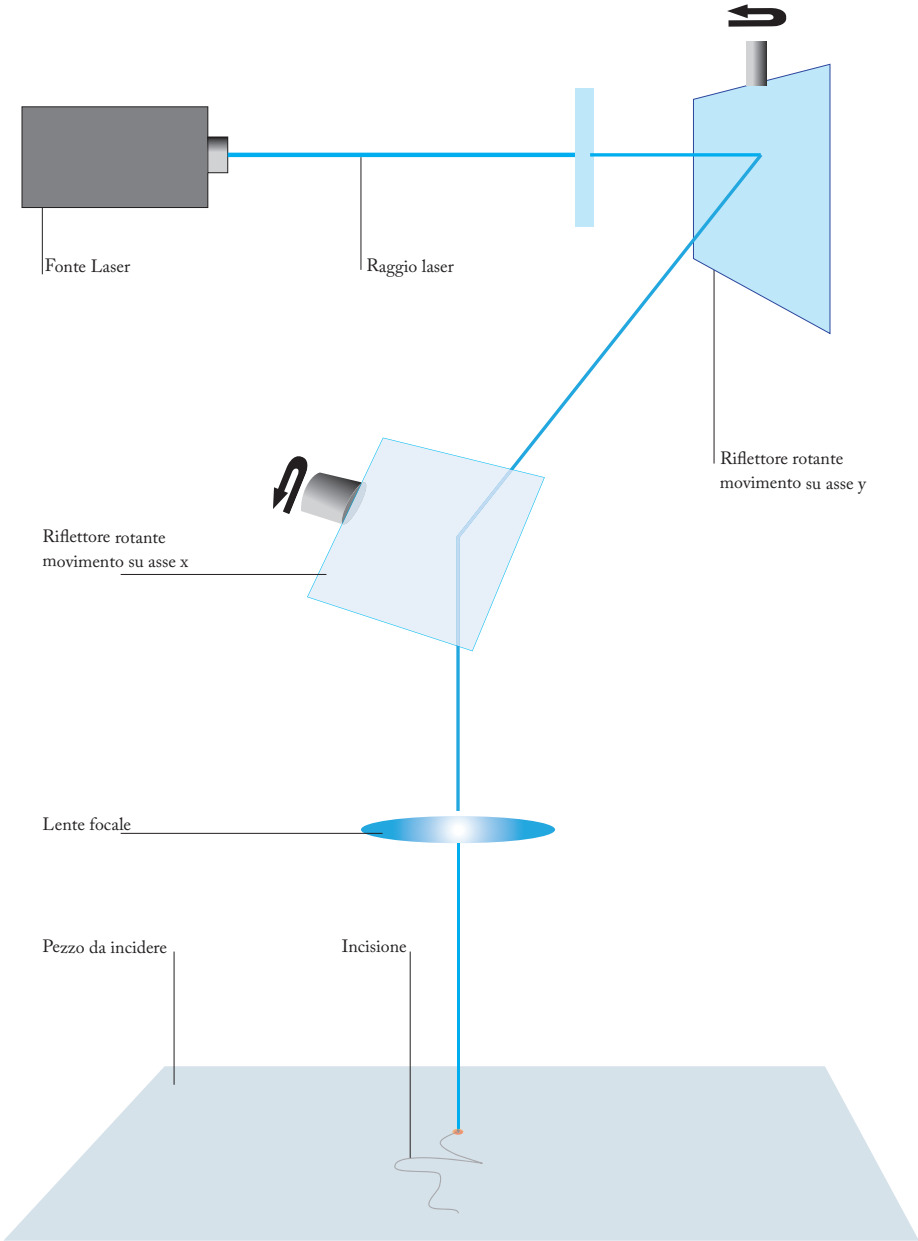
TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI



Nd-YAG Laser incisione



## Incisione laser

Sono delle tecniche piuttosto moderne che è stato possibile applicare grazie allo sviluppo dei sistemi CNC; possono essere eseguite su larga parte dei materiali d'uso comune, legno, polimeri, metalli, vetri.

LASER è l'acronimo di *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. È un sistema che emette un fascio di luce concentrato molto preciso; inventato intorno gli anni '60, trovò le prime applicazioni in medicina. Le differenze di iterazione del laser sui materiali dipendono essenzialmente dalla lunghezza d'onda della luce emessa e dalla durata di irradiazione.

Esistono principalmente due tipologie di laser, la CO<sub>2</sub> e la Nd:YAG

Il laser ad anidride carbonica CO<sub>2</sub> è stato forse il primo ad essere adoperato e rimane ancora oggi di largo utilizzo, emette un raggio di luce infrarossa con una lunghezza d'onda tra i 9.4 e i 10.6 micrometri.

Il meccanismo di generazione del laser avviene facendo passare una scarica elettrica in una miscela di gas, innescando una reazione che produce un'onda elettromagnetica.

Il laser Nd:YAG è una tecnologia che sfrutta come mezzo attivo un cristallo di ittrio e alluminio drogato e lavora con una lunghezza d'onda che va dai 1064 nm a 940 nm. Sono laser che vengono utilizzati come utensili nei lavori industriali e soprattutto per le incisioni delle superfici dei materiali trasparenti quali il vetro e gli acrilici.

Variando l'assorbimento del raggio laser in base alla sostanza lavorata, esistono dei materiali più o meno favorevoli ad essere trattati con le tecniche di incisione o scrittura. Per ovviare a questo problema, in quelli meno idonei si ricorre ad una pigmentazione di copertura, tra questi ci sono il PE, PP, POM, PA, PMMA (Saechtling 2006).

Le macchine laser oggi sono innumerevoli e specie quelle utilizzate per le incisioni, dove non servono grandi potenze, possono essere ridotte a dimensioni ed uso simili ad una stampante domestica (Steen & Mazumder 2010).

COMPATIBILITÀ

METALLI-FERROSI

METALLI-NON FERROSI

CERAMICI

VETRI

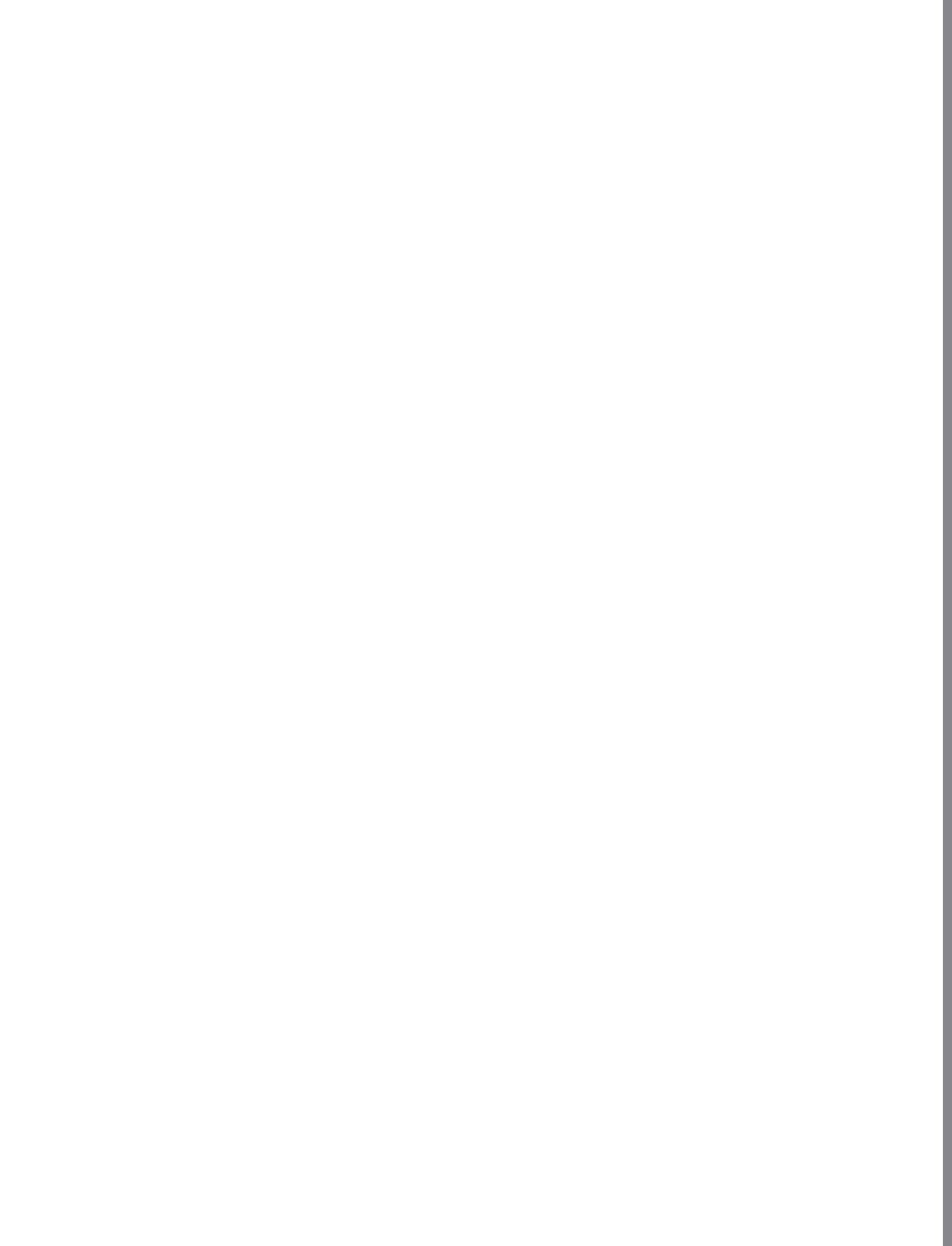
ELASTOMERI

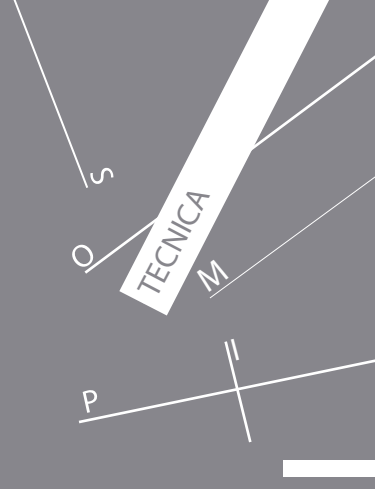
TERMOPLASTICI

TERMOINDURENTI

SCHIUME POLIMERICHE

COMPOSITI





# Indagini e prove sui materiali

Stefano Rossi

## Introduzione alle prove non distruttive

Nell'analisi dei materiali costituenti prodotti di design, reperti archeologici o opere artistiche risulta fondamentale utilizzare tecniche che non siano distruttive o che portino il minimo danno agli oggetti.

Molto spesso queste tecniche d'analisi necessitano di una discreta quantità di materiale oppure la camera di analisi risulta di dimensione ridotta. Nel primo caso è necessario asportare una grande quantità di materiale, che porta ad un elevato danneggiamento del pezzo. Nel secondo caso, anche se la prova risulta discreta, vi è la necessità di tagliare una parte del campione per poter eseguire l'analisi.

Considerando l'oggetto di questo libro, le penne, si poneva quindi il problema d'individuare delle tecniche che potessero fornire informazioni sui materiali costituenti gli oggetti e nel tempo stesso non apportassero danneggiamenti elevati. Inoltre si dovevano utilizzare tecniche che non apportassero modifiche, anche solo nell'aspetto estetico dei campioni, per l'importante valenza della superficie in questa ricerca di design.

Le penne analizzate sono costituite da materiali polimerici e/o leghe metalliche. Inoltre in molti casi si supponeva l'esistenza di rivestimenti metallici, che comportano delle analisi più approfondite, e nascondendo il materiale di substrato, rendevano la ricerca più difficile ed incerta.

Per individuare le tipologie di polimeri costituenti le diverse parti delle penne si è deciso di utilizzare la spettroscopia all'infrarosso FTIR, tecnica molto utilizzata nel campo dei polimeri e dei materiali organici.

Considerando invece le parti in metallo, per analizzare la composizione chimica e la presenza di eventuali rivestimenti metallici esistono molte tecniche.

Una delle più diffuse è la metallografia che consiste nell'inglobare una parte di campione (di solito di circa 1 cm<sup>2</sup>). Nel caso si voglia verificare la presenza di rivestimenti si opta per una sezione metallografica. Dopo lucidatura a specchio ed eventuale attacco chimico metallografico si procede all'osservazione mediante microscopio ottico. In questo modo si possono evidenziare i diversi rivestimenti presenti con gli spessori e le fasi metallografiche presenti. Pur essendo una tecnica che non necessita di molto materiale, nel nostro caso risultava inapplicabile per non apportare danni irreparabili alle penne.

Per ottenere la composizione chimica di un acciaio o di una lega metallica, uno degli strumenti più utilizzati è il quantometro. Pur essendo una tecnica superficiale necessita di un'area circolare piana di circa 0.5 cm di diametro che viene bruciata durante l'analisi e quindi risultava inapplicabile per il nostro scopo. Inoltre nel caso di rivestimenti metallici questa tecnica non permette d'analizzare i diversi strati ma offre solo un'analisi composizionale superficiale.

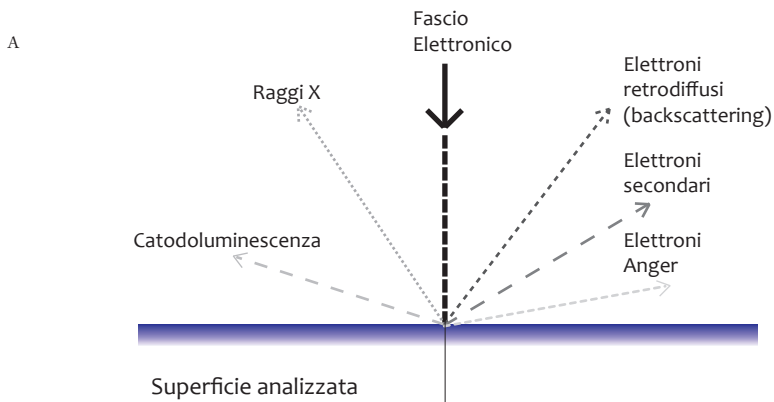
Si è quindi optato per osservazioni mediante microscopio elettronico a scansione ambientale ESEM con analisi chimica EDXS assieme a misure di fluorescenza X. Quest'ultima tecnica è di supporto per cercare di individuare i diversi strati metallici e le corrispettive composizioni.

Vediamo ora una breve descrizione delle tecniche utilizzate nella ricerca e come sono state impiegate.

## Microscopio elettronico a scansione ambientale ESEM

*Environmental Scanning Electron Microscope*

Nella camera d'analisi, dopo aver fatto il vuoto ( $10^{-4}$  -  $10^{-6}$  torr), un fascio elettronico, generato da un'opportuna sorgente, viene focalizzato da un sistema di lenti elettromagnetiche e inviato sulla superficie del campione da analizzare.



A. Schema grafico del sistema di scansione al microscopio elettronico, ESEM.

Dall'impatto con la superficie si ottengono diversi prodotti. Quelli importanti per il nostro studio sono i seguenti.

Gli **elettroni secondari** ovvero elettroni che vengono asportati dall'atomo del campione. Il numero di elettroni dipende dalle asperità della superficie. In funzione degli elettroni che arrivano ad un rivelatore si riesce a ricostruire l'immagine della superficie, logicamente monocromatica vista la sorgente.

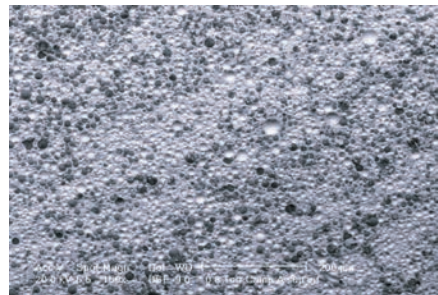
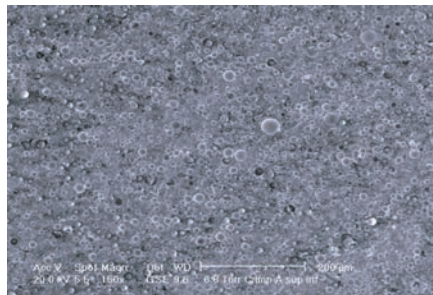
Gli **elettroni retro diffusi o di backscattering**, che sono gli elettroni che vengono respinti dall'urto elastico con la superficie. Per rendere più chiaro il concetto possiamo pensare alla palla del biliardo che impatta sul bordo o su una palla più grande e che viene respinta indietro. Logicamente con un maggiore numero atomico del nucleo eccitato (maggiore massa dell'atomo) si produce un numero di elettroni respinti maggiore. Gli elettroni retro-diffusi vengono quindi raccolti da un rivelatore. Più elettroni arrivano più l'immagine risulterà chiara. Quindi, in funzione della massa atomica dell'atomo, si avrà un'immagine più chiara; in caso di materiale leggero (basso numero atomico) l'immagine risulterà scura.

Proviamo per rendere più chiaro il concetto a vedere la stessa immagine utilizzando gli elettroni secondari e quelli retro diffusi.

Possiamo subito osservare come nella figura di destra spicchino le sferette scure, costituite da materiale con massa atomica minore, mentre nelle figura di sinistra otteniamo una visione più tridimensionale della superficie.

A

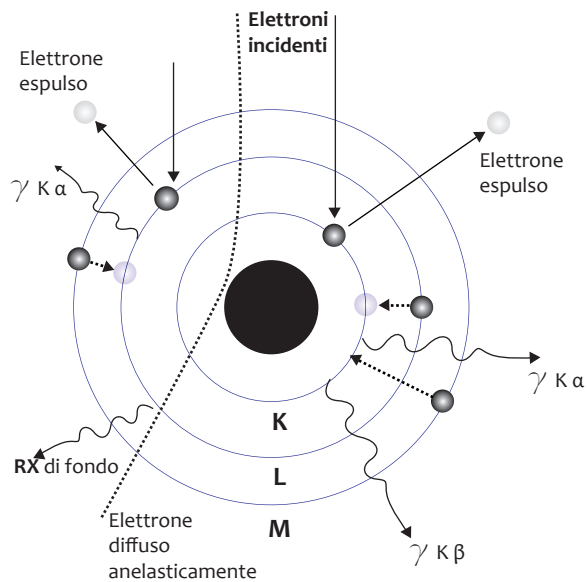
A. Immagini del rivestimento di nichel con particelle di silice. A sinistra immagine prodotta mediante elettroni secondari mentre a destra mediante gli elettroni retro diffusi.



Possiamo aggiungere che un grande vantaggio delle analisi mediante microscopio elettronico a scansione è relativo alla possibilità di osservare la superficie da pochi ingrandimenti (circa 15) fino ad oltre 10000. Per avere informazioni sulla natura chimica del materiale dobbiamo utilizzare il terzo prodotto che si ottiene dall'impatto del fascio elettronico ovvero i raggi X. L'elettrone incidente può espellere un elettrone dell'atomo del materiale ionizzando l'atomo, come dimostra la figura seguente.

Rimarrà quindi libero lo spazio precedentemente occupato dall'elettrone espulso. Un elettrone presente in un livello energetico superiore potrà quindi decadere in questa posizione emettendo un fotone X di energia uguale al salto stesso.

A



A. Schema d'impatto del fascio elettronico.



A sua volta questo processo determinerà una lacuna in un orbitale ancora superiore, per cui si potrà avere un'ulteriore transizione di un elettrone a questo livello lasciato libero, con emissione di un nuovo fotone X di energia diversa dal precedente e uguale a questo nuovo salto e così via.

L'insieme di queste transizioni tra livelli atomici dà dunque luogo a un insieme di raggi X distribuiti secondo uno spettro discreto di energie dette righe caratteristiche dell'elemento, che riflettono la struttura atomica dell'atomo. Otterremo quindi uno spettro, chiamato EDXS (Energy dispersion X-ray spectroscopy) tipico dell'atomo che lo ha prodotto.

In tal modo se il materiale in analisi è costituito da atomi diversi otterremo uno spettro somma di tutti gli spettri prodotti dai diversi atomi con intensità che sarà funzione della quantità relativa dei diversi atomi presenti.

Si può quindi operare un fittaggio dello spettro mediante programmi appositi, che forniscono la percentuale degli elementi costituenti la superficie in esame. Dobbiamo tuttavia tenere presente alcuni aspetti importanti.

L'analisi può essere fatta sia su tutto il campo che viene osservato durante l'analisi all'ingrandimento che si è deciso (si parla di analisi a tutto campo) sia eseguendola localmente (a spot) indirizzando il fascio su una particolare struttura.

Avremo quindi un'analisi che rappresenterà una media della superficie analizzata oppure solamente il bersaglio individuato.

Nell'analisi non sono rilevabili gli elementi leggeri con numero atomico inferiore al berillio (numero atomico 4) e quindi, per esempio, se si esegue l'analisi sul polietilene, costituito da carbonio ed idrogeno, rileveremo solo il carbonio e non l'idrogeno.

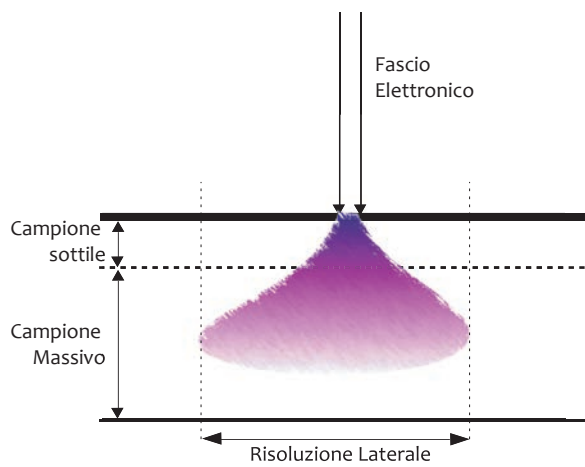
Pur tenendo conto dei pesi atomici diversi degli atomi costituenti il materiale e degli elementi non rilevabili perché troppo leggeri, l'analisi risulta essere semiquantitativa e non perfettamente esatta. Permette quindi d'individuare gli elementi presenti, una certa composizione relativa ma necessità di un'attenta interpretazione.

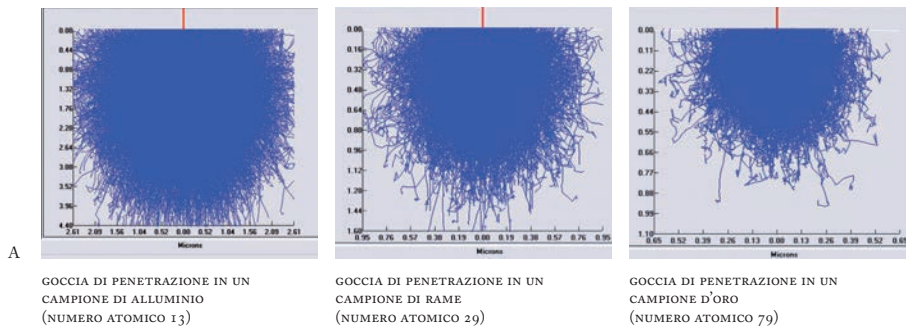
Inoltre anche la rugosità superficiale e la presenza di pori e difetti possono influire sullo spettro ottenuto.

Infine si deve tener presente che, nel caso non si osservi un materiale massivo, ma un campione con strati a diversa composizione chimica, come nel caso di rivestimenti, potremmo avere un'ulteriore complicazione nell'interpretazione dello spettro.

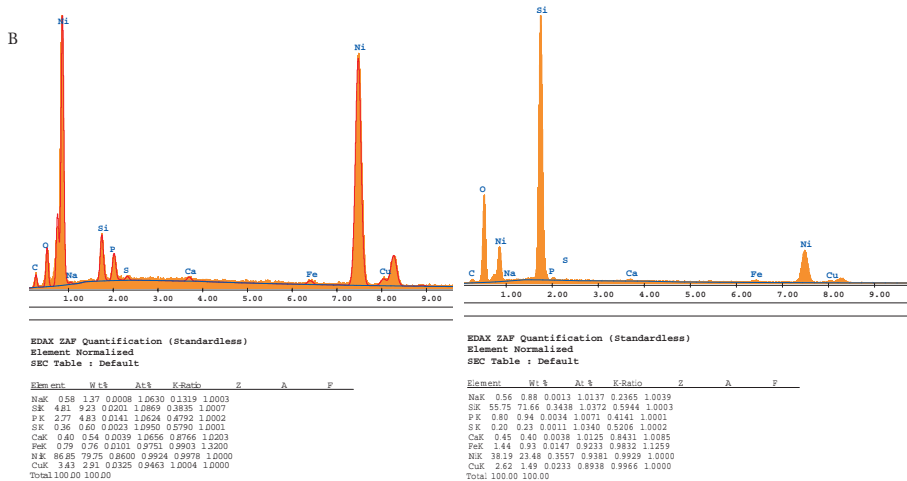
Infatti, l'analisi EDXS pur essendo una tecnica superficiale per la penetrazione degli elettroni per alcuni micrometri nel materiale analizza anche gli strati sub superficiali.

Il volume d'analisi è costituito da una "goccia", detto volume d'interazione, che sarà funzione del numero atomico degli atomi del materiale analizzato, più grande e profonda nel caso di elementi leggeri, più trasparenti agli elettroni e funzione dall'energia con cui sono stati accelerati gli elettroni, come si può vedere nelle figure seguenti.



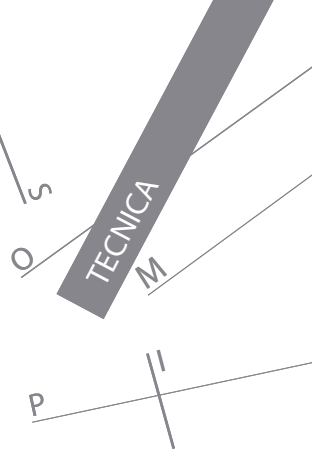


Simulazione del volume di interazione di un fascio di elettroni incidenti su un campione massivo di alluminio rame e oro (figure sopra – A). Si vede chiaramente che la profondità di penetrazione risulta più elevata nel caso del metallo a più bassa massa atomica (alluminio) pari a circa 4.40  $\mu\text{m}$  mentre si riduce a circa 0.7  $\mu\text{m}$ , nel caso dell'oro, elemento con massa decisamente più elevata.



A. Simulazioni grafiche.

B. Spettri relativi alle figure A di p. 302, il grafico di sinistra riporta lo spettro ottenuto sulla parte chiara, mentre quello di destra lo spettro ottenuto sulla parte con le sferette scure.



Per comprendere la grande potenzialità della tecnica vediamo quindi un esempio di analisi EDXS relativo al campione riportato nella figura A, p. 302.

Eseguendo due analisi puntuali a spot sulla parte chiara (che abbiamo detto a più alto numero atomico) e sulle sferette scure otteniamo i due spettri (fig. B, p. 306).

Dalle analisi EDXS abbiamo subito una conferma che si tratta di materiali diversi. Lo spettro della parte chiara presenta dei picchi molto intensi relativi al nichel e al fosforo, che permettono di affermare che si tratta di un rivestimento metallico di nichel-fosforo (nichelatura chimica). Il carbonio che si osserva è relativo ad un possibile inquinamento superficiale, l'ossigeno ad un'ossidazione dello strato mentre il silicio può essere relativo a strutture sottostanti. Infatti analizzando lo spettro delle sferette scure vediamo la predominanza del segnale del silicio e dell'ossigeno che permette di affermare che le particelle sono sferette di silice (vetro). Il segnale del nichel viene invece dal materiale circostante e sottostante.

Vediamo infine un ulteriore vantaggio dell'utilizzo del microscopio ambientale ESEM rispetto al microscopio elettronico a scansione SEM tradizionale. Il fascio elettronico caricato negativamente quando impatta sulla superficie del campione apporta cariche negative. Se il campione è metallico o conduttivo non ci sono problemi e le cariche possono essere scaricate. Se invece il campione non è conduttivo, come il caso di campioni ceramici, polimerici o di superfici ossidate, il fascio elettronico tende a caricare il campione portando all'impossibilità di osservare la superficie. In questi casi si rende necessario un processo di preparazione della superficie, che consiste nella deposizione di un sottile strato d'oro o di carbonio per rendere conduttivo il campione. Questo processo comporta tuttavia la necessità della preparazione, la modifica se pur leggera della superficie e maggior difficoltà nell'esecuzione delle analisi EDXS, in particolare in presenza di alcuni elementi. Con l'utilizzo del microscopio ESEM non sussiste questa necessità.

## Fluorescenza X

Il principio base della fluorescenza X risulta simile a quello delle analisi EDXS.

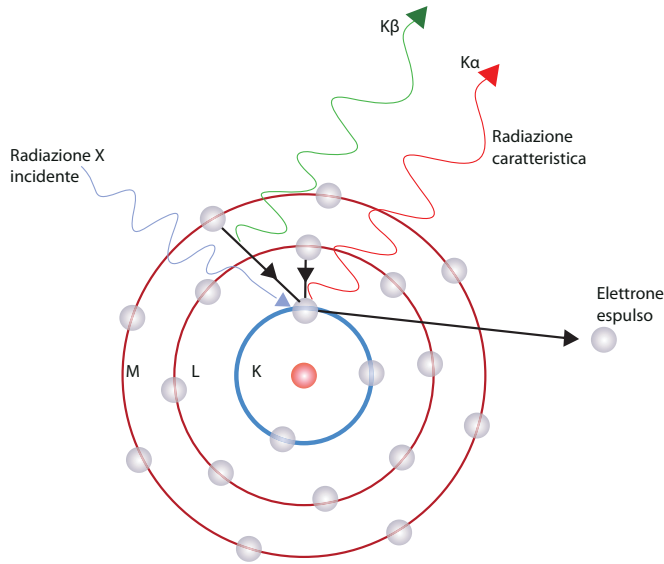
In questo caso abbiamo un fascio di raggi X che eccita il materiale da analizzare e rimuove degli elettroni degli orbitali più interni. Rimangono quindi delle vacanze che possono essere riempite da elettroni di orbitali più esterni. In questo processo viene emessa una radiazione di fluorescenza (emissione secondaria) che risulta essere tipica di ogni elemento. L'energia e l'intensità di questa emissione permettono quindi di determinare lo spessore e il rapporto tra i costituenti di una lega. La radiazione di fluorescenza X viene raccolta da un detector e fornisce informazioni sulla composizione chimica del campione.

La radiazione X è più penetrante rispetto ad un fascio elettronico e per tale motivo permette di analizzare il materiale per una maggior profondità. Vista questa caratteristica unita al fatto di essere non distruttiva questa tecnica risulta molto indicata per analizzare rivestimenti metallici, anche costituiti da più strati e di discreti spessori.

Questa tecnica d'analisi ha ulteriori vantaggi. La prova risulta estremamente rapida (qualche minuto), non necessita di una preparazione del campione e permette d'analizzare campioni di dimensioni di qualche decina di centimetri. L'analisi può essere fatta su una regione molto piccola del campione e, quindi, vi è la possibilità di avere informazioni anche localmente, nel caso in cui ci sia la presenza di diversi materiali. Possiamo infine aggiungere che l'analisi non apporta nessuna modifica ai materiali e presenta un'elevata precisione.

Il punto critico della tecnica può essere legato al fatto che l'analisi si basa sui segnali legati alla quantità di elementi presenti e che vi è un'elevata penetrazione. Nel caso di rivestimenti con più strati risulta necessaria quindi un'accurata interpretazione. Inoltre può dare adito a possibili errori nel caso in cui il rivestimento sia costituito da elementi presenti anche nel substrato (per esempio un rivestimento di rame depositato su ottone). Sarebbe opportuno poter eseguire una taratura sul materiale di substrato. Tuttavia, quando questo risulta non fattibile per l'impossibilità di danneggiare il campione, è necessario utilizzare con attenzione la tecnica e confrontarla con i dati ottenuti da tecniche complementari.

La tecnica permette di rilevare atomi con numero atomico superiore al 13 (alluminio) e quindi si possono analizzare solo materiali superiori a tale limite.



A

## Misure di Fluorescenza X eseguite sulle penne

Le analisi eseguite sulle penne sono state fatte presso l'Università di Trento grazie alla disponibilità della Fischer che ha portato presso il Laboratorio di Anticorrosione Industriale un Fischerscope X-ray XAN150 per prove dimostrative.

I dati ottenuti sono stati analizzati mediante programma apposito WinFTM® che permette di individuare i diversi metalli costituenti uno o più strati e calcolare gli spessori dei rivestimenti metallici.

Vista l'impossibilità di potere eseguire la taratura sul substrato metallico per non rovinare le penne si sono ipotizzate delle composizioni standard o ci si è basati sulle composizioni individuate precedentemente mediante analisi EDXS.

A. Rappresentazione grafica del principio adottato con il metodo della Fluorescenza X.

## Osservazioni ESEM e analisi EDXS sulle penne

Vediamo ora come sono state eseguite le osservazioni e le analisi sui campioni oggetto di studio. Presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Trento è stato utilizzato un microscopio FEI *Philips Environmental Scanning Microscope* ESEM a 20 keV in alto vuoto.

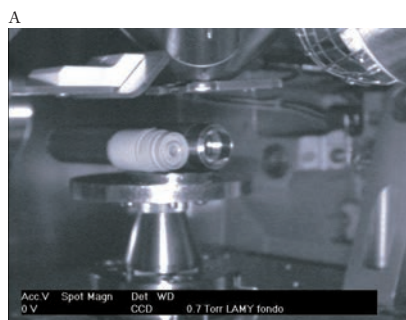
La dimensione della camera d'analisi non permette di inserire un campione intero tuttavia, smontando le penne, la maggior parte dei componenti possono essere inseriti tal quali (fig. A). I componenti più piccoli, dove vi era la necessità di osservare la presenza di un rivestimento, sono stati montati in verticale in modo da poter analizzarli in sezione.

Le superfici dei campioni sono state osservate tal quali senza nessuna preparazione nel caso di materiale massivo. Dove si supponeva la presenza di rivestimenti metallici o vernici si è provveduto mediante bisturi o limetta ad asportare localmente il/i rivestimento/i in zone più nascoste possibili in modo da non portare danni all'aspetto estetico della penna. Logicamente poter eseguire solo piccoli difetti ha reso le indagini più laboriose e ha lasciato qualche incertezza in più. Infatti non si sono potuti ottenere dei campioni metallografici in sezione.

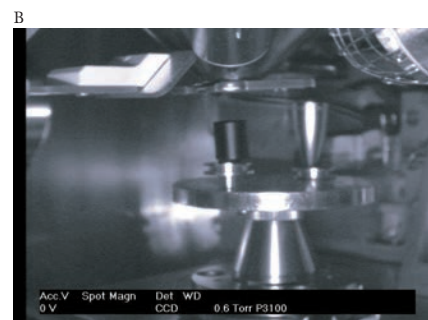
Solo in componenti di piccola dimensione (minore di circa 2 cm) si è potuta ottenere una visione in sezione lucidando il bordo (fig. B).

Si deve tener presente quindi che a causa della metodologia di prova e della decisione di apportare alle penne il minor danno possibile le analisi non possono dare una certezza assoluta ma sono state interpretate in modo da indicare i materiali più probabili.

A. Interno della camera ESEM con parte di Lamy modello Pico (a sinistra) e Porsche modello, in Fibra di Carbonio P'3140 (a destra) posizionate orizzontalmente.



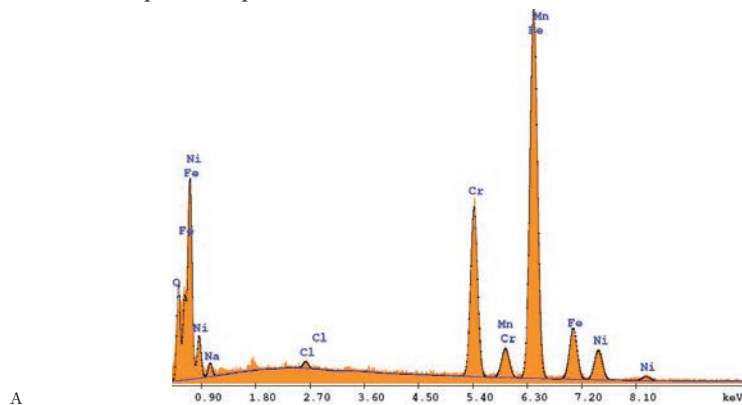
B. Camera ESEM con il tappino della Tombow e la punta della Porsche P'3140.



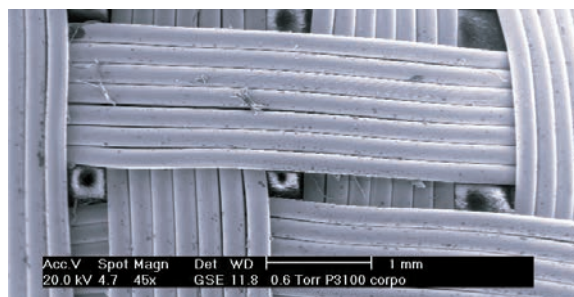
Vediamo ora qualche esempio di osservazione ESEM, di analisi EDXS e di Fluorescenza X su alcune penne, in modo da illustrare in modo più completo la metodologia di indagine.

### Analisi del modello Porsche P'3110 in T-Flex

Per la dimensione della penna e per il fatto che si supponeva che sulla punta fossero presenti dei rivestimenti, dopo aver smontato la penna sono stati analizzati il corpo in pianta e la punta in sezione, dopo aver asportato meccanicamente del materiale dal bordo.



A



B

A. Analisi EDXS del corpo della penna.

B. Ingrandimento ESEM del corpo della penna Porsche P'3110 è visibile la maglia d'acciaio.

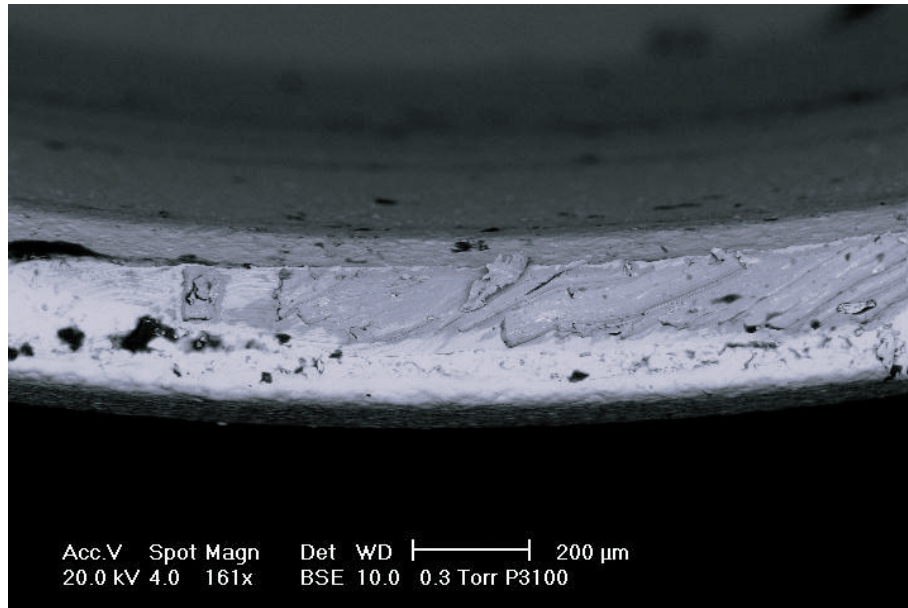


Dalle analisi, pur semiquantitative, considerando il tenore di cromo, di nichel e di manganese si ipotizza che il materiale sia un AISI 304.

Si è quindi analizzata la punta, (fig. A p. 312) asportando meccanicamente del materiale ed eseguendo delle analisi EDXS nelle diverse zone.

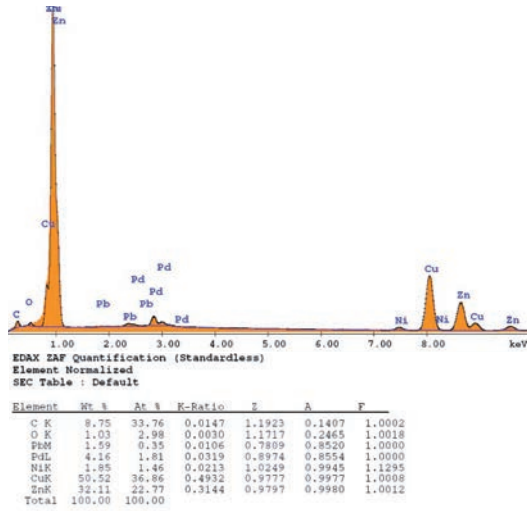
Dalle analisi si ipotizza che il substrato sia costituito da ottone (per i picchi più elevati di rame e zinco) contenente particelle di piombo (nella foto i pallini bianchi), materiale spesso utilizzato e lavorabile facilmente dalle macchine utensili.

Si suppone che gli altri elementi presenti, come il nichel o il palladio siano stati spalmati durante la preparazione meccanica della superficie.

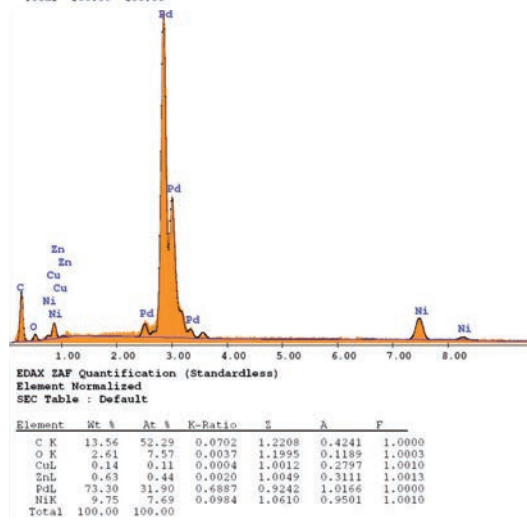


A. Ingrandimento  
ESEM della punta  
Porsche modello  
P'3110. In sezione:  
si possono osservare  
le diverse zone di  
materiale.

A



B



A. Spettro EDXS del substrato.

B. Spettro EDXS nello strato più esterno.

Visti i segnali di palladio e nichel, e dopo aver fatto un'ulteriore analisi in pianta sulla superficie (dove si osservava un segnale molto intenso di palladio) si ipotizza un rivestimento di palladio con un sottostrato di nichel. Dato che non è stato possibile preparare un campione metallografico tradizionale non si riescono ad ottenere informazioni precise sugli spessori.

La tecnica di Fluorescenza X ha permesso di validare le ipotesi e ottenere maggiori informazioni sugli spessori degli strati. Anche in questo caso sarebbe stato necessario eseguire un bianco sul metallo di base, ma vista la necessità di mantenere integro il campione, si è ipotizzata una composizione dell'ottone standard da lavorazione (40 - 60 con Pb 2%).

L'analisi ha quindi evidenziato un primo strato di 9  $\mu\text{m}$  di un rivestimento di nichel, seguito da uno strato finale di 3  $\mu\text{m}$  in palladio puro.

S  
O

TECNICA

M

P

II

## Punta della Pilot Birdie

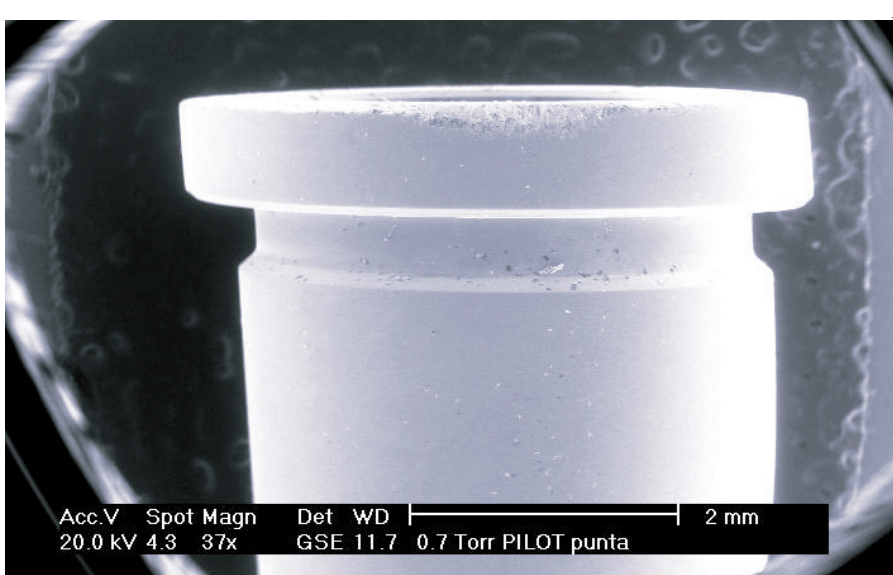
Sulla punta della Pilot Birdie meccanicamente è stato prodotto un piccolo difetto asportando il materiale di superficie, come evidente nella figura seguente; in tale zona si è analizzata la composizione del substrato, risultato essere costituito da ottone.

Dall'analisi EDXS (vedi grafici pagina seguente) sulla superficie non difettata si evidenziano solamente i segnali di nichel e cromo oltre che del carbonio, spesso presente come contaminante superficiale.

Visto che non ci sono depositi metallici misti di nichel e cromo si ipotizza un substrato di nichel depositato per via galvanica e uno strato esterno di cromo.

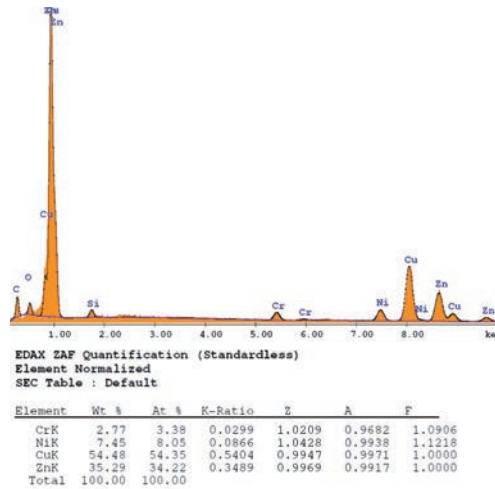
La fluorescenza X conferma l'ipotesi indicando lo spessore di nichel di 8.85  $\mu\text{m}$  seguito da uno strato 0.26  $\mu\text{m}$  di cromo. Si tratta quindi di cromo estetico.

315

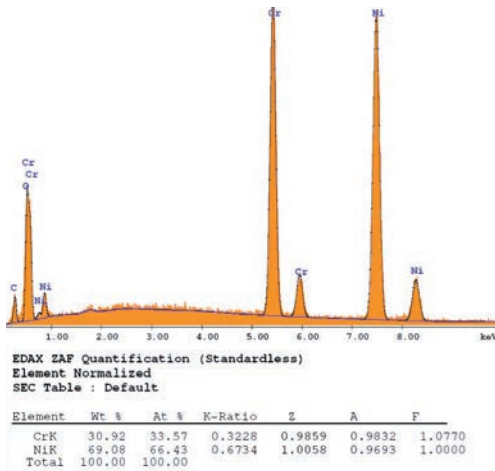


A. Micrografia della punta della Pilot Birdie: si può osservare in alto la zona dove si è prodotto il difetto per via meccanica.

A

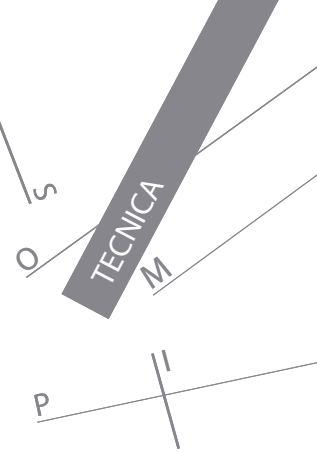


B



A. Analisi EDXS in corrispondenza del difetto: analisi del substrato.

B. Analisi EDXS in corrispondenza della zona non difettata.

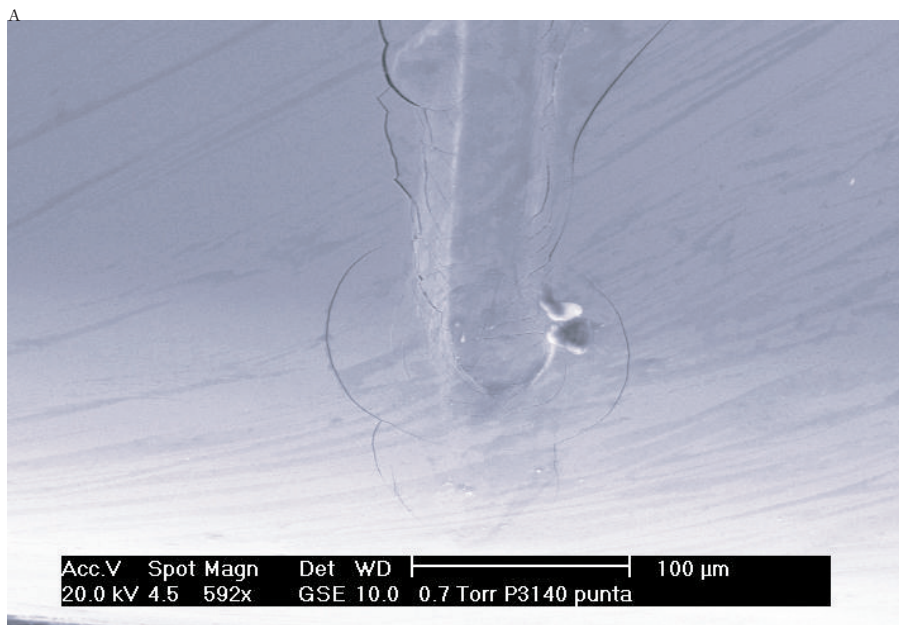


## Porsche P'3140 | corpo in carbonio

Considerando questa penna si presentavano alcune questioni. La prima relativa alla composizione della punta. La seconda se il materiale sotto il rivestimento organico (vernice) fosse realmente costituito da fibra di carbonio oppure se si trattasse di un rivestimento organico che riproducesse la texture della fibra.

Si è quindi analizzata la parte punta collegata con il corpo in fibra carbonio dopo aver prodotto un difetto meccanico.

Nella zona difettata il rivestimento si è criccato ma non è stato possibile asportarlo. Si è osservata inoltre una morfologia delle cricche che viene collegata ad un rivestimento duro ed abbastanza spesso.

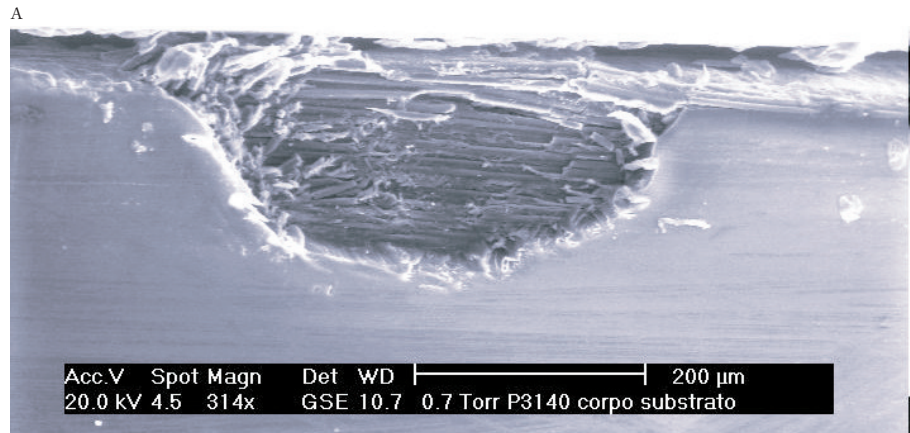


A. ESEM, difetto meccanico realizzato in corrispondenza della punta.

Le analisi di fluorescenza evidenziano oltre al segnale del nichel e del cromo anche quello del rame, dello zinco e del piombo. Non potendo fare il bianco con il substrato si è ipotizzato un classico ottone da lavorazione (60-40 con piombo) e questo è stato impostato come substrato. La misura di fluorescenza ha fornito il seguente risultato.

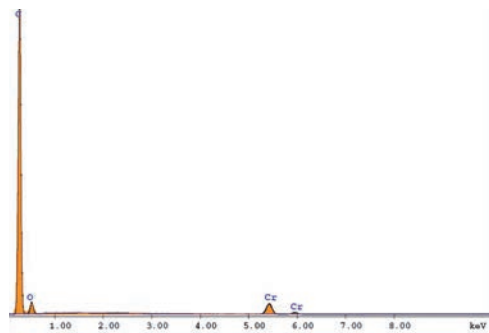
Sopra l'ottone di substrato viene evidenziata la presenza di uno strato di  $6.28 \mu\text{m}$  di nichel e uno strato a finire  $0.35 \mu\text{m}$  di cromo. Da queste analisi e dalla morfologia della difettosità prodotta in superficie sembrerebbe un deposito prodotto per PVD (physical vapour deposition). Considerando invece il corpo, nella zona difettata si conferma la presenza di fibre con un rivestimento organico trasparente in superficie a protezione (che verrà analizzato mediante tecnica FTIR).

Analizzando il rapporto fra i segnali del carbonio e dell'ossigeno confrontando i due spettri dalle analisi si riesce a confermare che si tratta proprio di fibre di carbonio. Il piccolo segnale del cromo è invece collegabile alla parte metallica vicina, trasportato durante l'esecuzione del difetto.



A. ESEM, parte centrale della penna con il difetto prodotto meccanicamente in corrispondenza dell'interfaccia con la punta metallica. Si vede chiaramente la morfologia delle fibre.

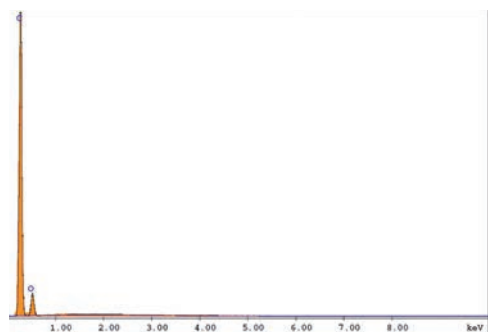
A



EDAX ZAF Quantification (Standardless)  
Element Normalized  
SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	88.41	93.05	0.7155	1.0070	0.8035	1.0001
O K	7.55	5.96	0.0111	0.9903	0.1489	1.0001
CrK	4.04	0.98	0.0349	0.8348	1.0326	1.0000
Total	100.00	100.00				

B



EDAX ZAF Quantification (Standardless)  
Element Normalized  
SEC Table : Default

Element	Wt %	At %	K-Ratio	Z	A	F
C K	0.00	88.97	0.7128	1.0023	0.8285	1.0001
O K	0.00	11.03	0.0215	0.9857	0.1536	1.0000
Total	100.00	100.00				

A. Analisi EDXS del corpo: rivestimento organico.

B. Analisi EDXS del corpo: sulle fibre in corrispondenza del difetto.



## La spettrometria IR – Infrarossi

La caratterizzazione di un materiale organico può essere effettuata mediante un'analisi spettrometrica IR, attraverso la quale è possibile identificare i legami chimici presenti e quindi supporre la composizione o il tipo di polimero.

Il principio di funzionamento della spettrometria IR consiste nell'eccitare le molecole del polimero mediante radiazioni infrarosse in modo da influenzare il loro stato vibrazionale. Infatti, quando la radiazione incidente presenta una frequenza coincidente con quella vibrazionale dello specifico legame atomico, questa manda il sistema in risonanza e viene dunque assorbita. Il diagramma dell'energia assorbita in funzione della frequenza, o meglio del numero d'onda della radiazione incidente, costituisce lo spettro di assorbimento IR del campione in esame ed è caratteristico della sua composizione molecolare e del suo stato vibrazionale molecolare. Per un legame esistono vibrazioni di stiramento (stretching) e di deformazione (bending).

La spettrometria FTIR si basa sul fatto che due raggi di luce provenienti dalla stessa sorgente, fatti interferire in modo opportuno, danno origine ad un interferogramma che contiene tutte le informazioni spettrali della radiazione di partenza, che può essere convertito in uno spettro mediante l'uso della trasformata di Fourier.

In funzione dei legami chimici presenti nel polimero otterremo uno spettrogramma che sarà caratteristico del materiale.

Lo spettro IR è molto utile quindi nell'identificazione di un composto, in quanto ogni molecola possiede generalmente un suo spettro specifico, anche se esistono alcuni picchi che saranno comuni nei vari spettri associabili alle vibrazioni dei gruppi funzionali presenti nelle varie molecole.

Nello spettro IR è possibile individuare inoltre una serie di zone specifiche, ove si collocano i gruppi vibrazionali dello stesso tipo e che assorbono più o meno la stessa energia. Esiste inoltre una zona detta delle impronte digitali (con numero d'onda da 1300 fino a 400  $\text{cm}^{-1}$ ) che è caratteristica di una particolare molecola o gruppo funzionale.

Tuttavia si deve far notare che uguali legami chimici possono trovarsi in polimeri diversi e che i materiali polimerici utilizzati nei prodotti non sono costituiti da un singolo polimero puro ma presentano cariche, additivi, pigmenti e spesso sono miscele di più polimeri. Per tale ragione

risulta fondamentale interpretare lo spettro mediante banche dati. Si individuerà quindi il materiale con un errore di fittaggio che potrà essere più o meno grande in funzione di quanto lo spettro del materiale si discosta da quello presente nelle banche dati. È quindi importante l'abilità e l'esperienza dell'operatore per arrivare al risultato più probabile con meno errori.

## Analisi FTIR sulle penne

Uno dei vantaggi delle analisi FTIR è la ridotta quantità di materiale necessario per ottenere uno spettro. Si è quindi proceduto ad asportare, mediante bisturi, piccole scagliette di materiale polimerico nelle zone più nascoste delle penne.

Le misure sono state eseguite mediante un apparecchio Varian 4100 FT-IR (Excalibur series) e si sono utilizzati per l'interpretazione sia la banca dati costruita negli anni dal Laboratorio di Anticorrosione Industriale sia le banche dati Bio-Rad Win IR Search che Sadtler IR Reference Data Base. Le misure sono state eseguite in ATR su diamante Golden Gate della Graseby Specac.

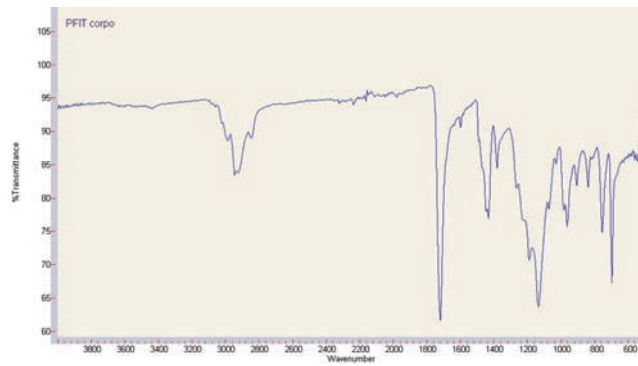


A

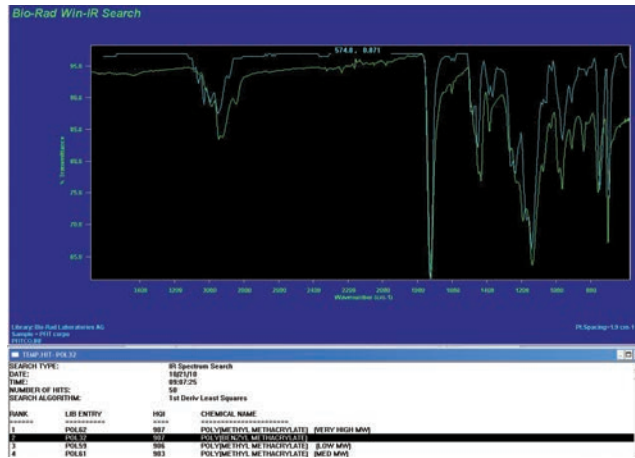
A. Strumentazione FTIR utilizzata.

Riportiamo di seguito alcuni esempi delle analisi eseguite.

Analisi del corpo della penna PFit. Prima figura spettro sperimentale e nella seconda figura sovrapposizione con la banca dati dove si può osservare che il materiale più probabile utilizzato è del polimetacrilato.



A. Analisi corpo della Tombow mod. PFit. Prima figura spettro sperimentale e nella seconda figura sovrapposizione con la banca dati dove si può osservare che il materiale più probabile utilizzato è un polibenzilmetacrilato.

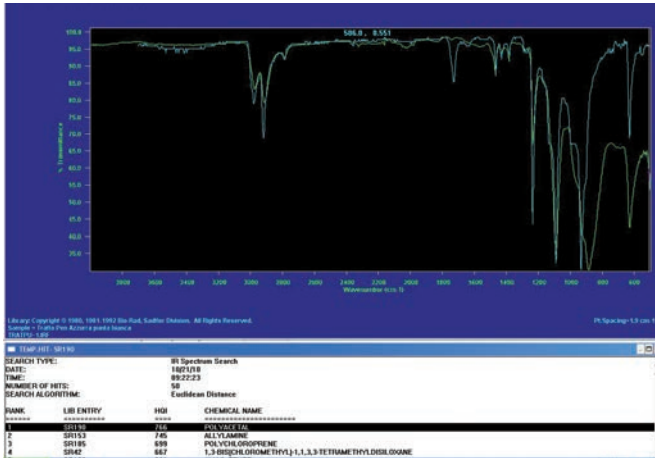
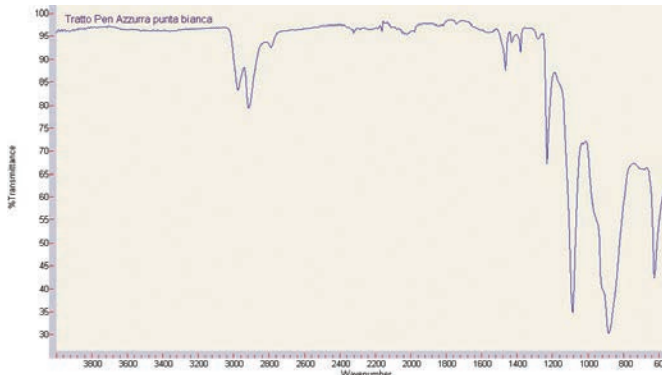


S  
O

TECNICA  
M

P

||



A. Analisi della punta bianca Tratto Pen. Prima figura spettro sperimentale e nella seconda figura sovrapposizione con la banca dati dove si può osservare che il materiale più probabile utilizzato è il poliacetale.



## Conclusioni

L'indagine di ricerca condotta e focalizzata formalmente su quelli che comunemente sono percepiti come dei semplici oggetti ha permesso di riflettere e generare verità più ampie di quelle presentate. Così nel lungo processo lavorativo che ha portato a definire questo testo, ci si è resi conto di molte curiosità svelate e inaspettate ma, ancor di più, di quante siano state le porte appena dischiuse.

Il mondo degli strumenti di scrittura si è rivelato modello di riferimento assolutamente impareggiabile, il cui processo d'indagine rendeva l'impressione di vivere in un infinito gioco di matrioske, scoprendo un denominatore valido per molti approfondimenti oggi tra loro antitetici che possono spaziare da riflessioni filosofiche a specifiche chimiche, temi forse in passato meno lontani che adesso.

Altresì questo percorso, che ha analizzato con più attenzione oltre agli aspetti storici altri di tipo tecnico e scientifico, ha permesso una riflessione più ampia sul rapporto degli oggetti con l'utente, sia esso utilizzatore, produttore o progettista.

Mutazioni ed evoluzioni nel tempo sono parte dei processi naturali delle cose e gli oggetti non possono essere esenti da questi avvenimenti e la loro naturalità è valida e comprensibile se letti come manifestazioni dirette dell'uomo. Oltretutto gli ultimi periodi temporali sono stati interessati da un'evoluzione, ancor più evidente negli anni successivi alla rivoluzione industriale. Infatti è da quel periodo che si sono resi ben distinti gli step evolutivi, protagonisti di un'accelerazione e di un passaggio di rinnovamenti netti e facilmente decifrabili. Queste mutazioni che hanno interessato gli oggetti sono state sempre accompagnate da un contemporaneo cambiamento della percezione degli stessi da parte del pubblico, oltre che da un consequenziale differente approccio da parte dei progettisti. A favorire questi repentini cambiamenti ha concorso di certo lo sviluppo esponenziale degli studi scientifici, da una parte con l'invenzione di nuovi materiali e dall'altra con l'evolversi dei processi tecnologici utili alle lavorazioni dei materiali stessi.

Così mentre prima il progettista o l'esecutore attingevano ad un numero ristretto di materie e di lavorazioni utili a poter trasformare le prime in oggetti finiti, siamo arrivati ad un tempo in cui questo meccanismo si è quasi completamente ribaltato. In passato c'erano dei vincoli precisi per la realizzazione di un prodotto, determinati dalla materia e dalle limitazioni dei processi tecnici atti alla sua trasformazione, così la libertà creativa era comunque vincolata ad una buona conoscenza delle proprietà fisiche dei materiali ed alle tecniche di lavorazione. L'evoluzione scientifica ha tuttavia, apparentemente, agevolato i progettisti ampliando sempre più i materiali disponibili e sostituendo ad alcuni naturali

altri sempre più performanti e meno costosi, lavorabili secondo più veloci ed economici processi, definiti genericamente industriali. Ma se da un lato le lavorazioni erano velocizzate, dall'altro dovevano rispondere a precisi sistemi di standardizzazione che escludevano molte libertà prima concesse alla manualità. Si ha così un momento in cui i progettisti cominciano a sperimentare nuovi materiali abbinati a nuove applicazioni industriali ed è appunto il tempo in cui potremmo dire che nasce un moderno concetto nella figura dell'industrial designer e che determina l'affermarsi del movimento moderno. Siamo intorno al 1950 e nei decenni subito successivi primeggiano nomi di progettisti come Castiglioni, Zanuso, Magistretti, Munari ed altri, ma sono pure gli anni dove si consolidano gli investimenti innovativi di aziende oggi *cult* nel panorama del design, qui non citate per non far torto a nessuno. Erano tempi in cui i progettisti *industrial designer* affrontavano ignari i primi materiali di sintesi, ma con la possibilità di sperimentarne proprietà e nuovi usi, cercando un modo di adeguare tutto questo a processi lavorativi che dovevano mantenersi entro sistemi standard. Gli oggetti iniziarono a ridurre le loro superfetazioni ed a mantenersi in un'asciutta economia formale. Del resto uno stampo non poteva avere sottosquadri ed una termoformatura aveva solo alcune possibilità tecniche e così via per ogni processo lavorativo. Sarebbero molti gli esempi da citare, ma tra i progetti più interessanti nati da una sperimentazione tra materiale e processo, si possono citare la Falkland di Munari del 1964 per l'azienda Danese, realizzata con il nylon in una fabbrica di collant, o nello stesso anno la lampada Acrilica di Joe Colombo per Oluce che nella semplice curvatura di una lastra di metacrilato riassume una delle migliori sintesi di quell'epoca.

Il campo degli strumenti di scrittura si sviluppa con meno evidenza, ma non minore importanza culturale; nascono dai sistemi di scrittura in fibra di Masao Miura e Yukio Horie delle icone come la Tratto Pen, ma sono anche gli anni della Four Colours, tutti oggetti dov'è evidente una sintesi formale necessaria alla serialità. In quegli anni si nota inoltre un passaggio dalle letture progettuali ancora romantiche ed espresse dal modello Aurora 88 di M. Nizzoli, in cui sono espliciti i richiami al noto modello Parker 51, al consolidamento di autonomie culturali espresse qualche decennio dopo con l'Hastil di Zanuso. La serialità e l'industrializzazione determinano con forza un sistema di vincoli che tuttavia rendono ai progettisti un grande momento di libertà creativa ed una buona percezione dei materiali e dei processi possibili. D'altro canto il pubblico si ritrova ad avere a che fare con nuovi oggetti da metabolizzare sia formalmente sia nei nuovi materiali, e sono diverse le forme propagandistiche sperimentate per rendere appetibili i nuovi oggetti e per poterli inserire in ambienti ancora radicati nella tradizione stilistica artigianale. Uno dei momenti

più evidenti fu l'introduzione nelle case del materiale Moplen (polipropilene isotattico, materiale che fece assegnare a G.Natta nel 1963 il Nobel per la chimica) nelle forme di oggetti di uso domestico (secchi, bacinelle etc.) e in Italia se ne esaltavano le proprietà attraverso un noto carosello pubblicitario con protagonista Gino Bramieri e il suo tormentone "Mo Mo... Moplen". I nuovi materiali rispondono bene, ma spesso da questi si pretendono performance ancora non possibili o simili ai materiali abituali, così si afferma l'indicazione generica di plastica valida per tutto quello che ha un aspetto diverso dai materiali storicamente conosciuti.

Successivamente, con la fine di questo secolo, avviene un secondo importante passaggio nel mondo dell'industrial design, perché la scienza non si ferma e viene incontro anche ai progettisti di oggetti. Le carenze che potevano essere attribuite ai limiti della materia, prima sopperite da sforzi progettuali ed invenzioni formali e grazie anche alle conoscenze che i progettisti avevano della scienza delle costruzioni, derivate da un percorso di studi quasi sempre in architettura, vengono ora compensate da un miglioramento dei materiali che vengono adeguati di volta in volta al progetto e all'oggetto. È un passaggio importante che seppur silenzioso sconvolge alcuni capisaldi della progettazione, l'industrial designer non deve preoccuparsi più tanto del materiale che usa, della sua resistenza, delle sezioni, sarà poi il chimico a definire un composto adeguato al suo progetto e l'ingegnerizzazione a completarlo nell'azienda. Questo passaggio a mio avviso rende un dualismo che se da un lato agevola la produzione industriale dall'altro allontana il progettista dalle conoscenze fondamentali della materia e così diventa un pensatore di astrazioni creative, poetiche, artistiche, *concept* realizzabili da altri ma tanto più alterabili quanto più questi voli progettuali sono deboli. I progettisti *designer* cominciano a perdere interesse verso la conoscenza della materia ed allo stesso modo il pubblico comincia a ritrovarsi in un mondo di oggetti attrattivi ma dai materiali indecifrabili e che non ha altro modo di indicare che come plastici, sempre più associati a sinonimo di scadente, dato che l'economia nella scelta del processo industriale era spesso tra le priorità.

Il *designer* perde così alcuni dei vincoli prima dettati dalla materia ed al limite deve preoccuparsi in parte dei processi di produzione, definendo oggetti che possono essere di qualunque materiale purché formalmente rispondano a standard ed a processi economicamente riproducibili. Si tratta di un momento storico che a mio avviso determina un indebolimento della figura dell'industrial designer, che si riduce spesso, appunto, solo a designer senza il suffisso *industrial* e non solo per letture anglosassoni. Una figura non più obbligata a conoscenze scientifiche e che diventa permessa ad ogni altra categoria culturale; tutti possono cimentarsi in questo ruolo e l'attribuzione di valore viene spostata



verso quei personaggi che hanno la capacità di convincere con un'immagine spesso effimera ed eccentrica del proprio personaggio. Oggi tutti possono essere designer e design diventa suffisso gratuito e sempre più vuoto, utile ad arricchire musicalmente ogni dichiarazione di titolo dalle apparenze creative: *cake designer, hair designer, nail designer, cook designer, wedding...* e così via.

Ma se da un lato quest'apparente apertura sembra liberare il mondo del design, dall'altro le aziende iniziano a chiudersi ed a preferire i propri collaboratori più affidabili, magari prima dedicati all'ingegnerizzazione del prodotto ed ora offerti all'elaborazioni di nuovi oggetti o ad imitazioni formali meglio commercializzabili. Agevolati anche da un esubero di offerte e formalismi legati ad una caducità dai tempi fugaci, che confondono il mercato e antepongono l'economicità ed il principio dell'usa e getta alla capacità cernitrice ed all'orientamento per l'innovazione da parte del pubblico.

Il mondo degli strumenti di scrittura non rimane esente da quest'esplosione di diletantismo creativo ed è quasi impossibile riuscire a definire un numero certo di proposte possibili entrando in una fornita cartoleria, salvo certo modelli d'eccezione. Ma da quest'impeto vengono trascinati e coinvolti modelli e icone di valore, uno tra tutte le variazioni sulla Cristal (il cui modello originale è esposto al MoMA) o altri noti e non risparmiati da questo momento disordinato. In questo attuale caos creativo viene meno un'ulteriore sicurezza che scardina del tutto e rende assolutamente labile il sistema. Seppur ancora agli inizi, si comincia a colpire le certezze standardizzate dei metodi di produzione con la diffusione dei primi prodotti realizzati con principi di elaborazioni stereografiche tridimensionali, trasformazioni reali e conformi a modelli digitali altrimenti improducibili. Tutto questo è di certo una rivoluzione epocale che oltretutto fa il verso alle nanotecnologie, principio che cerca ogni possibile realizzazione partendo dall'elemento infinitesimale.

Gli oggetti prodotti secondo queste logiche non creano vincoli ai progettisti che possono realizzare ogni formalismo possibile con materiali che oggi possono rispondere quasi ad ogni esigenza, l'unico vincolo che rimane è la migliore economia. È un passaggio in fondo paradossale perché quello che è un'evoluzione sembra in fondo voler chiudere un cerchio, ancor più se si pensa che vengono sempre più sperimentati materiali biocompatibili ed anche gli strumenti di scrittura vengono oggi realizzati e promossi secondo questi nuovi principi *bio*, spesso e più secondo logiche di mercato che per reali vantaggi ambientali. Del resto lo sfruttamento agricolo intensivo e dedicato a queste produzioni unite a quelle dei bio-carburanti, potrebbe essere letto come una contraddizione ambientalista in un reale bilancio di sfruttamento delle risorse.

Ma la possibilità di realizzare ogni formalismo con una tendenza d'uso verso

materiali biocompatibili porta a vivere un parallelismo storico con l'artigianato, unico metodo capace di ogni soluzione logica nell'uso dei materiali naturali o bio. Oltretutto le sperimentazioni contemporanee, così come nell'artigianato del passato, necessitano di vincoli da cui decollare, che possono essere trovati nell'imitazione della natura ed in una lettura migliorata delle possibilità e dei dettagli e oggi, così come allora, queste prime produzioni esigono tempo e alti costi di produzione.

Ritengo tuttavia che tutti questi approcci sperimentali, comprese le correnti ambientaliste legate al marketing, siano un passaggio storico necessario e che diano impulso a ricerche già valide e dai migliori auspici; del resto è macroscopicamente evidente il ritorno a costruire con il legno e la pietra, ma questo avviene per altri percorsi e con una maggiore consapevolezza, rispettando – si spera – il grande valore e l'insegnamento che ancora può darci la natura.

In questa astrazione dell'oggetto si è finito per dare per scontato l'esistenza di ogni cosa, ma si è persa quasi generalmente la curiosità di chiedersi: com'è fatto quell'oggetto? Dagli anni '60 ad oggi, in questa parabola evolutiva giunta fino alle nanotecnologie e alla riproduzione tridimensionale, si continua a indicare come plastica tutto quello che non rientra tra i materiali naturali, legno, metallo, ceramica, vetro. Credo così che tra non molto tempo quanto spiegato in questo testo risulterà anche anacronistico, ma ritengo sia utile dare delle parziali e comprensibili risposte e anticipare anche domande ormai sopite.

Tutto quello che oggi è dato per ovvio nel mondo degli oggetti comuni può sintetizzarsi già in questi piccoli oggetti che sono gli strumenti di scrittura, saturi d'informazioni utili a coprire quel vuoto informativo che si è prodotto dal Moplen ad oggi. Confido possa essere utile svelare alcune curiosità ed evidenziare quante complessità esistono dietro un semplice oggetto; essere informati su ciò che ci circonda serve ad apprezzare con maggiore consapevolezza le scoperte passate ed i traguardi futuri, troppo spesso dati per scontati, ma soprattutto potrebbe aiutarci a comportamenti e scelte più attente e utili verso un futuro migliorabile.

Il mondo dei progettisti vive anch'esso, a mio avviso, la necessità di rigenerarsi e credo che questo passerà per l'estinzione di preferenze effimere e modaiole.

Ritengo auspicabile il ritorno ad un nuovo umanesimo, ridare forza all'etica, alla cultura umanistica e riportare ad un livello di nobile servizio l'ingegneria e l'economia, dogmi evidentemente troppo sterili per interfacciarsi univocamente con i bisogni dell'uomo, con la speranza che possano definirsi figure eticamente più consapevoli e al contempo preparate, capaci di reinventare un nuovo mondo di artefatti, come colti e preparati artigiani del nostro tempo.

A. Titone



## Bibliografia

- Anastas, P.T. 2010, *Designing safer polymers*, John Wiley & Sons, New York.
- Annicchiarico, S. 2007, *100 objects of Italian design [permanent collection of Italian design, La Triennale di Milano]*, Gangemi, Roma.
- Arnheim, R. & Dorfles, G. 1996, *Arte e percezione visiva*, Feltrinelli, Milano.
- Ascoli, F. 2008, *Penna, inchiostro e calamaio: gli strumenti per la scrittura e la loro storia*, Allemandi, Torino.
- Ashby, M.F. 2010, *Materials: engineering, science, processing and design*, Butterworth-Heinemann, Oxford u.a.
- Ashby, M.F. 2007, *La scelta dei materiali nella progettazione industriale*, Casa editrice ambrosiana, Milano.
- Ashby, M.F. 2005, *Engineering materials*, Elsevier, Butterworth.
- Ashby, M.F. 2009, *Materiali: dalla scienza alla progettazione ingegneristica*, Cea, Milano.
- Ashby, M. & Johnson, K. 2002, *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*, Elsevier, Burlington.
- Baccaredda, M. 1976, *Materie plastiche ed elastomeri*, Casa editrice ambrosiana, Milano.
- Baleri, E. & Baroli, L. 2009, *99 icone: da sogno a sogno - oggetti e progetti italiani, fuori dal tempo, per dare un futuro ai bambini di favola - Santa Giulia, Museo della città: Brescia, 8 maggio - 7 giugno 2009*, Lubrina, Bergamo.
- Ball, P. 2002, *Colore: una biografia*, Rizzoli, Milano.
- Baroni, D. 2001, *La rivoluzione tipografica*, Sylvestre Bonnard, Milano.
- Baroni, D. 2006, *Storia del design grafico*, 3a ed., Longanesi, Milano.
- Bassi, A. 2007, *Design anonimo in Italia: oggetti comuni e progetto incognito*, Electa, Milano.
- Bastioli, C. 2005, *Handbook of biodegradable polymers*, Catia Bastioli, C. Vasile, Rapra, Shawbury.
- Baussy, D. & Moritz, R.E. 2010, *Icons of 20th century design*, Arthaus Musik, S.L.
- Bertola, P. & Manzini, E. 2004, *Design Multiverso. Appunti di fenomenologia del design*, POLI.design, Milano.
- Bertolini, L., Bolzoni, F., Cabrini, M. & Pedefferri, P. 2001, *Tecnologia dei materiali-Ceramici, polimeri e compositi*, CittàStudi, Torino.
- Beylerian, G.M. 2007, *Ultra materials: how materials innovation is changing the world*, Thames & Hudson, London.
- Blackwell, L. 1998, *Caratteri del XX secolo*, Leonardo Arte, Milano.
- Bloor, J. 2004, *Rubber!: fun, fashion, fetish*, Thames and Hudson, London.
- Bocchi, G. & Ceruti, M. 2002, *Origini della scrittura: genealogie di un'invenzione*, Mondadori, Milano.
- Bonfaltini, M., A. & Zingale, S. 1999, *Segni sui corpi e sugli oggetti*, Moretti & Vitali, Bergamo.
- Bosoni, G. 2008, *Design italiano*, 5 Continents, Milan.
- Brownell, B.E. 2010, *Transmaterial 3: a catalog of materials that redefine our physical environment*, Princeton Architectural Press, New York.
- Brückner, S. 2007, *Scienza e tecnologia dei materiali polimerici*, EdiSES, Napoli.
- Burdese, A. 1992, *Metallurgia e tecnologia dei materiali metallici*, UTET Libreria, Torino.

- Caligiana, G. 2002, *I materiali compositi*, Pitagora, Bologna.
- Callister, W.D. & Rethwisch, D.G. 2011, *Fundamentals of materials science and engineering: an integrated approach*, Wiley.
- Cangialosi, F. 2005, *Proprietà e lavorazione delle materie plastiche. Guida pratica per i tecnici dell'industria*, youcanprint, Tricase.
- Cardona, G.R. 1986, *Storia universale della scrittura*, A. Mondadori, Milano.
- Cardona, G.R. 2009, *Antropologia della scrittura*, UTET Università, Torino.
- Carugati, D.G.R. 2003, *Design*, Electa, Milano.
- Carvalho, D.N. 2010, *Forty centuries of ink or a chronological narrative concerning ink and its backgrounds: introducing incidental observations and deductions, parallels of time and color phenomena, bibliography, chemistry, poetical effusions, citations, anecdotes and curiosa together with some evidence respecting the evanescent character of most inks of to-day and an epitome of chemico-legal ink*, Repr edn, BiblioBazaar, Charleston.
- Casati, B. 1997, *Design, plastica, ambiente: progettare per il ciclo di vita dei polimeri*, Maggioli, Rimini.
- Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- Cecchini, C. 2006, *Mo... mopen: il design delle plastiche negli anni del boom*, Rdesignpress, Roma.
- Cecchini, C. 2004, *Plastiche: i materiali del possibile - polimeri e compositi tra design e architettura*, Alinea, Firenze.
- Cheung, V. 2007, *Simply material: to reveal the increasing essentials of material with a compilation of brilliant ideas and craftsmanship*, Victionary, Hong Kong.
- Chung, D.D.L. 1994, *Carbon fiber composites*, Butterworth-Heinemann.
- Cigada, A. 1993, *Elementi di struttura e proprietà dei materiali metallici*, Città studi, Milano.
- CittàStudi Edizioni 1995, *Tecnologia meccanica Vol. 2: Lavorazioni per asportazione di truciolo*, CittàStudi, Torino.
- Clark, J.M. 2002, *Stilografiche*, Fabbri, collana Passione collezionismo, Perugia.
- Clivio, F., Hansen, H., Mendell, P. & Zürcher Hochschule der Künste 2009, *Hidden forms: seeing and understanding things*, Birkhauser, Basel.
- Colombo, P. 2009, *Polymer derived ceramics: from nano-structure to applications*, Lancaster, Pa., DEStech Publications, Lancaster, Pa.
- Cornish, E.H. 1992, *Materiali, progetto industriale e design: metalli, ceramiche, polimeri, compositi, trattamenti superficiali e sistemi protettivi affidabilità, criteri di scelta e normativa*, Hoepli, Milano.
- Crivellaro, A., Svaluto, S. & Polazzi, G. 2007, *Legni*, Motta Architettura, Milano.
- Crivelli, V. I. 2009, *Materiali compositi. Tecnologie, progettazione, applicazioni*, Hoepli, Milano.
- Daniels, P.T. & Bright, W. 1996, *The World's Writing Systems*, Oxford University Press, New York.
- De Filippi, A.M. 2004, *Fabbricazione di componenti in materiali polimerici*, Hoepli, Milano.
- Di Caprio, G. 2003, *Gli acciai inossidabili*, Hoepli, Milano.
- Diderot, D. & d'Alembert, J.L.R. 1751, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Briasson, Parigi.

- Dipartimento Ricerca & Sviluppo del gruppo industriale SIMA. 1998, *Fibre da resine termoplastiche*, L'Artiere edizionalia, Bologna.
- Di Meo, A. 1989, *Storia della chimica*, Marsilio, Venezia.
- Dodd, R. 2006, *From Gutenberg to opentype: an illustrated history of type from the earliest letterforms to the latest digital fonts*, Ilex, Lewes.
- Dorfles, G. 2004, *Le oscillazioni del gusto: l'arte d'oggi tra tecnocrazia e consumismo*, Skira, Milano.
- Dragoni, S. & Fichera, G. 1997, *Penne Stilografiche*, Mondadori, Milano.
- Emsley, J. 2000, *Prodotti chimici: guida per il consumatore*, Zanichelli, Bologna.
- Emsley, J. 2004, *Molecole in mostra: la chimica nascosta nella vita quotidiana*, Dedalo, Bari.
- Fagnoni, R. 2001, *Design e...: primo approccio al mondo degli oggetti*, Alinea Editrice.
- Ferrara, M. & Lucibello, S. 2009, *Design follows materials*, Alinea, Firenze.
- Ferrara, M. 2005, *L'acciaio: materiali per il design*, Lupetti, Milano.
- Ferrara, M. 2004, *Materiali e innovazione nel design*, Gangemi, Roma.
- Ferreri, M. 1998, *Matite*, Corraini, Mantova.
- Fiell, C.J., Fiell, P.M. & Bergne, S. 2002, *Designing the 21st century*, Taschen, Köln.
- Garenfeld, B. & Geyer, D. 2010, *Il grande libro delle penne. Ediz. italiana, inglese e francese*, Gribaudo, Milano.
- Gaur, A. 1994, *A History of Calligraphy*, Cross River Press, New York.
- Glassner, J.J., Bahrani, Z. & Van De Mierop, M. 2003, *The invention of cuneiform: writing in Sumer*, Johns Hopkins Univ Pr., Maryland.
- Guaita, M. & Associazione italiana di scienza e tecnologia delle macromolecole 2006, *Fondamenti di scienza dei polimeri*, Nuova cultura, Roma.
- Guida, L. 2004, *Storia della scrittura: dai primordi ai giorni nostri*, Emilogos, Riva Presso Chieri.
- Gusmano, A. 2011, *Gli inchiostri nella storia della scrittura e della stampa. Storie, strumenti, collezionismi*, Editrice Bibliografica, Milano.
- Harris, D., Noble, M., Mehigan, J. & Barron's Educational Series. 2003, *The calligrapher's bible: 100 complete alphabets and how to draw them*, Barron's Educational Series, Singapore.
- Hastings, G.W. 1998, *Handbook of biomaterial Properties*, Springer.
- Jacopini, L. 2001, *La storia della stilografica in Italia Vol.1 - 2, 1900-1950*, O.P.S, Milano.
- Johnston, E. 1995, *Writing & illuminating & lettering*, Dover Publications, Mineola.
- Jury, D. 2006, *What is typography?* Mies [etc.], RotoVision, Crans-Près-Céligny.
- Khatibi, A. & Sijelmassi, M. 1995, *L'arte calligrafica dell'Islam*, Vallardi, Milano.
- Kuiseko, R. 1988, *Brush writing: calligraphy techniques for beginners*, Kodansha International, New York.
- Kula, D., Ternaux, E., Hirsinger, Q. 2009, *Materiology: the creative's guide to materials and technologies*, Birkhäuser, Boston.
- Phaidon Press 2009, *Mass Production, Products from Phaidon Design Classics*, Phaidon Press, Oxford.

- Le Garzantine 2009, *Enciclopedia della chimica*, Garzanti, Milano.
- Lefteri, C. 2008, *The plastics handbook*, RotoVision, Crans-Près-Céligny.
- Lesko, J. 2008, *Industrial design: materials and manufacturing guide*, 2a ed., Wiley, Hoboken, NJ.
- Martuscelli, E. 2001, *Dalla scoperta di Natta lo sviluppo dell'industria e della ricerca sulle plastiche in Italia*, Cnr, Roma.
- Meier, H.E. 1994, *Die Schriftentwicklung*, Syntax-Press, Cham.
- Montegrappa, 2005, *The privilege of a lifetime: 1912 Montegrappa*, Montegrappa.
- Moretti, D. 2001, *Mostra del 19. Premio Compasso d'oro: Milano, Palazzo dell'Arte, 15 ottobre - 18 novembre 2001*, Compositori, Bologna.
- Morgan, J. & Unit, R. 1991, *Conservation of Plastics: An Introduction to their history, manufacture, deterioration, identification and care*, Plastics Historical Society, Great Britain.
- Moscatti, S., 1959, *The Semites in Ancient History*, University of Wales Press, Cardiff.
- Nicodemi, W. 2000, *Metallurgia: principi generali*, Zanichelli, Bologna.
- Nicodemi, W. 2003, *Introduzione agli acciai inossidabili*, Associazione italiana di metallurgia, Milano.
- Nicodemi, W. 2008, *Acciai e leghe non ferrose*, Zanichelli, Bologna.
- Norman, D. A. 1990, *La caffettiera del masochista: psicopatologia degli oggetti quotidiani*, Giunti & Lisciani, Teramo.
- Padula, A. 2008, *Comunicazione sonora e musicoterapia*, GRIN Verlag, München.
- Paracchini, L. & Cavallotti, P. L. 2007, *Manuale di trattamenti e finiture*, Tecniche nuove, Milano.
- Park, J., Char, K. & Park, C.W. 1999, "A study on the miscibility of selected blends of methyl methacrylate-benzyl methacrylate copolymers", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 38, no. 12, pp. 4675-4681.
- Percossi, R. 1999, *Calligrafia*, 3a ed., Hoepli, Milano.
- Perrée, R. 1996, *Bakelite: the material of a thousand uses; based on the Becht collection*, Cadre/Snoeck-Dycaju & Zoon, Amsterdam.
- Petroski, H. 2003, *Small things considered: why there is no perfect design*, Vintage books, New York.
- Petroski, H. 1994, *The evolution of useful things*, Vintage books, New York.
- Petroski, H. 1992, *The pencil*, Knopf, New York.
- Phaidon editor 2009, *Pioneers, Products from Phaidon Design Classics*, Hachette Book Group Distributor, New York.
- Polato, P. 1991, *Il modello nel design: la bottega di Giovanni Sacchi*, Hoepli, Milano.
- Pratesi, F. 2007, *Dall'oro al platino*, Aracne, Roma.
- Pratesi, F. 2008, *Dal rame al titanio*, Aracne, Roma.
- Pratesi, F. 2009a, *Microstruttura e proprietà meccaniche degli acciai*, Aracne, Roma.
- Pratesi, F. 2009b, *Materiali metallici*, Aracne, Roma.
- Rainero, E. 1992, *Stilografica: il linguaggio della scrittura*, Studio Enrico Rainero, Firenze.
- Rapra Technology & Rapra Technology Limited 1998, *Addcon World'98: additives for the new millennium, official book of papers: Monday, 9th and Tuesday 10th November 1998*, Smithers Rapra Publishing, Shawbury.

- Restelli, B. 2008, *Il gioco di alfa e beta: tra segni e scritture secondo il metodo Bruno Mumari*, Angeli, Milano.
- Ritter, A. 2007, *Smart materials in architecture, interior architecture and design*, Birkhauser, Boston.
- Rossi, S. 2003, *I rivestimenti metallici per la protezione contro la corrosione*, Assim, Trento.
- Rossi, S. 2008, *I rivestimenti: la pelle del design*, Alinea, Perugia.
- Saechtling, H. 2006, *Manuale delle materie plastiche*, 9a ed., Tecniche nuove, Milano.
- Salvi, S.A. 1997, *Plastica tecnologia design: le materie plastiche, i loro compositi, le tecnologie trasformative dal petrolio al progetto attraverso la storia del disegno industriale italiano*, Hoepli, Milano.
- Scarinci, G. 2000, *Le materie plastiche*, 8a ed., Patron, Bologna.
- Scarinci, G. 2006, *Introduzione ai materiali polimerici – per ingegneria dei materiali*, Libreria Progetto, Padova.
- Schneider, S. & Fischler, G. 1994, *The illustrated guide to antique writing instruments*, Schiffer Pub.
- Slusky, R.D. 2007, *Invention analysis and claiming: a patent lawyer's guide*, American Bar Association, Chicago, IL.
- Smith, W.F. 1995, *Scienza e tecnologia dei materiali*, McGraw-Hill libri, Napoli.
- Sohn, M., Kim, K., Hong, S. & Kim, J. 2003, "Dynamic mechanical properties of particle-reinforced EPDM composites", *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 87, no. 10, pp. 1595-1601.
- Spanò, N. 1996, *Chimica applicata ai materiali da costruzione*, Calderini, Milano.
- Steen, W.M. & Mazumder, J. 2010, *Laser material processing*, Springer Verlag, London.
- Steinberg, J. 2000, *Penne stilografiche – guida per collezionisti*, Idealibri, Rimini.
- Suzzani, R. 2002, *Manuale dello stampista*, Tecniche Nuove, Milano.
- Thompson, R. 2011a, *Product and furniture design*, Thames & Hudson, London.
- Thompson, R. 2011b, *Prototyping and low-volume production*, Thames & Hudson, London.
- Thompson, R. 2010, *Manufacturing processes for design professionals*, Thames & Hudson, New York.
- Turco, A. 1997, *Resine poliesteri: compositi e plastici rinforzati – moderne tecnologie di lavorazione*, Hoepli, Milano.
- Vaccher, A. & Ermini, F. 2000, *L'uomo e il tempo: il cammino della civiltà dalla Preistoria al XX secolo [avvenimenti, economia e società, scienza e tecnica, arti e lettere]*, A. Mondadori, Milano.
- Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- Villavecchia, V., Eigenmann & Ubaldini, I. 1973, *Nuovo dizionario di merceologia e chimica applicata*, Hoepli, Milano.
- Weissermel, K. & Arpe, H.J. 2003, *Industrial organic chemistry*, 4a ed., Wiley, Weinheim.
- Wulfhorst, B. 2001, *Processi di lavorazione dei prodotti tessili*, Tecniche nuove, Milano.
- Zapf, H. 1991, *L'opera di Hermann Zapf: dalla calligrafia alla fotocomposizione*, Valdona, Verona.
- Zompi, A. 2003, *Tecnologia meccanica: lavorazioni ad asportazione di truciolo*, UTET Libreria, Torino.



## Riferimenti web

- Alcock, J., Stephenson, D. 30/11/1996, *The Powder Injection Moulding Process*, Materials World, Vol. N. pp. 629-30 – 1996, ultimo accesso 03/09/2011, <<http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1080>>.
- Archivio Luce 1961, *Italia - Scieremo su piste di plastica*, La Settimana Incom 02109, ultimo accesso 05/02/2011, <<http://www.archivioluce.com/archivio/>>.
- Ascoli, F. n.d., *Tuttografolgia*, ultimo accesso 04/08/2010, <[www.tuttografolgia.it](http://www.tuttografolgia.it)>.
- Attivissimo, P. 2003, *La biro milionaria degli astronauti USA*, ultimo accesso 12/12/2011, <[http://www.attivissimo.net/antibufala/biro\\_spaziale/biro\\_spaziale.htm](http://www.attivissimo.net/antibufala/biro_spaziale/biro_spaziale.htm)>.
- Barbera, M. 2012, '1. *Il linguaggio, 1.5 Gli altri linguaggi e l'origine del linguaggio, 1.6 Il linguaggio scritto, 2.1 L'indoeuropeo, 2.1.0 Indoeuropeistica e metodo storico., 2.2 Componenti minoritarie dell'Europa linguistica, 2.2.1 Basco (euskara)*, Materiali integrativi al corso di Didattica delle lingue moderne – Introduzione alla Linguistica Generale, ultimo accesso 26/06/2012, <<http://www.bmanuel.org/corling/corling1-0.html>>.
- Barnett, G.S. 1970, *Leaders of modern Industry* – Library of the University of California, W. H. Allen & Co., University of California library Berkeley, American Libraries Internet archive, ultimo accesso 15/06/2011, <[http://www.archive.org/stream/leadersofmoderni00smitrich/leadersofmoderni00smitrich\\_djvu.txt](http://www.archive.org/stream/leadersofmoderni00smitrich/leadersofmoderni00smitrich_djvu.txt)>.
- Batton, S.S. 2000, *Separation Anxiety: The Conservation of a 5th century Buddhist Gandharan Manuscript*, asianart, The on-line journal for the study and exhibition of the arts of Asia, ultimo accesso 20/09/2010, <<http://asianart.com/articles/batton/index.html>>.
- Bellis, M. n.d., *The History of Aerosol Spray Cans – The concept of an aerosol can originated as early as 1790*, About.com Inventors, ultimo accesso 20/11/2011, <<http://inventors.about.com/od/astartinventions/a/aerosol.htm>>.
- Bion, N. 1725, *Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique*, M. Brunet, Google books, ultimo accesso 06/05/2010, <[http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&e&q&cf=false](http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&e&q&cf=false)>.
- Boddea, S.G., Meyers M.A., McKittrick, J. 2011, *Correlation of the mechanical and structural properties of cortical rachis keratin of rectrices of the Toco Toucan (Ramphastos toco)*, J. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Vol.4 ed. 5à, p. 723–732, ultimo accesso 20/09/2011, <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616111000221>>.
- Castagna, G.E. 2007, *I. G. Farben:una collaborazione letale*, Pinerolo, Deportazione Mostra a cura di Sergio Coalova, matricola n°82331 a Mauthausen, ultimo accesso 19/05/2011, <<http://coalova.itismajo.it/ebook/Mostra/approfondimenti/at020.htm>>.
- Cocks, E.J., Walters, B. 2009 *A History of the Zinc Smelting Industry-in Britain*, Harrap, 1968, The British Journal for the History of Science, ultimo accesso 16/02/2011, <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&caid=2906684>>.
- Codecasa, M. S. n.d., *Il bambù, specie gloriosa*, cigv, ultimo accesso 15/09/2010, <<http://www.cigv.it/ilviaggio/bambu.html>>.
- Cuzzoni, M. 2007, *Ancient metals - Metaux anciens (Roma, 1980)*, Campanologia: ingegneria – Leghe Antiche, ultimo accesso 20/10/2011, <<http://www.campanologia.it>>.

- Cynn, H., Klepeis, J. E., Choong-Shik, Y. & Young, D. A. 2002, *Osmium has the Lowest Experimentally Determined Compressibility*, American Physical Society, Focus: Osmium is Stiffer than Diamond Published March 27, 2002 | Phys. Rev. Focus 9, 16 (2002) | DOI:10.1103/PhysRevFocus.9.16, ultimo accesso 16/02/2011, <<http://physics.aps.org/story/v9/st16>>.
- Diliberto, O. 2006, *Umanesimo giuridico-antiquario e palingenesi delle XII tavole*, 1. Ham.254, par. Lat. 6128 e ms. Regg. C. 398, Cagliari, ultimo accesso 03/11/2010, <<http://www.unipa.it/.../4%20-%20Umanesimo%20giuridico-...>>.
- Dow Chemical Corporate n.d., ultimo accesso 10/11/2011, <[www.dow.com](http://www.dow.com)>.
- Fagnoni, R. 2000, *Design e... Primo approccio al mondo degli Oggetti*, Alinea, Firenze, Google books, pp. 5-37 ultimo accesso 20/02/2012, <<http://books.google.it/books?id=kAADU7jWEyAC&printsec=...>>.
- Fiber source n.d., ultimo accesso 22/02/2012. <<http://www.fibersource.com/fiber.html>>.
- F.I.L.A. - Fabbrica Italiana Lapis ed Affini n.d., *Il Compasso D'Oro*, ultimo accesso 18/02/2011. <<http://www.fila.it/i-marchi/tratto/la-storia/il-compasso-d%27oro.aspx>>.
- F.I.L.A. - Fabbrica Italiana Lapis ed Affini n.d., *Il Compasso D'Oro, Tratto Design*, ultimo accesso 18/02/2011. <<http://www.fila.it/i-marchi/tratto/la-storia/tratto-design.aspx>>.
- Fischier, T. & The Parker Pen Company/Sanford Ecriture. 1995, *Parker Jotter*, ultimo accesso 10/06/2012, <<http://parkercollector.com/jotter.html>>.
- Fisher Space Pen n.d., ultimo accesso 08/06/2012. <<http://www.thewritersedge.com/fisher.astronaut.cfm>>.
- GenitronSviluppo, 2009, *Pitture e Colori naturali: La Differenza di Spring Color*, Genitronsviluppo, ultimo accesso 15/05/2012, <<http://www.genitronsviluppo.com/2009/11/27/pitture-colori-naturali-spring-color/>>.
- Gorss, J. 2010, *High Performance Carbon Fibers "The full history of carbon fibers has yet to be written:the industry is barely out of its infancy:a concurrent development"*, ACS Chemistry for Life, ultimo accesso 01/04/2012, <[http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=PP\\_ARTICLEMAIN&node\\_id=928&content\\_id=CTP\\_004458&use\\_sec=true&sec\\_url\\_var=region1&\\_\\_uuid=a60d108f-bbc3-4c83-a883-ef5887aa1e21](http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_ARTICLEMAIN&node_id=928&content_id=CTP_004458&use_sec=true&sec_url_var=region1&__uuid=a60d108f-bbc3-4c83-a883-ef5887aa1e21)>.
- Greene, J. 2001, *Classes of Polymeric Materials Elastomers*, CSU, CHICO, ultimo accesso 20/01/2012, <[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:90Oahqx028IJ:www.csuchico.edu/~jgreene/m246/m246\\_intro-elast.ppt+Classes+of+Polymeric+Materials+Elastomers+...](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:90Oahqx028IJ:www.csuchico.edu/~jgreene/m246/m246_intro-elast.ppt+Classes+of+Polymeric+Materials+Elastomers+...)>.
- Kamakura Pen Articles 2005, *From the Boston Globe, 6 September 1908, Minister Invented The Fountain Pen*, ultimo accesso 26/06/2012, <<http://www.kamakurapens.com/Archive/PrinceProteanPen.html>>.
- Kempro Kimyasal Maddeler Ve Diş Ticaret Limited, ultimo accesso 20/09/2010. <[http://ei6848.howtrade.com/tpl\\_myhome\\_main.html](http://ei6848.howtrade.com/tpl_myhome_main.html)>.

- Kim, K.S. (a), Lee, K.I.(b), Kim, H.Y.(a), Yoon, S.W.(c) Hong, S.H.(a) 2005, *Dynamic Mechanical Properties of Particle-Reinforced EPDM Composites*,  
 a)Department of Materials Science and Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Yuseong-Gu, Kusung-Dong 373-1, Daejeon 305-701, Republic of Korea  
 b)Department of Physics, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Republic of Korea  
 c)Department of Physics, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Republic of Korea, Science Direct, ultimo accesso 10/02/2011,  
 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X07000212>>.
- Kuiseko, R. 1988, *Brush writing: calligraphy techniques for Beginners*, Broche, Japan, Google books, pp. 6-15, ultimo accesso 08/10/2010,  
 <<http://books.google.it/books?id=Ireim61Oy58C&printsec=frontcover&dq=Brush+writing:....>>.
- Lo Scalzo, E. 2009, *Polistirene: una panoramica storica percorsa in velocità*, Plast, ultimo accesso 16/07/2010.  
 <<http://www.europass.parma.it/page.asp?IDCategoria=553&IDSezione=0&ID=330579>>.
- Lutterotti, L. 2005, *Laminazione; Lavorazione Lamiera II*, Tecnologie e sistemi di Lavorazione, UniTn, ultimo accesso 16/02/2011.  
 <<http://www.pdfdownload.org/pdf2html/pdf2html.php?url=http%3A%2F%2Fwww.ing.unitn.it%2F~luttero%2FTecnologieSistemiLavorazione%2FLaminazione.pdf&images=yes>>.
- Sanchez, M.L.G. 2008, *La exposición El Libro Antiguo Oriental (22 de abril-8 de mayo de 2008)*, Revista General de Información y Documentación, pp. 411-420, ultimo accesso 03/11/2010.  
 <<http://www.ucm.es/BUCM/revistas/byd/11321873/articulos/RGID0808110411A.PDF>>.
- Naik, NK. 2004, *Mechanical and Physico-Chemical Properties of Bambus carried out by Aerospace Engineering Department*, Indian Institute of Technology, Bambootech, ultimo accesso 20/04/2012.  
 <[http://www.google.it/url?sa=t&crct=j&q=mechanical%2...>](http://www.google.it/url?sa=t&crct=j&q=mechanical%2...).
- Okamoto, N. 1995, *Japanese Ink Painting: The Art of Sumi-E*, Sterling Pub Co Inc, China, Google books, pp. 8-15, ultimo accesso 10/11/2010.  
 <[http://books.google.it/books?id=QwajLqhDzCIC&printsec=frontcover&dq=Japanese+Ink+...>](http://books.google.it/books?id=QwajLqhDzCIC&printsec=frontcover&dq=Japanese+Ink+...).
- Park, J., Char, K. & Park, C.W. 1999, *A study on the miscibility of selected blends of methyl methacrylate-benzyl methacrylate copolymers*, Division of Chemical Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea 151-742, and Department of Chemical Engineering, University of Florida, Gainesville, Florida 32611, Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 38, no. 12, pp. 4675-4681. American Chemical Society, ACS Publications I&EC research, ultimo accesso 08/02/2011.  
 <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie9903083>>.
- Pastori, E. 1998, *Carbonio senza giuntura*, Cycling, ultimo accesso 12/02/2010.  
 <[http://bicicletta.cycling.it/bicicletta\\_art.asp?idrub=4&idart=512&ct\\_hp=B](http://bicicletta.cycling.it/bicicletta_art.asp?idrub=4&idart=512&ct_hp=B)>.
- Pennestilografiche n.d., *La scrittura nella storia la storia della scrittura*, ultimo accesso 25/10/2010.  
 <<http://www.pennestilografiche.org/pennino.asp>>.
- Plastics Historical Society n.d., ultimo accesso 05/01/2012.  
 <<http://www.plastiquarian.com/index.php>>.
- Polimerica 2011, *EPDM da rinnovabili*, ultimo accesso 16/02/2012  
 <<http://www.polimerica.it/index.php/home/archivio/3-materie%20prime/9500-epdm-da-rinnovabili>>.

- Raghavendra, R., Atul D.H., Kamath, M.G., (Kannadaguli, M. & Rong, H.) 2009, *Carbon Fiber*, ultimo accesso 16/02/2011, <<http://web.utk.edu/~mse/Textiles/CARBON%20FIBERS.htm>>.
- Samsonov, G. V. & Obolonchik V. A 1886, *Frederic Henri Moissan, on the 120th anniversary of his birth*, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, ultimo accesso 16/03/2011, <<http://www.springerlink.com/content/r265r782hm5130l3/>>.
- Scientific Polymer Products*, n.d., ultimo accesso 16/09/2011, <<http://www.scientificpolymer.com/index.asp>>.
- Semiti* n.d., Enciclopedia on line, ultimo accesso 26/06/2012, <<http://www.treccani.it/enciclopedia/semiti/>>.
- Tamas-Tarr, M. 2003, *L'eco & Riflessioni ossia Forum Auctoris - 10 Giugno 1943:60 Anni Fa Nasce La Biro*, Osservatorio Letterario Ferrara e l'Altrove, ultimo accesso 15/03/2012, <<http://digilander.libero.it/rivistaletteraria/eco33-34.htm>>.
- The Airbrush Museum*, ultimo accesso 15/02/2012, <<http://www.airbrushmuseum.com/>>
- The Fountain Pen Network*, ultimo accesso 10/05/2012, <<http://www.fountainpennetwork.com>>.
- Thompson, K. M. 1997, *The Art and Technique of Sumi-e Japanese ink-painting*, Tuttle Publishing, Singapore, Google books, pp. 6-12, ultimo accesso 10/07/2011, <<http://books.google.it/books?id=7UrdBRY9mRkC&printsec=frontcover&dq=...>>.
- Torelli, N. 2007, *Inchiostri storici e strumenti scrittori*, Ars-Litterae/Calligrafia, ultimo accesso 25/01/2010, <<http://www.arslitterae.altervista.org/inchiostro.html>>.
- Van Briessen, F. 1999, *The Way of the Brush: Painting Techniques of China and Japan*, Tuttle, Singapore, Google books, pp. 22-46, ultimo accesso 03/07/2011, <<http://books.google.it/books?id=QxNRm vB6m1gC&chl=it&sitesec=reviews>>.
- Waverly, J.S. & How Contributor.04/15/2009, *History of Papermate Pens*, eHow, ultimo accesso 04/05/2011, <[http://www.chow.com/facts\\_4912476\\_history-papermate-pens.html](http://www.chow.com/facts_4912476_history-papermate-pens.html)>.
- Xiaobo Li 2004, *Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing*, Thesis Master of Science, In The School of Renewable Natural Resources, Louisiana State University and Agriculture and Mechanical College, ultimo accesso 12/10/2010, <<https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:nYqCyr2hyiUJ:users.telenet.be/...>>.

## Elenco delle illustrazioni

- 23 A., B. ....  
Disegno a cura di A. Titone con riferimento a: Percossi, R. 1999, *Calligrafia*, 3a ed., Hoepli, Milano.
- 24 A. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Klara Friedrich, <[www.rovasirasforrai.hu](http://www.rovasirasforrai.hu)>.
- 24 B. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: <[http://www.kingsacademy.com/mhodes/IT\\_Western-Art/01\\_Prehistoric/01\\_Prehistoric.htm](http://www.kingsacademy.com/mhodes/IT_Western-Art/01_Prehistoric/01_Prehistoric.htm)>.
- 25 C. ....  
Per gentile concessione Schoyencollection (rif. MS4632). <[schoyencollection.com](http://schoyencollection.com)>.
- 26 A., B. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 29 A. ....  
Custodita al Museo Civico Archeologico di Bologna (inv. Eg 1823) foto per gentile concessione del Museo.
- 29 B. ....  
Bocchi, G. & Ceruti, M. 2002, *Origini della scrittura: genealogie di un' invenzione*, Mondadori, Milano.
- 29 C. ....  
Custodita al Museo Civico Archeologico di Bologna, foto eseguita da A. Titone, autorizzata dal Museo Civico Archeologico di Bologna.
- 30 A. ....  
Custodita al Museo Civico Archeologico di Bologna (inv. Eg 3136) foto per gentile concessione del Museo.
- 31 A. ....  
Gentile concessione Schoyencollection (rif. MS 2103/1-4), <[schoyencollection.com](http://schoyencollection.com)>.
- 32 B. ....  
Autore Pericles of Athens 2007, Licenza Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0, <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Western\\_Zhou\\_Gui\\_Vessel.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Western_Zhou_Gui_Vessel.jpg)>.
- 32 C. ....  
Gentile concessione John Sie Yuen Lee 2010, <<http://www.flickr.com/photos/johnsylee/5104370266/>>.
- 33 A. ....  
Wikimedia Commons 2007, Licenza Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic, <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMOC\\_Treasures\\_of\\_Ancient\\_China\\_exhibit\\_-\\_stone\\_slab\\_with\\_twelve\\_small\\_seal\\_characters.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMOC_Treasures_of_Ancient_China_exhibit_-_stone_slab_with_twelve_small_seal_characters.jpg)>.
- 33 B. ....  
Vincent Ramos 2004, Licenza Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0, <[http://it.wikipedia.org/wiki/File:Sinogrammes\\_style\\_scribes.png](http://it.wikipedia.org/wiki/File:Sinogrammes_style_scribes.png)>.
- 33 C., 34 D. ....  
Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 36 A. ....  
Disegno a cura di A. Titone con riferimento a: Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 36 B. ....  
Gentile concessione Kathryn Hemmann, <<http://www.flickr.com/photos/khemmann/4670586418/>>.
- 37 A. ....  
Disegno a cura di A. Titone con riferimento a: Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 38 A. ....  
Wikimedia Commons, Licenza Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0, <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phrase\\_sanskrit.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phrase_sanskrit.png)>.

- 39 B. ....  
Gentile concessione Schoyencollection  
rif. (MS 2174),  
<schoyencollection.com>.
- 39 C. ....  
Gentile concessione University of  
California, Copyright (C) 1998 by  
the Library, University of California,  
Berkeley. All rights reserved.,  
<[http://www.lib.berkeley.edu/  
SSEAL/AsiaExhibit/pali.gif](http://www.lib.berkeley.edu/SSEAL/AsiaExhibit/pali.gif)>.
- 40 A. ....  
Barbera, M. 2012, Materiali integrativi al  
corso di Didattica delle lingue moderne  
- Introduzione alla Linguistica Generale,  
Licenza Creative Commons,  
<[http://www.bmanuel.org/  
corling/corling\\_idx.html](http://www.bmanuel.org/corling/corling_idx.html)>.
- 41 B. ....  
Vadakkan 2005, Wikimedia Commons,  
Licenza Creative Commons ShareAlike  
1.0,  
<[http://commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Asokan\\_brahmi\\_pillar\\_edict.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Asokan_brahmi_pillar_edict.jpg)>.
- 41 C. ....  
Gentile concessione Susan Sayre  
Batton,  
<[http://cool.conservation-us.org/waac/  
wn/wn22/wn22-1/wn22-105.html](http://cool.conservation-us.org/waac/wn/wn22/wn22-1/wn22-105.html)>.
- 42 A. ....  
Degeefe 2005, artista Ism'îl Zühdü  
1604-1605, immagine di pubblico  
dominio,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/  
File:Caligrafia\\_arabe\\_pajaro.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Caligrafia_arabe_pajaro.jpg)>.
- 43 B. ....  
Disegno a cura di A. Titone con  
riferimento a: Valeri, V. 2001, *La  
scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 43 C. ....  
Valeri, V. 2001, *La scrittura: storia  
e modelli*, Carocci, Roma.
- 44 A. ....  
Gentile concessione Elisabeth Kvernen,  
<<http://calligraphyqalam.com>>.
- 44 B. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone  
con riferimento a: Khatibi, A. &  
Sijelmassi, M. 1995, *L' arte calligrafica  
dell'Islam*, Vallardi, Milano.
- 45 C. ....  
Grenavitar 2006, Wikimedia  
Commons, immagine di pubblico  
dominio,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/  
File:Maghribi\\_script\\_sura\\_5.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Maghribi_script_sura_5.jpg)>.
- 46 A., B., C. ....  
Gentile concessione Elisabeth Kvernen,  
<<http://calligraphyqalam.com>>.
- 47 A. ....  
Disegno a cura di A. Titone con  
riferimento a: Valeri, V. 2001, *La  
scrittura: storia e modelli*, Carocci, Roma.
- 48 A. ....  
Barbera, M. 2012, Materiali integrativi al  
corso di Didattica delle lingue moderne  
- Introduzione alla Linguistica Generale,  
Licenza Creative Commons,  
<[http://www.bmanuel.org/  
corling/corling1-0.html](http://www.bmanuel.org/corling/corling1-0.html)>.
- 49 B. ....  
Gentile concessione Carl Rasmussen,  
<[http://www.holylandphotos.  
org/browse.asp?s=1,4,11,28,1  
35&img=GSPLOM14](http://www.holylandphotos.org/browse.asp?s=1,4,11,28,135&img=GSPLOM14)>.
- 49 C. ....  
P. Mich, inv. 4529, Creative Commons  
Attribution 3.0,  
<[http://quod.lib.umich.edu/a/apis/x-  
2222/4529P2.TIF?lasttype=boolean;  
lastview=thumbnail;med=1;resnum  
=6;size=20;start=1;subview=detail;v  
iew=entry;rgn1=apis\\_all;q1=wax](http://quod.lib.umich.edu/a/apis/x-2222/4529P2.TIF?lasttype=boolean;lastview=thumbnail;med=1;resnum=6;size=20;start=1;subview=detail;view=entry;rgn1=apis_all;q1=wax)>.
- 50 A. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con  
riferimento a: Guida, L. 2004, *Storia  
della scrittura: dai primordi ai giorni  
nostri*, Emilogos, Riva Presso Chieri.

- 50 B. ....  
Wolfgang Sauber fotografo, Licenza Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0, <[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grabstein\\_einer\\_Frau\\_mit\\_Dienerin.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grabstein_einer_Frau_mit_Dienerin.jpg)>.
- 51 A., B. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Meier, H.E. 1994, *Die Schriftentwicklung*, Syntax-Press, Cham.
- 51 C., D. ....  
Zapf, H. 1991, *L'opera di Hermann Zapf: dalla calligrafia alla fotocomposizione*, Valdonega, Verona.
- 52 A. ....  
Wikimedia commons, immagine di pubblico dominio, <<http://it.wikipedia.org/wiki/File:Permennter-1568.png>>.
- 53 B. ....  
Gentile concessione Elena Girlinblack foto E. Berges, <<http://www.flickr.com/photos/girlinblack/883320390/>>.
- 53 C. ....  
Gentile concessione Schoyencollection rif. (ms1987\_12-04-14-03), <<http://www.schoyencollection.com>>.
- 54 A. ....  
Gentile concessione Gabriel Vandervort, <<http://www.ancientresource.com/contact.htm>>.
- 56 A. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Guida, L. 2004, *Storia della scrittura: dai primordi ai giorni nostri*, Emilogos, Riva Presso Chieri.
- 57 B., 58 A. ....  
Rainero, E. 1992, *Stilo grafica: il linguaggio della scrittura*, Studio Enrico Rainero, Firenze, p. 21.
- 60 A. ....  
Bion, N. 1725, *Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique*, M. Brunet, p. 72, Google books, <[http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=plume&f=false](http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=plume&f=false)>.
- 61 B. ....  
Diderot, D. & d'Alembert, J.L.R. 1751, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Briasson, Parigi.
- 61 C. ....  
Bion, N. 1725, *Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique*, M. Brunet, Google books, <[http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.it/books?id=yQVbAAAAQAAJ&printsec=frontcover&hl=it&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>.
- 62 A. ....  
Gentile concessione Liz Dg, <<http://www.flickr.com/photos/45569816@N07/4651635575/>>.
- 62 B. ....  
Foto di A. Titone, 2011.
- 63 C., D. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Rainero, E. 1992, *Stilo grafica: il linguaggio della scrittura*, Studio Enrico Rainero, Firenze.
- 64 A., B. ....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 65 C. ....  
Disegno di A. Titone con riferimento a: Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 65 D. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Clark, J. M. 2002, *Stilografiche*, Fabbri, collana Passione collezionismo, Perugia.

- 66 A. ....  
Gentile concessione Catherine Whiteman,  
<<http://hans.presto.tripod.com/vinador4.html>>.
- 67 B. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone tratta da: Clark, J. M. 2002, *Stilografiche*, Fabbri, collana Passione collezionismo, Perugia.
- 68 A., 69 B. ....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 70 A. ....  
Foto di A. Titone, 2011.
- 70 B. ....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 71 C., D. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Kamakura Pen Articles 2005, *From the Boston Globe, 6 September 1908, Minister Invented The Fountain Pen*, ultimo accesso 26/06/2012.  
<<http://www.kamakurapens.com/PrinceProteanPen>>.
- 72 A., B. ....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 72 C. ....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Rainero, E. 1992, *Stilo grafica: il linguaggio della scrittura*, Studio Enrico Rainero, Firenze.
- 73 D. ....  
*BLAM 2001, F. Soenneken Schreibwaren Schreibmbel-Fabrik 2001, Writing implements and writing furniture factory*, Bonn – Berlin – Leipzig,  
<<http://hans.presto.tripod.com/vinado6.html>>.
- 75 A. ....  
Wikimedia commons, immagine di pubblico dominio,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lewis\\_Edson\\_Waterman.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lewis_Edson_Waterman.jpg)>.
- 76 A. ....  
Google Patent,  
<[http://www.google.com/patents?id=CU1gAAAAEBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Waterman,+L.E.,+N.293545&source=bl&ots=b-IoBdV-Fr&sig=tjQXXgI-jPQj7Wl9DrLNk\\_j73zI&hl=it&sa=X&ei=kMoUPi6J8j34QT1\\_oHwCg&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/patents?id=CU1gAAAAEBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Waterman,+L.E.,+N.293545&source=bl&ots=b-IoBdV-Fr&sig=tjQXXgI-jPQj7Wl9DrLNk_j73zI&hl=it&sa=X&ei=kMoUPi6J8j34QT1_oHwCg&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)>.
- 76 B. ....  
Ford company 1913, Wikimedia Commons, immagine di pubblico dominio,  
<<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:A-liner1913.jpg>>.
- 77 C. ....  
Gentile concessione Toaster Pastry  
<[http://www.fountainpennetwork.com/forum/index.php?topic/210819-watermans-tropic-green/page\\_\\_p\\_\\_2195332\\_\\_hl\\_\\_%2Bwaterman+%2Bbuilding\\_\\_fromsearch\\_\\_1#entry2195332](http://www.fountainpennetwork.com/forum/index.php?topic/210819-watermans-tropic-green/page__p__2195332__hl__%2Bwaterman+%2Bbuilding__fromsearch__1#entry2195332)>.
- 77 D. ....  
Google Patent,  
<[http://www.google.com/patents?id=DGo\\_AAAAEBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Peck,+E.G.+%26+O%E2%80%99Meara,+F.&source=bl&ots=vrtUhjKA-&sig=oI6WeSLC9Q6KHVRMjiNezD-IXGQ&hl=it&sa=X&ei=z-8oUPfZE8Kh4gSky4HgAg&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=Peck%2C%20E.G.%20%26%20O%E2%80%99Meara%2C%20F.&f=false](http://www.google.com/patents?id=DGo_AAAAEBAJ&pg=PA1&lpg=PA1&dq=Peck,+E.G.+%26+O%E2%80%99Meara,+F.&source=bl&ots=vrtUhjKA-&sig=oI6WeSLC9Q6KHVRMjiNezD-IXGQ&hl=it&sa=X&ei=z-8oUPfZE8Kh4gSky4HgAg&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=Peck%2C%20E.G.%20%26%20O%E2%80%99Meara%2C%20F.&f=false)>.
- 77 E. ....  
Gentile concessione estilograficas,  
<<http://www.estilograficas.net/waterman-lady-patricia-turquoise/>>.



- 78 A.....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 78 B.....  
Gentile concessione Rabiatul Adawiyah, <<http://rabiatuladawiyah.com/2012/06/relovusi-terkini-pen-parker/>>.
- 79 C.....  
Google Patent, <[http://www.google.it/patents?id=S61vAAAAEBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Parker+n.+416944&source=bl&ots=hG9tR9jvUo&sig=YIVSI9TSkBOeCI3qj\\_yv1HwARA&hl=it&sa=X&ei=goY3UOOVA6nE4gS9m4GQDA&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Parker%20n.%20416944&f=false](http://www.google.it/patents?id=S61vAAAAEBAJ&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Parker+n.+416944&source=bl&ots=hG9tR9jvUo&sig=YIVSI9TSkBOeCI3qj_yv1HwARA&hl=it&sa=X&ei=goY3UOOVA6nE4gS9m4GQDA&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=Parker%20n.%20416944&f=false)>.
- 80 A.....  
Gentile concessione ©CAS1996.de Thomas Junge, da Pens & Pencils, <[http://www.cas1996.de/\\_img/\\_pens/127.jpg](http://www.cas1996.de/_img/_pens/127.jpg)>.
- 80 B.....  
Gentile concessione Robert and Rita da fivestarspen, <<http://www.fivestarpens.com/conklin.html>>
- 81 C.....  
Gentile concessione sheaffertarga.com, <<http://www.sheaffertarga.com/Sheaffer%20History/History%20of%20sheaffer.html>>.
- 82 A.....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 82 B.....  
Gentile concessione estilograficas, <<http://www.estilograficas.net/waterman-glass-cartridge-fill-black/>>.
- 82 C.....  
Immagine di pubblico dominio, <[http://www.google.it/patents?id=KrwuAAAAEBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=parker+n.+622256&source=bl&ots=TeTq1QTItU&sig=8izWFqKsGPq32d8I\\_trzoDp2mhI&hl=it&sa=X&ei=Hpc3UKybNqiL4gTZq1CwAg&sqi=2&pjf=1&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=parker%20n.%20622256&f=false](http://www.google.it/imgres?imgurl=http://www.zam.it/images/11243/1.jpg&imgrefurl=http://www.zam.it/biografia_Laszlo_Moholy-Nagy&h=347&cw=240&sz=22&tbnid=CwIWVD255q7HQM:&tbnh=101&tbnw=70&zoom=1&cusg=__iZ50JvcpjWZCTjgJED7xoDlrceA=&hl=it&sa=X&ei=p-JAUNu8Ku_14QTg4oC4AQ&ved=0CD4Q9QEwBA&dur=237)>.
- 83 D.....  
Gentile concessione gpaolo FPN, <<http://forum.fountainpen.it/viewtopic.php?f=12&t=26>>.
- 84 A.....  
Gentile concessione Robert and Rita, <<http://www.fivestarpens.com/parker-51.html>>.
- 84 B.....  
Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Rainero, E. 1992, *Stilo grafica: il linguaggio della scrittura*, Studio Enrico Rainero, Firenze.
- 85 C.....  
Gentile concessione estilograficas, <<http://www.estilograficas.net/parker-lucky-curve-24-12-button-filler/>>.
- 85 D.....  
Google Patent, <[http://www.google.it/patents?id=KrwuAAAAEBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=parker+n.+622256&source=bl&ots=TeTq1QTItU&sig=8izWFqKsGPq32d8I\\_trzoDp2mhI&hl=it&sa=X&ei=Hpc3UKybNqiL4gTZq1CwAg&sqi=2&pjf=1&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=parker%20n.%20622256&f=false](http://www.google.it/patents?id=KrwuAAAAEBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=parker+n.+622256&source=bl&ots=TeTq1QTItU&sig=8izWFqKsGPq32d8I_trzoDp2mhI&hl=it&sa=X&ei=Hpc3UKybNqiL4gTZq1CwAg&sqi=2&pjf=1&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=parker%20n.%20622256&f=false)>.
- 86 A.....  
Gentile concessione ©CAS1996.de Thomas Junge, da Pens & Pencils, <[http://www.cas1996.de/\\_img/\\_pens/78.jpg](http://www.cas1996.de/_img/_pens/78.jpg)>.
- 86 B.....  
Gentile concessione Christof Zollinger autore della foto, <<http://www.flickr.com/photos/30169694@No8/6789201839/in/photostream>>.

- 87 C.....  
Gentile concessione Christof Zollinger  
autore della foto,  
<[http://farm9.staticflickr.com/8299/7829852608\\_634dd5156e\\_k.jpg](http://farm9.staticflickr.com/8299/7829852608_634dd5156e_k.jpg)>.
- 87 D.....  
Gentile concessione Simone Piccardi,  
licenza GFDL,  
<[http://www.stilografica.it/Approfondimenti/Pelikan\\_100\\_\\_\\_29.htm](http://www.stilografica.it/Approfondimenti/Pelikan_100___29.htm)> <<http://www.fountainpen.it/File:1952-Pelikan-400.jpg>>.
- 87 E.....  
Gentile concessione Pelikan.
- 88 A.....  
Gentile concessione Scotty Offman,  
<<http://www.flickr.com/photos/scottyhoffo/3263732473/>>.
- 89 B.....  
Gentile concessione estilograficas,  
rielaborazione grafica di A. Titone,  
<<http://www.estilograficas.net/wahl-eversharp-doric/>>.
- 90 A.....  
Gentile concessione estilograficas,  
rielaborazione grafica di A. Titone,  
<<http://www.estilograficas.net/aurora-etiofia/>>
- 90 B.....  
Gentile concessione Aurora.
- 91 C.....  
Foto Giampaolo, rielaborazione grafica  
di A. Titone,  
<<http://www.fountainpen.it/File:88P-Posted.jpg>>.
- 91 D.....  
Gentile concessione di Giuseppe  
Gagliano,  
<<http://www.fountainpennetwork.com/forum/index.php?>>.
- 92 A., B.....  
Gentile concessione Aurora.
- 93 C.....  
Gentile concessione Montegrappa 1912.
- 93 D.....  
Gentile concessione OMAS.
- 94 A.....  
Foto Simone Piccardi Licenza GFDL,  
<<http://www.fountainpen.it/File:Omas-PennaDelDottore-Capped.jpg>>.
- 96 A.....  
Courtesy the website Invention-  
Protection.com - of the US intellectual  
property law firm of Gallagher &  
Dawsey Co. LPA.  
<[http://www.invention-protection.com/ip/inventor\\_resources/interesting\\_patents.html](http://www.invention-protection.com/ip/inventor_resources/interesting_patents.html)>.
- 97 B.....  
<<http://www.achaikin.com/penmix.html>>.
- 97 C.....  
Castruccio, E. 1992, *La penna. Storia, tecnica, collezionismo*, Idea Libri, Santarcangelo di Romagna.
- 98 A.....  
Google Patent.  
<<http://www.google.com/patents/US2390636?hl=it&dq=L.J.Biro+1945&ei=Vcc8UMj0OZL44QTx7YHQAQ>>.
- 99 B.....  
Gentile concessione David Fox,  
<<http://www.penlibrary.com/asp/pens.asp?action=search&brand=Parker&model=Jotter>>.
- 100 A.....  
Autore Cpg 100, licenza Creative  
Commons Attribution-Share Alike 3.0  
Unported,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/File:AG-7\\_Space\\_Pen.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:AG-7_Space_Pen.JPG)>.
- 101 B.....  
Courtesy of the website, Invention-  
Protection.com - of the US intellectual  
property law firm of Gallagher &  
Dawsey Co. LPA  
<<http://invention-protection.com/>>.
- 102 A.....  
Immagine di pubblico dominio,  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Sidney\\_](http://en.wikipedia.org/wiki/Sidney_)>.

- 103 B. ....  
 Google Patent,  
 <[http://www.google.com/patents?id=kmpSAAAAEBAJ&pg=PA1&lpq=PA1&dq=D.+Mackinnon+N.+174965&source=bl&ots=wBPHBOGO-h&sig=yw5MC9BYizUpruD4WjYc5I\\_GH3s&hl=it&sa=X&ei=zdk8UOrXAomI4gTHwIDoAg&sqi=2&pjif=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=D.%20Mackinnon%20N.%20174965&f=false](http://www.google.com/patents?id=kmpSAAAAEBAJ&pg=PA1&lpq=PA1&dq=D.+Mackinnon+N.+174965&source=bl&ots=wBPHBOGO-h&sig=yw5MC9BYizUpruD4WjYc5I_GH3s&hl=it&sa=X&ei=zdk8UOrXAomI4gTHwIDoAg&sqi=2&pjif=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=D.%20Mackinnon%20N.%20174965&f=false)>.
- 103 C. ....  
 Google Patent,  
 <[http://www.google.com/patents/US191798?printsec=drawing&hl=it&dq=T.+CROSS+N.+191798&ei=A9o8UKqtB\\_H54QTv14DwDA#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com/patents/US191798?printsec=drawing&hl=it&dq=T.+CROSS+N.+191798&ei=A9o8UKqtB_H54QTv14DwDA#v=onepage&q&f=false)>.
- 104 A. ....  
 Google Patent,  
 <[http://www.google.com/patents?id=ZVNNAAAAEBAJ&pg=PA1&lpq=PA1&dq=J.+Holland+N.+211575&source=bl&ots=A8z-mtSttV&sig=iXXc2fTk\\_xnEUPX\\_SL6HElRSsuY&hl=it&sa=X&ei=Sto8UKbZEuja4QTU24CwBQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=J.%20Holland%20N.%20211575&f=false](http://www.google.com/patents?id=ZVNNAAAAEBAJ&pg=PA1&lpq=PA1&dq=J.+Holland+N.+211575&source=bl&ots=A8z-mtSttV&sig=iXXc2fTk_xnEUPX_SL6HElRSsuY&hl=it&sa=X&ei=Sto8UKbZEuja4QTU24CwBQ&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=J.%20Holland%20N.%20211575&f=false)>.
- 105 B., C., D. ....  
 Gentile concessione Jeff L from FPN,  
 <<http://www.fountainpennnetwork.com/forum/index.php?app=members&module=messaging&section=view&do=showConversation&topicID=118152>>.
- 105 E. ....  
 Rielaborazione grafica di A. Titone con riferimento a: Clark J. M. 2002, *Stilografiche*, Fabbri, collana Passione collezionismo, Perugia.
- 106 A. ....  
 Autore MYU, licenza GFDL,  
 <[http://www.fountainpennnetwork.com/forum/index.php?topic/30724-rottring-tintenkuli-stylographs/page\\_\\_p\\_\\_282975\\_\\_hl\\_\\_%2B+%2Btik+%2Bkuli+%2B\\_\\_fromsearch\\_\\_1#entry282975](http://www.fountainpennnetwork.com/forum/index.php?topic/30724-rottring-tintenkuli-stylographs/page__p__282975__hl__%2B+%2Btik+%2Bkuli+%2B__fromsearch__1#entry282975)>.
- 106 B., 107 C. ....  
 Gentile concessione di Jan Schubert,  
 <[http://www.ebay.it/sch/berlin-collectible/m.html?\\_nkw=&\\_armrs=1&\\_from=&\\_ipg=25&\\_trksid=p3686](http://www.ebay.it/sch/berlin-collectible/m.html?_nkw=&_armrs=1&_from=&_ipg=25&_trksid=p3686)>.
- 108 A. ....  
 Gentile concessione Koh-I-Noor Italia S.p.A. 2013, disegno riprodotto sul foglio interno alla confezione dell'oggetto.
- 108 B. ....  
 Gentile concessione Dennis B. Smith, modello digitale 3d di Barry Jones,  
 <[http://leadholder.com/art-barry\\_jones-bio.html](http://leadholder.com/art-barry_jones-bio.html)>.
- 109 A., 112 .....  
 Gentile concessione Luca Meneghel, 2011.
- 115 A. ....  
 Gentile concessione estilograficas,  
 <<http://www.estilograficas.net/sailor-susutake/>>.
- 116, 120 .....  
 Gentile concessione Curzio Castellan, 2011.
- 118 A. ....  
 Johnston, E. 1995, *Writing & illuminating & lettering*, Dover Publications, Mineola.
- 127 A., B. ....  
 Stefano Rossi, 2011.
128. ....  
 Gentile concessione Luca Meneghel 2011.
- 131, 132 A., 133 B., C., D.; 134 A., 135 B., C. ....  
 Gentile concessione, Ross De Salvo, Design Group, Italia.
- 136, 140, 144, 148, 150, 152, 156, 160, 164, 168, 172, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194. ....  
 Gentile concessione Luca Meneghel, 2011.
- 196 .....  
 Gentile concessione Visconti.

250, 254, 256, 260, 262, 264, 266, 270, 272, 276, 280.....	Disegno di A. Titone, 2011, con riferimento ai testi: 1) Saechtling, H. 2006, <i>Manuale delle materie plastiche</i> , 9a ed., Tecniche nuove, Milano. 2) Thompson, R. 2010, <i>Manufacturing processes for design professionals</i> , Thames & Hudson, New York. 3) Wulforth, B. 2001, <i>Processi di lavorazione dei prodotti tessili</i> , Tecniche nuove, Milano. 4) Zompi, A. 2003, <i>Tecnologia meccanica: lavorazioni ad asportazione di truciolo</i> , UTET Libreria, Torino.
286.....	Disegno di A. Titone 2011, riferimento al testo: Rossi, S. 2008, <i>I rivestimenti: la pelle del design</i> , Alinea, Firenze.
290, 294, 296, 301, 303, 305, 309 . . . . .	Disegno di A. Titone, 2011.
302, 306, 310, 311, 312, 313, 315, 316, 317, 318, 319, 321, 322, 323 A. ....	Stefano Rossi, 2011.





## Note biografiche

Alessandro Titone nasce a Mazara del Vallo in Sicilia nel 1972, si laurea in architettura nel 1999 e consegue il titolo di specializzazione in disegno industriale nel 2002. Lavora come architetto, designer ed art director, vince alcune competizioni internazionali di product design e partecipa con propri progetti ad importanti esibizioni ed eventi in Italia e all'estero. Curioso e studioso in diversi campi, energia, arte, tecnologie; approfondisce in particolare le questioni relative al design di prodotto con esperienze professionali e accademiche. Dal 2009 al 2011 è ricercatore RTD presso la Facoltà di Design e Arti della Libera Università di Bolzano, dove approfondisce i temi relativi ai materiali ed ai processi di produzione ed attiva il primo centro interdisciplinare sul product design in Italia.

