

Lavorabilità dei materiali in maschiatura

(dati forniti dalla ditta Vergnano –Chieri -Torino)

In maschiatura la lavorabilità può essere definita, nel caso dei maschi ad asportazione, come l'attitudine a lasciarsi maschiare attraverso l'asportazione di trucioli, oppure attraverso la deformazione plastica nel caso dei maschi a rullare.

A differenza di altre proprietà dei materiali, si tratta di una caratteristica difficilmente misurabile o quantificabile. Infatti, la lavorabilità dipende da numerosi fattori, legati alle proprietà specifiche del materiale da maschiare ma anche da fattori "esterni" legati alle condizioni di lavoro, del maschio e della macchina utensile.

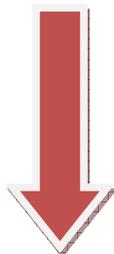
Le caratteristiche riepilogate nella seguente tabella sono un riassunto del comportamento "tipico" delle diverse classi di materiali in maschiatura per asportazione.

Alla fine di questa tabella sono riportate le corrispondenze tra il codice "Vergnano" e le sigle assegnate dalle normalizzazioni internazionali

Classe di materiale	Descrizione	Giudizio sulla lavorabilità	Lubrificazione
1 - Acciaio	<i>Gli acciai sono leghe ferro-carbonio con l'eventuale presenza di altri leganti. La caratteristica tecnologica più rilevante è la possibilità di essere trattati termicamente e quindi di ottenere una vasta gamma di proprietà meccaniche adeguate ad ogni specifico impiego.</i>		
1.1	<i>Si tratta di acciai non legati o scarsamente legati con resistenza inferiore a 850 N/mm². In alcuni casi vengono aggiunti leganti (S, Pb) per migliorarne la lavorabilità (acciai automatici)</i>	<i>Nonostante la bassa resistenza, la lavorabilità di questi acciai è ridotta perché tendono ad incollare ed a favorire la formazione del tagliente di riporto.</i>	Emulsione Olio M.Q.L.
1.2		<i>La lavorabilità è buona. Con l'aumento del contenuto di carbonio aumenta la resistenza meccanica ma si riduce la tendenza all'incollamento.</i>	
1.3			
1.4	<i>Si tratta di acciai legati con resistenza fino a 1600 N/mm². Risulta importante conoscere il trattamento termico subito dall'acciaio (stato ricotto o bonificato)</i>	<i>La lavorabilità diminuisce con l'aumentare della resistenza meccanica. Gli acciai di queste categorie possono risultare abrasivi per la presenza di particelle dure.</i>	Olio M.Q.L.
1.5			
1.6			
2 Acciai inossidabili	<i>Gli acciai inossidabili sono acciai legati resistenti alla corrosione. La presenza di Cr come legante principale crea uno strato protettivo superficiale passivato.</i>		
2.1	<i>Si tratta di acciai con struttura ferritica non induribili per tempra</i>	<i>Lavorabilità media</i>	Olio M.Q.L.
2.2	<i>Sono gli acciai inossidabili più diffusi. L'aggiunta di Ni oltre a Cr garantisce una struttura austenitica</i>	<i>La lavorabilità è bassa a causa della forte tendenza all'incrudimento e alla tenacità elevata. Su questi acciai si verificano anche fenomeni d'incollamento e la formazione di taglienti di riporto</i>	
2.3		<i>Gli acciai martensitici hanno buona lavorabilità. All'aumentare del contenuto di carbonio diventano abrasivi. Gli acciai ferritico-austenitici e indurenti per precipitazione sono difficilmente lavorabili a causa delle maggiori resistenze.</i>	
3 Ghisa	<i>Le ghise sono leghe di Fe-C con tenore di C superiore al 2%. Costituiscono il materiale ferroso principalmente usato in fonderia</i>		
3.1	<i>Le ghise grigie sono costituite da una matrice metallica interrotta da lamelle di grafite</i>	<i>La lavorabilità risulta ottima in quanto le particelle di grafite permettono la rottura del truciolo e agiscono da lubrificante</i>	Olio M.Q.L. Secco
3.2	<i>Le ghise sferoidali sono costituite da una matrice metallica interrotta da noduli di grafite. Rispetto alla ghisa grigia i noduli indeboliscono meno la matrice. La resistenza può essere aumentata con trattamenti termici come la tempra. La ghisa malleabile possiede inoltre una buona duttilità a freddo.</i>	<i>La lavorabilità è simile a quella di un acciaio di pari durezza. Le particelle di grafite permettono la rottura del truciolo, anche se in misura minore rispetto alla ghisa grigia. La lavorazione è più difficile per le ghise temprate a causa della maggiore resistenza.</i>	Emulsione Olio M.Q.L.

4 Alluminio e leghe	L'alluminio e sue leghe hanno proprietà interessanti come un basso peso specifico, una buona conducibilità elettrica ed una buona resistenza alla corrosione. La resistenza meccanica viene aumentata con l'aggiunta di elementi leganti.		
4.1	Si tratta di alluminio commercialmente puro oppure leghe basso legate	La lavorabilità è buona purché si riesca a gestire il truciolo lungo e la tendenza all'incollamento	Emulsione Olio M.Q.L.
4.2			
4.3	Leghe che hanno buone resistenze meccaniche grazie anche alla possibilità di essere trattate termicamente	Lavorabilità buona grazie ad un truciolo più corto	
4.4	Sono leghe da getto con un elevato tenore di Si	Lavorabilità accettabile. Il maggior tenore di Si rende questo tipo di leghe più abrasivo.	
5 Rame e leghe	Il rame ha ottime proprietà elettriche e resiste bene alla corrosione. Esistono numerose leghe (Bronzo e Ottone) con svariate proprietà in base all'impiego		
5.1	Si tratta di rame commercialmente puro per impieghi elettrici	La lavorabilità è buona nonostante il comportamento pastoso	Emulsione Olio M.Q.L.
5.2	Le leghe di questo gruppo possiedono ottima duttilità a caldo e a freddo	La lavorabilità è buona purché si riesca a gestire il truciolo lungo e la tendenza all'incollamento	
5.3	Sono leghe con minore duttilità rispetto al gruppo 5.2	Lavorabilità buona. L'aggiunta di piombo favorisce ulteriormente la lavorabilità	
5.4	Questi bronzi uniscono ottime caratteristiche meccaniche e ottima resistenza in ambienti corrosivi	Lavorabilità scarsa a causa dell'elevata resistenza meccanica	
6 Magnesio e leghe	Il magnesio e sue leghe sono interessanti a causa del basso peso specifico		
6.1	Il magnesio commercialmente puro trova impiego in campo elettrico	La lavorabilità è ottima grazie alle basse forze di taglio necessarie per l'asportazione dei trucioli. Esiste il rischio di incendio	Emulsione Olio M.Q.L.
6.2	L'aggiunta di leganti aumenta la resistenza meccanica di queste leghe		
7 Titanio e leghe	Il titanio e le sue leghe sono interessanti a causa del basso peso specifico e della elevata resistenza meccanica		
7.1	Il titanio puro ha un'ottima resistenza alla corrosione	La lavorabilità risulta buona nonostante la tendenza all'incrudimento e all'incollamento	Emulsione Olio M.Q.L.
7.2	Le leghe di titanio abbinano alta resistenza e basso peso specifico	Lavorabilità scarsa a causa dell'elevata resistenza meccanica	Olio M.Q.L.
8 Nichel e leghe	Si tratta di materiali resistenti in ambienti corrosivi ed ad alte temperature		
8.1	Il nichel puro ha ottima resistenza alla corrosione e buone caratteristiche meccaniche	Lavorabilità solo media a causa dell'incollamento e formazione di tagliente di riporto	Emulsione Olio M.Q.L.
8.2	Le leghe di nichel mantengono buone proprietà meccaniche anche a temperature elevate	Lavorabilità scarsa a causa dell'elevata resistenza meccanica	Olio M.Q.L.

Nelle pagine seguenti le tabelle di confronto tra le varie normalizzazioni e corrispondenza con il codice "Vergnano" riportato nella prima colonna delle tabelle precedenti.



Applicazione	Werkstoff Nr.	DIN	UNI	AFNOR	AISI/SAE/ASTM	MG Vergnano
Acciaio						
<i>Dolce magnetico</i>	1.1015	RFe60				1.1
	1.1014	RFe80				1.1
	1.1013	RFe100				1.1
<i>Da costruzione</i>	1.0037	St 37-2	Fe360B	E 24-2	1015	1.2
	1.0044	St 44-2	Fe430B	E 28-2	1020	1.2
	1.0050	St 50-2	Fe490	A50-2	A 570 (50)	1.2
	1.0060	St 60-2	Fe590	A 60-2	A 572 (65)	1.2
	1.0570	St 52-3	Fe510B	E 36-3	1024	1.2
<i>Da cementazione</i>	1.0301	C10	C10	C10	1010	1.2
	1.0401	C15	C15	C18	1015	1.2
	1.7131	16MnCr5	16MnCr5	16MC5	5115	1.2
	1.7147	20MnCr5	20MnCr5	20MC5	5120	1.2
	1.7243	18CrMo4	18CrMo4			1.2
	1.5919	15CrNi6	16CrNi6	16NC6		1.2
	1.6523	20NiCrMo2	20NiCrMo2	20NCD2	8620	1.2
1.6587	17CrNiMo6	18CrNiMo6	18NCD6		1.2	
<i>Da nitrurazione</i>	1.8515	31CrMo12	31CrMo12	30CD12		1.4
	1.8519	31CrMoV9	31CrMoV10			1.5
	1.8507	34CrAlMo7	34CrAlMo7	30CAD6.12		1.4
	1.8509	41CrAlMo7	41CrAlMo7	40CAD6.12		1.5
<i>Automatico</i>	1.0711	9S20			1212	1.1
	1.0715	9SMn28	9SMn28	S250	1213	1.1
	1.0718	9SMnPb28	9SMnPb28	S250Pb	12L13	1.1
	1.0726	35S20	35S20	35MF4	1140	1.2
	1.0736	9SMn36	9SMn36	S300	1215	1.1
	1.0737	9SMnPb36	9SMnPb36	S300Pb	12L14	1.1
<i>Da bonifica</i>	1.0406	C25	C25	AF50C30	1025	1.3
	1.0528	C30	C30		1030	1.3
	1.0501	C35	C35	AF55C35	1035	1.3
	1.0511	C40	C40	AF60C40	1040	1.3
	1.0503	C45	C45	AF65C45	1045	1.3
	1.0540	C50	C50		1050	1.3
	1.0535	C55	C55	C54	1055	1.3
	1.0601	C60	C60	C60	1060	1.3
	1.7035	41Cr4	41Cr4	41Cr4	5140	1.4(ricotto)/1.5
	1.8159	51CrV4	51CrV4	50CV4	6145	1.4(ricotto)/1.5
	1.7218	25CrMo4	25CrMo4	25CD4	4130	1.4(ricotto)/1.5
	1.7220	34CrMo4	34CrMo4	35CD4	4137	1.4(ricotto)/1.5
	1.7225	42CrMo4	42CrMo4	42CD4		1.4(ricotto)/1.5
	1.7228	50CrMo4	50CrMo4	50CrMo4	4150	1.4(ricotto)/1.5
	1.6580	30CrNiMo8	30CrNiMo8	30NCD8		1.5(ricotto)/1.6
	1.6582	34CrNiMo6	34CrNiMo6	35NCD6	4337	1.5(ricotto)/1.6
1.6511	36CrNiMo4	36CrNiMo4	40NCD3	4340	1.4(ricotto)/1.5	
1.6773	36NiCrMo16	36NiCrMo16			1.5(ricotto)/1.6	
<i>Da cuscinetti</i>	1.3505	100Cr6	100Cr6	100C6	52100	1.4 (ricotto)
	1.3536	100CrMo7-3	100CrMo7			1.4 (ricotto)
<i>Per molle</i>	1.1231	Ck67	C67	XC68		1.3
	1.1248	Ck75	C75		1078	1.3
	1.1269	Ck85	C85	C90		1.3
	1.1274	Ck101	C100	C100		1.3
	1.5021		48Si7			1.4(ricotto)/1.5
	1.5026	55Si7	55Si7	56SC7		1.4(ricotto)/1.5
	1.5027		60Si7	60Si7		1.4(ricotto)/1.5
	1.7108	60SiCr7	60SiCr8			1.4(ricotto)/1.5
	1.8159	50CrV4	50CrV4	50CV4		1.4(ricotto)/1.6
1.7176	55Cr3	55Cr3	55C3	5155	1.4(ricotto)/1.6	
1.7701	51CrMoV4	51CrMoV4			1.4(ricotto)/1.6	
<i>Da tempratura superficiale</i>	1.1183	Cf35	Cf36	XC68H1TS		1.3
	1.1193	Cf45	Cf43	XC42H1TS		1.3
	1.1213	Cf53	Cf53	XC48H1TS	1050	1.3
	1.7005	45Cr2	45Cr2			1.4
	1.7043	38Cr4	38Cr4			1.5
	1.7034	37Cr4	36CrMn4	38C4	5135	1.5
1.7223	41CrMo4	41CrMo4	42CD4TS	4140	1.5	

Per lavorazioni a caldo	1.2767	45NiCrMo16	40NiCrMoV16KU	Y35NCD16		1.5 (ricotto)
	1.2713	55NiCrMoV7	55NiCrMoV7KU	55NiCrMoV7		1.4 (ricotto)
	1.2311		35CrMo8KU			1.4 (ricotto)
	1.2365	32CrMoV12-28	30CrMoV12-27KU	32CDV12-28	H10	1.4 (ricotto)
	1.2343	X38CrMoV5-1	X37CrMoV5-1KU	Z38CDV5	H11	1.4 (ricotto)
	1.2344	X40CrMoV5-1	X40CrMoV5-1KU	Z40CDV5	H13	1.4 (ricotto)
	1.2567	X30WCrV5-3	X30WCrV5-3KU	Z32WCV5		1.4 (ricotto)
	1.2681	X30WCrV9-3	X30WCrV9-3KU	Z30WCV9	H21	1.4 (ricotto)
Acciaio inossidabile						
Ferritico	1.4002	X6CrAl13	X6CrAl13	Z8CA12	405	2.1
	1.4512	X2CrTi12	X6CrTi12	Z3CT12	409	2.1
	1.4016	X6Cr17	X8Cr17	Z8C17	430	2.1
	1.4104	X14CrMoS17	X10CrS17	Z13CF17	430F	2.1
Austenitico	1.4319	X3CrNi17-8	X10CrNi1809		302	2.2
	1.4305	X8CrNiS18-9	X10CrNiS1809	Z8CNF18-09	303	2.2
	1.4301	X5CrNi18-10	X5CrNi1810	Z4CN19-10FF	304	2.2
	1.4306	X2CrNi19-11	X2CrNi1811	Z1CN18-12	304L	2.2
	1.4303	X4CrNi18-12	X8CrNi1812	Z5CN18-11FF	305	2.2
	1.4828	X15CrNiSi20-12	X16CrNi2314	Z9CN24-13	309	2.2
	1.4841	X15CrNiSi25-20	X22CrNiSi2520	Z15CNS25-20	310	2.2
	1.4401	X5CrNiMo17-12-2	X5CrNiMo1712	Z3CND17-11-01	316	2.2
	1.4404	X2CrNiMo17-12-2	X2CrNiMo1712	Z2CND17-12	316L	2.2
	1.4541	X6CrNiTi18-10	X6CrNiTi1811	Z6CNT18-10	321	2.2
	1.4550	X6CrNiNb18-10	X6CrNiNb1811	Z6CNNb18-10	347	2.3
Martensitico	1.4006	X12Cr13	X12Cr13	Z10C13	410	2.3
	1.4005	X12CrS13	X12CrS13	Z11CF13	416	2.3
	1.4021	X20Cr13	X20Cr13	Z20C13	420	2.3
	1.4028	X30Cr13	X30Cr13	Z30C13	420F	2.3
	1.4057	X17CrNi16-02	X16CrNi16	Z15CN16-02	431	2.3
	1.4125	X105CrMo17		Z100CD17	440C	2.3
Bifasico	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	X2CrNiMoN22-5-3	Z3CND22-05Az		2.3
	1.4501	X2CrNiMoCuWN25	X2CrNiMoCuWN25			2.3
Indurente per precipitazione	1.4542	X5CrNiCuNb16-4		Z7CNU15-05	630	2.3
Ghisa						
Ghisa grigia	0.6010	GG10	G10	Ft10D	A48-20B	3.1
	0.6015	GG15	G15	Ft15D	A48-25B	3.1
	0.6020	GG20	G20	Ft20D	A48-30B	3.1
	0.6025	GG25	G25	Ft25D	A48-40B	3.1
	0.6030	GG30	G30	Ft30D	A48-45B	3.1
	0.6035	GG35	G35	Ft35D	A4850B	3.1
	0.6040	GG40	G40	Ft40D	A48-60B	3.1
Ghisa	0.7040	GGG40	GS-400-15	FGS-400-12	60-40-18	3.2
	0.7050	GGG50	GS500-7	FGS500-7	65-45-12	3.2
	0.7060	GGG60	GS600-3	FGS600-3	80-55-06	3.2
	0.7070	GGG70	GS700-2	FGS700-2	100-70-03	3.2
Ghisa malleabile	0.8035	GTW35-04				3.2
	0.8055	GTS55-05				3.2
Alluminio e sue leghe						
Alluminio puro	3.0205	Al99				4.1
	3.0305	Al99.9				4.1
Leghe da deformazione	3.0505	AlMn0.5Mg0.5				4.2
	3.0915	AlFeSi				4.2
	3.3315	AlMg1				4.2
	3.3525	AlMg2Mn0,3				4.2
	3.3527	AlMg2Mn0,8				4.2
	3.3545	AlMg4Mn				4.2
	3.3555	AlMg5				4.2
	3.0615	AlMgSiPb				4.2
	3.1255	AlCuSiMn				4.2
	3.1325	AlCuMg1				4.2
	3.1355	AlCuMg2				4.2
	3.1645	AlCuMgPb				4.2
	3.4335	AlZn4.5Mg1				4.2

Leghe da getto	3.1371	G-AlCu4TiMg			4.2
	3.2134	G-AlSi5Cu1Mg			4.3
	3.3241	G-AlMg3Si			4.2
	3.3261	G-AlMg3Si			4.2
	3.3541	G-AlMg3			4.2
	3.2373	G-AlSi9Mg			4.3
	3.2381	G-AlSi10Mg			4.4
	3.2383	G-AlSi10Mg(Cu)			4.4
	3.2581	G-AlSi12			4.4
3.2583	G-AlSi12(Cu)			4.4	
Rame e sue leghe					
Rame puro	2.0060	E-Cu57			5.1
	2.0065	E-Cu58			5.1
Leghe da deformazione	2.1525	CuSi3Mn			5.2
	2.0855	CuNi2Si			5.2
	2.1247	CuBe2			5.2
	2.1285	CuCo2Be			5.2
Ottone	2.0240	CuZn15			5.2
	2.0250	CuZn20			5.2
	2.0265	CuZn30			5.2
	2.0280	CuZn33			5.2
	2.0321	CuZn37			5.2
	2.0360	CuZn40			5.3
	2.0410	CuZn44Pb2			5.3
	2.0550	CuZn40Al2			5.3
Bronzo	2.1016	CuSn4			5.2
	2.1020	CuSn6			5.2
	2.1030	CuSn8			5.2
	2.1086	G-CuSn10Zn			5.3
	2.0978	CuAl11Ni6FE5			5.4
	2.0940	CuAl10Fe			5.4
	2.0882	CuNi30Mn1Fe			5.4
Magnesio e sue leghe					
	3.5312	MgAl3Zn			6.1
	3.5632	MgAl6Zn3			6.1
	3.5912	MgAl9Zn1			6.1
	3.5161	MgZn6Zr			6.2
Titanio e sue leghe					
Titanio puro	3.7024	Ti99.5			7.1
	3.7034	Ti99.7			7.1
Leghe di titanio	3.7165	TiAl6V4			7.2
	3.7174	TiAl6V4Sn2			7.2
Nichel e sue leghe					
Nichel puro	1.3011	RNi24			8.1
	1.3926	RNi12			8.1
Leghe di nichel	2.4858	NiCr21Mo(Incoloy)			8.2
	2.4668	NiCr19Fe19NbMo			8.2
	2.4630	Ni-Cr20Ti(Nimonic)			8.2
	2.4665	NiCr22Fe18Mo			8.2
Materiali plastici					
Termoplastici		Polietilene PE			9.1
		Polipropilene PP			9.1
		Polistirene PS			9.1
		Polimetilmetacrilato			9.1
		Policarbonato PC			9.1
		Poliamide PA			9.1
		Politetrafluoroetilene			9.1
Termoindurenti		Bachelite			9.2