

La rispondenza dell'oggetto prodotto al suo progetto

Il requisito principale di un lavoro "ben fatto" è quello di avere la forma e le dimensioni previste dal progetto: se così non fosse, la vite di un bullone non si adatterebbe al suo dado (fig. 1), la portiera di un'automobile non si integrerebbe con il resto della carrozzeria e così via.

Per ottenere un prodotto ben fatto è dunque necessario che la progettazione e la costruzione siano concepite come fasi di un **processo continuo** durante il quale ogni scelta deve avere di mira il risultato che si vuole ottenere e deve integrarsi perfettamente con le esigenze costruttive.

Vite e dado

Elementi costituenti un sistema di serraggio, detto bullone, realizzato tramite filettatura.

PER SAPERNE DI PIÙ

Gli errori di lavorazione e di misura

La rispondenza tra le dimensioni previste dal progetto e quelle effettive del pezzo lavorato è in realtà soltanto teorica, perché nella pratica occorre fare i conti con due ostacoli insormontabili:

1. anche l'uso più attento della macchina più precisa comporta pur sempre qualche differenza rispetto alle dimensioni teoriche (**errori di lavorazione**);
2. nessuna operazione di misura, per quanto accurata essa sia, è immune da errore (**errori di misura**).

Queste riflessioni sono la base di altre considerazioni che qui sintetizziamo solo e che saranno trattate più diffusamente in seguito.

- Ogni progetto stabilisce entro quali **limiti di tolleranza** le dimensioni del pezzo lavorato possono discostarsi da quelle previste dal progetto: quanto minori sono i limiti di tolleranza ammessi, tanto maggiore deve essere la **precisione** della lavorazione.
- Ogni lavoro richiede operazioni di **controllo dimensionale** per verificarne la rispondenza con le dimensioni del progetto.
- Ogni tipo di misura richiede l'impiego di strumenti e criteri di misura appropriati.
- Tutte le misure devono riferirsi a un **sistema di misura** universalmente riconosciuto.
- Il concetto di **misura esatta** è puramente astratto: nella pratica nessuna operazione di misura, per accurata che sia, può essere considerata perfettamente coincidente con le dimensioni reali dell'oggetto misurato. Tutto ciò è studiato da quella che viene chiamata la **teoria degli errori** (5.17).

Un esempio: il fermavetro

In questo e nei volumi di disegno seguiremo passo dopo passo il percorso che conduce dall'idea al prodotto finito attraverso l'esame di un **fermavetro** (5.38) (fig. 2), che è un oggetto conformato in modo da consentire l'unione di una lastra di vetro a un sostegno, impiegato nella costruzione, ad esempio, del parapetto di un soppalco o di una scala interna.

Senza addentrarci nei complessi problemi che precedono e accompagnano la produzione di questo come di qualsiasi altro oggetto, per semplice che esso sia, possiamo osservare sin d'ora che il fermavetro non dovrà solo essere in grado di resistere per un tempo indeterminato a varie sollecitazioni, come quelle dovute al peso del vetro che deve sopportare, ad eventuali urti o spinte e così via, ma dovrà anche essere esteticamente gradevole e dovrà mantenere il più a lungo possibile inalterato nel tempo il suo aspetto. Dovrà infine consentire l'agevole montaggio e smontaggio dei vetri e avere un costo per quanto possibile contenuto.



1 I bulloni sono composti da vite e dado.



La verifica delle dimensioni del fermavetro

Un esempio: il fermavetro

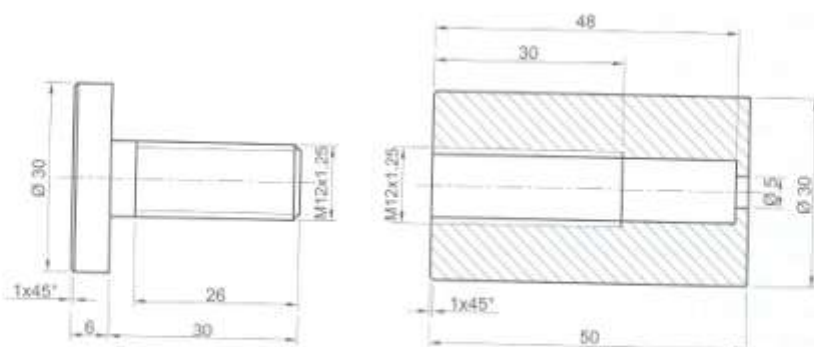
Ci proponiamo di verificare le dimensioni del fermavetro del quale abbiamo deciso di seguire il processo costruttivo [1]. In questo caso ci troviamo di fronte a un oggetto metallico costituito da due elementi destinati a essere uniti tra di loro mediante avvitatura.

Le principali misure che occorre verificare sono dunque quelle riguardanti i diametri, le lunghezze, le profondità, nonché la perpendicolarità dei piani.

La particolare natura dell'accoppiamento (fermavetro-cristallo) non richiede un'approssimazione che vada oltre al decimo di millimetro: gli strumenti necessari per la misurazione sono dunque il calibro a corsoio ventesimale [1.8.4] e una squadra fissa per verificare la perpendicolarità dei piani.

Ulteriori osservazioni che è opportuno aver presenti anche se esulano dalla verifica dimensionale del fermavetro sono le seguenti:

1. la vite del fermavetro dovrà essere introdotta in un foro praticato nel vetro, il cui diametro dovrà essere leggermente maggiore di quello della vite;
2. il contatto tra il fermavetro e il vetro avviene, di solito, attraverso guarnizioni adatte ad assorbire le sollecitazioni meccaniche tra vetro e fermavetro, garantendo il necessario grado di stabilità del sistema ed evitando i danni che potrebbero verificarsi se il fermavetro fosse avvitato direttamente contro il vetro.



1 Disegno dei particolari del fermavetro.



2 Gli elementi che costituiscono il fermavetro sono la vite, il cilindro filettato e la guarnizione.



3 Misura del diametro del filetto della vite: i becchi del calibro devono essere ben appoggiati paralleli all'asse della vite, posizionati sul diametro e non su una corda. Il controllo della filettatura si può eseguire anche con calibri (penni) filettati campione.



4 Misura del diametro interno del cilindro.



6 Misura della profondità della filettatura interna del cilindro tramite l'astina di profondità. Anche in questo caso è importante che l'astina sia ben aderente al filetto interno del cilindro.



5 Misura dell'altezza del gambo della vite effettuata utilizzando l'astina di profondità del calibro. Durante questa operazione occorre che l'astina sia tenuta ben aderente al filetto, in modo da risultare perfettamente perpendicolare al piano. Tale misura può anche essere ricavata per differenza, misurando la lunghezza totale del pezzo e lo spessore della testa.



7 Controllo della perpendicolarità tra la base del cilindro e la superficie laterale, tramite una squadra posta in verticale appoggiata al pezzo. È necessario che la superficie di riscontro sia perfettamente piana.

Le proprietà del materiale per il fermavetro

Perché il **fermavetro**, così come ogni altro prodotto industriale, risponda ai requisiti richiesti, occorre, prima di tutto, che esso sia realizzato con materiali dotati di appropriate caratteristiche.

La scelta di un materiale non dipende però soltanto dalle sue proprietà fondamentali (chimiche, fisiche, meccaniche e tecnologiche), ma è la risultante di considerazioni più complesse, che tengono conto di molti altri fattori, quali il costo che deve avere il prodotto finito, la sua durata nel tempo, a sua volta correlata alle condizioni ambientali nelle quali se ne prevede l'impiego, e così via.

Proprietà chimiche

Poiché si presume che il fermavetro possa essere utilizzato anche in ambiente esterno, i suoi materiali devono essere in grado di mantenere l'aspetto esterno inalterato nel tempo, senza che appaiano incrostazioni o variazioni di colore, anche in presenza di fattori ossidanti e di inquinamento atmosferico, nonché di attacchi dovuti agli agenti chimici contenuti nei detersivi.

Proprietà fisiche

Il fermavetro non deve necessariamente essere realizzato con materiali particolarmente leggeri e non è neppure necessario

che la dilatazione termica dei materiali sia molto contenuta per due ragioni: prima di tutto perché le variazioni dimensionali, che, come è noto dalla fisica, sono direttamente proporzionali alla lunghezza del corpo soggetto alle escursioni termiche, non possono raggiungere valori molto rilevanti su un oggetto di piccole dimensioni come il fermavetro e, in secondo luogo, perché durante il montaggio in opera viene predisposta una guarnizione di materiale elastico tra il supporto e il fermavetro che, tra le altre funzioni, ha anche quella di assorbire le diverse dilatazioni dei due materiali.

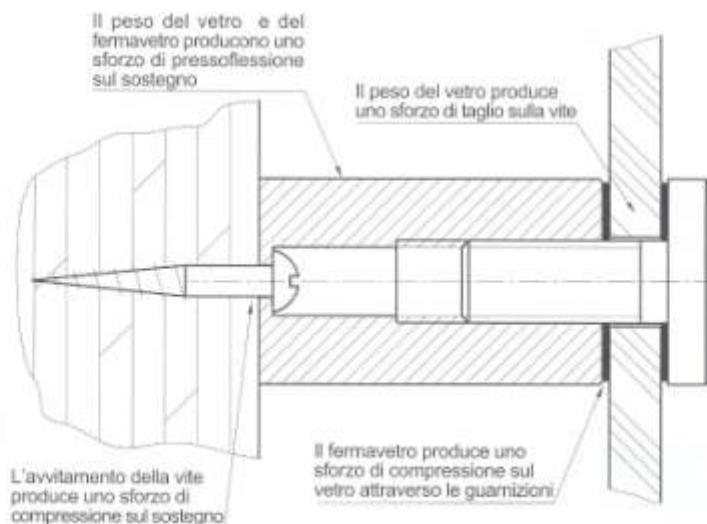
Proprietà meccaniche

Il fermavetro deve lavorare esclusivamente in condizioni statiche (cioè non si comporta come un organo in movimento come potrebbe essere la biella di un automezzo): non è dunque necessario che il materiale abbia una durezza particolarmente elevata né che abbia particolari doti di resistenza agli urti (resilienza), alla fatica e all'usura. Dovrà essere invece poco deformabile e in grado di sopportare le sollecitazioni alle quali è sottoposto, che saranno prevalentemente di tipo di taglio, di torsione e di trazione [fig. 1].

Proprietà tecnologiche

La materia prima dalla quale sarà ricavato il fermavetro è costituita da tondini metallici, lavorati al tornio, senza saldature, e sottoposti a trattamenti termici successivi.

Caratteristiche importanti del materiale sono perciò la duttilità (trafilabilità) e la buona truciolabilità, in modo da consentire agevolmente le lavorazioni per asportazione del filo.



2 Schema statico del fermavetro montato su un sostegno.

La scelta del materiale per il fermavetro

Nella precedente unità abbiamo esaminato le caratteristiche che deve avere il materiale per la produzione del fermavetro. Cerchiamo ora di identificare, tra i materiali trattati in questa unità, quello che meglio soddisfa quelle caratteristiche. Includiamo nell'indagine le materie plastiche, che verranno trattate nell'unità 8, ed escludiamo quelli palesemente inadatti al nostro scopo.

PROPRIETÀ CHIMICHE	MATERIALE	GIUDIZIO
Ricerca del materiale più idoneo dal punto di vista della resistenza all'ossidazione e alla corrosione	Ghisa	Richiede un trattamento superficiale (verniciatura)
	Acciaio	Richiede un trattamento superficiale (verniciatura o cromatura)
	Acciaio inox	Idoneo
	Leghe di alluminio	Idonee se adeguatamente anodizzate dopo la lavorazione
	Rame	Scartato perché soggetto a ossidazione: assume una colorazione verdastria
	Ottone	Scartato perché soggetto a ossidazione: assume una colorazione verdastria
	Bronzo	Scartato perché soggetto a ossidazione: assume una colorazione verdastria
	Piombo	Idoneo
	Titanio	Idoneo
Materie plastiche	Idonee se adeguatamente additivate per proteggerle dai raggi UV	
PROPRIETÀ FISICHE		
Ricerca del materiale più idoneo dal punto di vista della leggerezza e della dilatazione termica	Ghisa	Le caratteristiche e le modeste dimensioni dell'oggetto rendono indifferente la scelta del materiale più idoneo dal punto di vista della sua leggerezza e della dilatazione termica
	Acciaio	
	Acciaio inox	
	Leghe di alluminio	
	Piombo	
	Titanio	
Materie plastiche		
PROPRIETÀ MECCANICHE		
Ricerca del materiale più idoneo dal punto di vista della resistenza alle sollecitazioni statiche	Ghisa	Inadatta perché troppo fragile
	Acciaio	Idoneo
	Acciaio inox	Idoneo
	Leghe di alluminio	Idonee, anche se con caratteristiche inferiori all'acciaio
	Piombo	Inadatto per la scarsa resistenza meccanica
	Titanio	Idoneo, dotato di elevata resistenza meccanica
Materie plastiche	Alcuni polimeri sono idonei, altri richiedono rinforzi con fibre di vetro	
PROPRIETÀ TECNOLOGICHE		
Ricerca del materiale più idoneo dal punto di vista della lavorabilità per asportazione di truciolo unità 9	Acciaio	Idoneo
	Acciaio inox	Idoneo
	Leghe di alluminio	Idoneo
	Titanio	Idoneo, ma di lavorabilità difficile e costosa
	Materie plastiche	Gran parte di esse si presta a lavorazioni per asportazione di truciolo, ma la loro lavorazione tecnicamente ed economicamente migliore è quella per stampaggio, adatta solo per la produzione di rilevanti quantità di pezzi
COSTO DELLA MATERIA PRIMA		
Ricerca del materiale più idoneo dal punto di vista del costo	Acciaio	Costo modesto
	Acciaio inox	Costo più elevato dell'acciaio
	Leghe di alluminio	Costo più elevato dell'acciaio, ma inferiore all'Inox
	Titanio	Costo decisamente molto elevato
	Materie plastiche	Costo molto modesto

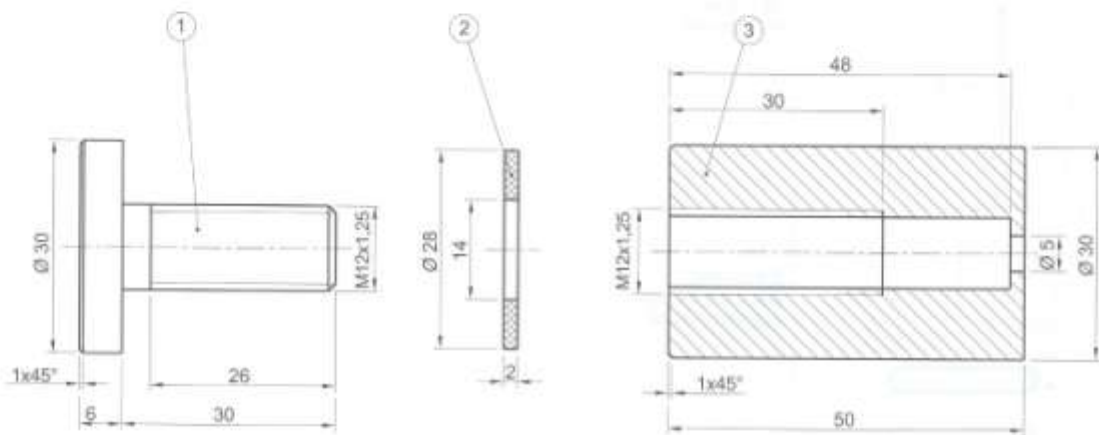
La scelta più ovvia è quella dell'acciaio in tondini profilati, che rispondono bene al caso, sono facilmente reperibili ed economici (si può utilizzare l'acciaio Fe410 **3.2.6**). L'acciaio comporta però dei trattamenti di verniciatura o cromatura. Un'alternativa sarebbe quella di scegliere l'acciaio Inox, il cui maggior costo sarebbe compensato dal migliore aspetto estetico, dalla garanzia di durabilità nel tempo, dal minor rischio di danneggiamenti alla superficie durante il montaggio e dall'assenza di ulteriori lavorazioni (che, oltre a incidere sul costo, dilaterrebbero i tempi di consegna).

Ciclo di lavorazione del fermavetro

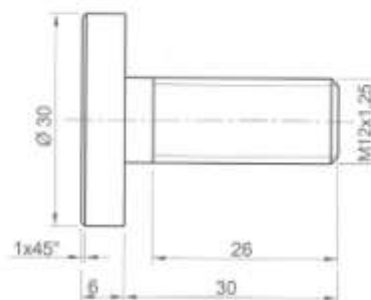
Il progetto del fermavetro si conclude con la stesura dei cartellini ciclo. La lavorazione consiste nel realizzare al tornio due componenti: vite e boccola filettata. Il perno filettato sarà poi dotato di una rondella in neoprene come illustrato dal disegno d'insieme. Il materiale da impiegare è acciaio Fe 410. Poiché si tratta di produrre un numero limitato di pezzi, sia la vite sia la boccola sono realizzate partendo da spezzoni di barra precedentemente tagliati con sega a nastro. Per maggiori quantità sarebbe stato conveniente ricorrere a barre della lun-



ghezza commerciale (3-4 m) e a torni particolari dotati di mandrino passante.



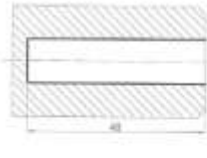
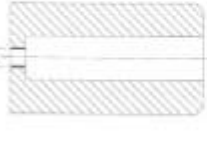
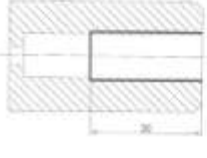
N. DI POSIZIONE	DENOMINAZIONE	MATERIALE
1	Vite	Fe 410
2	Rondella	Neoprene
3	Base (boccola filettata)	Fe 410



LOGO AZIENDA	CARTELLINO CICLO	DATA:	
Disegno: 1	Descrizione: Fermavetro (vite) (semilavorato di partenza: spezzone di barra $\varnothing 35 \times 90$ mm)	Materiale: Acciaio Fe 410	Redatto da:
Cod.: 1 + 2		Quantità:	



Fase	Schizzo	Descrizione operazione	Macchine utensili	Utensili e attrezzature	Avanzamento (mm/giro)	V_c (m/min)	N (n° giri/minuto)	Tempo (s)
10		Taglio a misura della barra a lunghezza 39 mm	Troncatrice	Sega	Manuale			
20		Esecuzione sfacciatura da $L = 39$ mm a $L = 38$ mm Profondità di passata 1 mm	Tornio parallelo	Utensile in widia	0,4	190	760	

Fase	Schizzo	Descrizione operazione	Macchine utensili	Utensili e attrezzature	Avanzamento (mm/giro)	V_c (m/min)	N (n° giri/minuto)	Temp (s)
40		Esecuzione centratura	Tornio parallelo	Punta da centri HSS $\varnothing 20$	Manuale	23	760	
50		Esecuzione smusso $1 \times 45^\circ$ su $\varnothing 30$	Tornio parallelo	Utensile in widia	Manuale	55	208	
60		Foratura non passante $\varnothing 10$ $L = 48$ mm	Tornio parallelo	Punta elicoidale HSS $\varnothing 10$	Manuale	23	352	
70		Foratura passante $\varnothing 5$ $L = 50$ mm	Tornio parallelo	Punta elicoidale HSS $\varnothing 5$	Manuale	23	352	
80		Esecuzione filettatura interna $H = 12$ mm $L = 30$ mm Profondità di passata 1,25 mm n. 1 passata	Tornio parallelo	Utensile per filettare	Manuale	20	352	
90		Controlli dimensionali secondo quanto dettato dalle istruzioni di lavoro						
100		Eventuale trattamento superficiale						

La verniciatura del fermavetro

Come abbiamo visto **tema 3** l'acciaio Inox è il materiale più adatto per realizzare il fermavetro, in virtù delle sue caratteristiche tecnologiche ed estetiche, e le piccole dimensioni dell'oggetto rendono scarsamente influente il maggior costo del materiale.

Non si possono tuttavia escludere altre scelte, suggerite, per esempio, dal desiderio di produrre una serie di fermavetri colorati, ritenendoli più appetibili dagli arredatori per ambienti e più adatti per usi particolari.

In questo caso si utilizzerebbero acciai comuni sottoponendoli a un ciclo di verniciatura che dovrà prevedere:

- una fase preliminare di sgrassaggio;
- una mano di fondo antiruggine;
- una mano di smalto a finire con prodotti catalizzanti (per non dover ricorrere a un forno di reticolazione).

La tecnica di applicazione potrebbe essere quella a spruzzo, che è in grado di garantire il migliore aspetto superficiale senza l'impiego di impianti particolari.

Considerando la possibilità che il fermavetro venga utilizzato in ambiente esterno, sarà opportuno utilizzare una vernice resistente ai raggi UV e agli agenti atmosferici, con resistenza alla **nebbia salina** di almeno 90 ore.

Esposizione in nebbia salina

Comune tecnica per definire il grado di protezione alla corrosione-ossidazione dei materiali, che consiste nell'inserire i manufatti in camere stagni saturate di soluzioni saline e verificare per quante ore il pezzo resiste integro all'aggressione dei sali.

Lo spessore della mano di fondo dovrà essere di circa 70 micron e quello della mano di smalto a finire di 50 micron.

Se si volesse migliorare ulteriormente la resistenza agli agenti esterni, il fermavetro potrebbe essere zincato e, se vi fossero particolari esigenze estetiche, potrebbe essere cromato.

Un trattamento particolarmente interessante sarebbe quello della **brunitura** [fig. 1], che consiste nella formazione di uno strato superficiale di protezione alla corrosione, particolarmente indicato per gli impieghi in ambiente non protetto.

La brunitura prevede un riscaldamento a una temperatura superiore ai 350 °C e un raffreddamento rapido in emulsione oleosa. Viene usualmente associata al trattamento di bonifica. Una variante alla brunitura classica è la cosiddetta **brunitura falsa** (o bronzatura), che consente di ottenere chimicamente un rivestimento del metallo (solfuro, ossido ecc.) che ne renda più gradevole l'aspetto o che ne preservi la superficie dalla ossidazione.



1 Fermavetro sottoposto a brunitura.