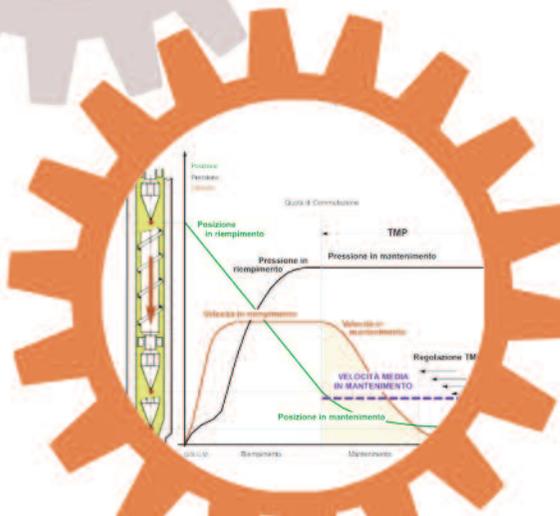
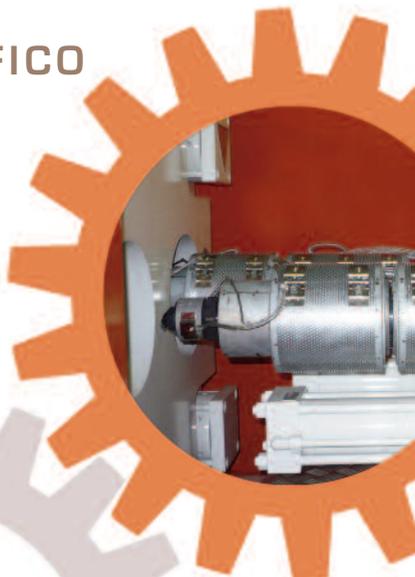


VADEMECUM 2015

LO STAMPAGGIO SCIENTIFICO
DEI MATERIALI
TERMOPLASTICI



Ing. Franco Adessa

Il Vademecum

per lo stampaggio ad iniezione
dei materiali termoplastici,

**partendo dalla fonte principale dei
tre aspetti e delle tre condizioni
della qualità del pezzo,**

analizza i quattro elementi dello stampaggio:
materiale, pressa, stampo, programma stampo,
individuando tutti i dati e tutte le variabili
del processo di stampaggio
per impostare scientificamente le condizioni
che garantiscono il raggiungimento di una
**qualità concordata, ripetibile e migliorabile
nel minor tempo possibile.**

Il Vademecum

è lo strumento didattico
usato per preparare i tecnici della produzione
ad una visione scientifica dello stampaggio
per inserirli, integrarli o prepararli all'uso del
sistema software Benjamin Plastica
che dimensiona in modo ottimale le cavità stampo,
per massimizzare la fonte principale della qualità,
e che calcola l'intero programma stampo,
in meno di un minuto.

Indice

- Vademecum Termoplastici -

Ing. Franco Adessa

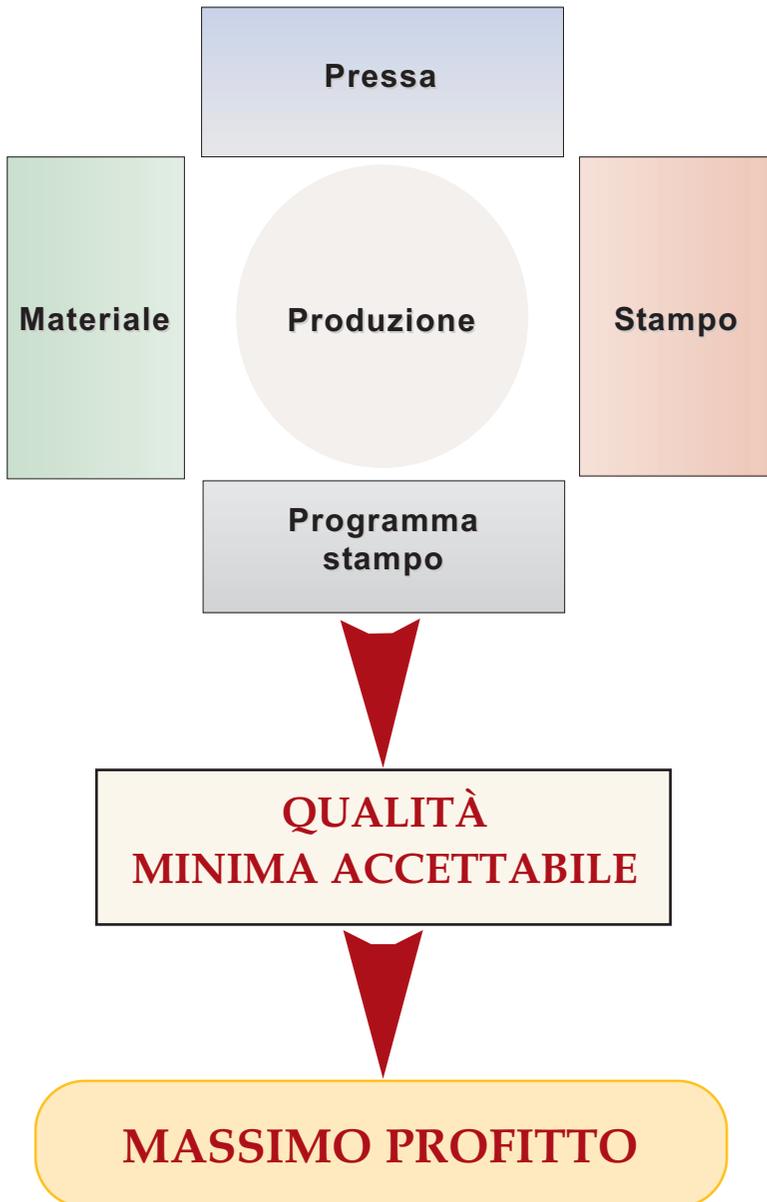
Lo scopo dello stampaggio	8
Qualità: aspetti e condizioni	9
La fonte principale della qualità	10
La strategia nella ricerca della qualità	11
Le quattro aree della qualità	12
La qualità e i 4 elementi dello stampaggio	13
1. I materiali termoplastici	14
1.1. Le temperature caratteristiche dei termoplastici	14
1.2. I dati di stampaggio dei materiali termoplastici	15
1.3. Tabella Materiali Amorfi (dati tecnici principali)	16
1.4. Tabella Materiali Cristallini (dati tecnici principali)	18
2. Avviamento e arresto della pressa	20
2.1. Cambio dello stampo	20
2.2. Arresto della pressa	22
2.3. Messa fuori servizio della pressa	23
3. Chiusura/Apertura	24
3.1. Ottimizzazione della forza di chiusura (ginocchiera)	25
3.2. Determinazione della forza di chiusura (ginocchiera)	25
3.3. Determinazione del tonnellaggio di un jog spostatori	26
3.4. Regolazione di una prefissata forza di chiusura stampo	27
3.5. Determinazione della Quota Alta Pressione (ginocchiera)	28
3.6. Determinazione della pressione media nello stampo	28
3.7. Verifica dei parametri di chiusura (ginocchiera)	29
3.8. Verifica dei parametri di apertura (ginocchiera)	30
3.9. Verifica del ciclo estrattore centrale	31
3.10. Verifica del ciclo di lubrificazione centralizzata	31
4. Plastificazione	32
4.1. Verifica della temperatura di stampaggio	33
4.2. Verifica del profilo di temperatura	34
4.3. Verifica della velocità di rotazione vite	35
4.4. Verifica della carica materiale e del cuscono	36
4.5. Calcolo della densità liquida del materiale	36
4.6. Verifica del tempo di permanenza materiale nella vite	37
4.7. Verifica della contropressione	38
4.8. Verifica del risucchio post-trafila	39

5.	Iniezione	40
5.1.	Verifica della corsa di riempimento sfrido	41
5.2.	Verifica della Quota commutazione	41
5.3.	Verifica della velocità max. riempimento impronta	42
5.4.	Verifica del profilo di velocità in riempimento impronta	43
5.5.	Verifica della Pressione d'iniezione	44
5.6.	Verifica della Velocità di Postpressione	44
5.7.	Verifica della Postpressione 1	45
5.8.	Verifica del Tempo di postpressione 1 (TMP)	46
5.9.	Verifica della Postpressione 2	48
5.10.	Verifica del Tempo di Postpressione 2	49
6.	Grafici d'iniezione	50
6.1.	Analisi del grafico di posizione	50
6.2.	Analisi del grafico di pressione	51
6.3.	Analisi del grafico di velocità	52
7.	Lo stampo	53
7.1.	I principali dati tecnici dello stampo	54
7.2.	Tabella Stampi (dati tecnici principali)	55
7.3.	La scelta del ritiro sullo stampo	56
7.4.	La chiusura delle sezioni sottili (cristallini)	57
7.5.	Verifica delle dimensioni del punto d'iniezione	58
7.6.	Verifica del diametro minore carota	58
7.7.	Verifica della temperatura dello stampo	59
7.8.	Verifica del condizionamento dello stampo	59
7.9.	Verifica della messa a punto dello stampo	60
7.10.	Verifica degli sfoghi d'aria	60
8.	Verifiche funzionamento pressa	61
8.1.	Verifica del funzionamento dei grafici d'iniezione	61
8.2.	Verifica delle termocoppie del cilindro	61
8.3.	Verifica della velocità massima rotazione vite	62
8.4.	Verifica della taratura della contropressione	63
8.5.	Verifica della velocità massima d'iniezione	63
8.6.	Verifica del controllo delle pressioni	64
8.7.	Verifica del controllo delle portate	65
8.8.	Verifica del parallelismo dei piani	66
9.	La pressa	67
9.1.	I dati tecnici della pressa	68
9.2.	Tabella Presse (dati tecnici principali)	69
9.3.	La scelta della pressa ottimale (cristallini)	70
9.4.	La scelta della pressa ottimale (amorfi)	71
9.5.	Tabella Diametro-Sezione	72
9.6.	Rapporto di compressione R - Diametro vite	73
9.7.	Tabella Rapporto di compressione R - D Vite	74

9.8.	Dati presse a ginocchiera MIR (RMP)	75
9.9.	Dati pressa-vite-tempi di carica (MIR)	76
9.10.	Dati presse a ginocchiera) HAITIAN Mars 2 Serie	77
9.11.	Dati presse a ginocchiera) ZHAFIR Venus 2 Serie (All electric)	81
9.12.	Tabella scelta pressa ottimale per cristallini e amorfi	88
9.13.	Determinazione dei tratti di frenata in chiusura	90
9.14.	Determinazione dei tratti di frenata in apertura	91
9.15.	Tabella tratti di frenata, posizioni C/A e Q.A.P.	92
10.	Analisi di un programma stampo	93
10.1.	Analisi dei grafici d'iniezione	93
10.2.	Grafici d'iniezione ottimali	94
10.3.	Modulo analisi programma stampo	95
10.4.	Verifica dei 5 parametri fondamentali	96
10.5.	Verifica della Quota commutazione	97
10.6.	La "finestra di stampaggio"	99
10.7.	Verifica punto d'iniezione, canali, carota e ugello	101
10.8.	Modifica del punto d'iniezione circolare	102
10.9.	Modifica del punto d'iniezione rettangolare	104
10.10.	Dimensionamento della carota	106
	Tabella conicità-Coefficiente Kang	109
10.11.	Dimensionamento dei canali di alimentazione	110
10.12.	Dimensionamento delle camere calde	112
10.13.	Dimensionamento dell'ugello	112
10.14.	Verifica della presenza di chiusura sezioni sottili	115
10.15.	Analisi del tempo carica materiale	115
10.16.	Analisi del tempo di raffreddamento	116
10.17.	Analisi dei tempi chiusura/apertura	117
10.18.	Analisi del tempo di interciclo	118
10.19.	Il ritiro di stampaggio del pezzo	119
10.20.	Il ritiro e i 5 parametri fondamentali di stampaggio	119
10.21.	Come varia il ritiro: schema riassuntivo	120
10.22.	Il post-ritiro di stampaggio del pezzo	121
10.23.	Trasferimento programma su un'altra pressa	122
10.24.	Modulo trasferimento programma	123
11.	Difetti e azioni correttive	124
11.1.	Difetti funzionali e difetti estetici	125
11.2.	I parametri di stampaggio e i difetti sul pezzo	126
11.3.	Lo stampo e i difetti sul pezzo	129
11.4.	I punti di ristagno	131
11.5.	Difetti funzionali	133
1.1.	Pezzo incompleto o non completamente formato	133
1.2.	Pezzo sotto-peso	134
1.3.	Pezzo sotto-dimensionato	134
1.4.	Pezzo sovra-dimensionato	134

1.5.	Pezzo sovra-impaccato con bave	135
1.6.	Pezzo con deformazioni o svergolamenti	135
1.7.	Pezzo con fessurazioni e cricature	136
1.8.	Pezzo fragile	138
11.6.	Difetti estetici: estrazione	139
2.1.	Pezzo tendente a incollarsi sullo stampo	139
2.2.	Pezzo con segni di materozza	139
2.3.	Pezzo con segni di estrazione	140
2.4.	Pezzo con deformazioni in estrazione	142
11.7.	Difetti estetici: corpo del pezzo	143
3.1.	Pezzo con linee di giunzione marcate	144
3.2.	Pezzo con goccia fredda o giunzione fredda	145
3.3.	Pezzo con avvallamenti o risucchi	146
3.4.	Pezzo con sfogliature, sfaldamenti o delaminazioni	146
3.5.	Pezzo con effetto rughe	148
3.6.	Pezzo con effetto diesel (bruciature)	149
3.7.	Pezzo con formazione di bolle d'aria	150
11.8.	Difetti estetici: superficie del pezzo	151
4.1.	Superfici con puntinature scure, nere, lucenti e impurità	151
4.2.	Superfici disomogenee (opacità, ombre, lucentezza)	152
4.3.	Superfici con effetti buccia d'arancia	154
4.4.	Superfici con opacità e macchie al punto d'iniezione	155
4.5.	Superfici con effetto getto libero (jetting)	156
11.9.	Difetti estetici: venature-striature superficiali del pezzo	157
5.1.	Superfici con venature di degradazione (brune argentee)	157
5.2.	Superfici con striature per affioramento fibre di vetro	159
5.3.	Superfici con striature di umidità	160
5.4.	Superfici con striature di aria inglobata	161
5.5.	Superfici con venature di colore	162
12.	La Curva di viscosità	164
12.1.	La Curva di viscosità reale	164
12.2.	Lo scopo della Curva di viscosità reale	165
12.3.	Come rilevare la Curva di viscosità reale	165
13.	Il software Benjamin	166
13.1.	Il Modulo "Dimensionamenti"	167
13.2.	Il Modulo "Prova stampo"	167
13.3.	Il Modulo "Curva Viscosità Reale"	168
13.4.	Il Modulo "Visualizzazione Tabelle"	169

LO SCOPO DELLO STAMPAGGIO QUALITÀ E ROFITTO



QUALITÀ: ASPETTI E CONDIZIONI

L'evento principale e fondamentale dello stampaggio è rappresentato dall'entità del passaggio materiale dal cilindro d'iniezione alle cavità dello stampo. Tale passaggio si chiama: Velocità d'iniezione, o meglio

PORTATA D'INIEZIONE

(misurata in cm^3/s)

Questa portata è la fonte principale della qualità.

La qualità ha tre aspetti e tre condizioni:

Proprietà ESTETICHE

(fonte: portata in riempimento e in mantenimento)

Proprietà MECCANICHE

(fonte: portata in mantenimento)

Proprietà DIMENSIONALI

(fonte: regolazione della portata in mantenimento)

Qualità MINIMA ACCETTABILE

(fonte: portata ottenuta nella finestra di stampaggio)

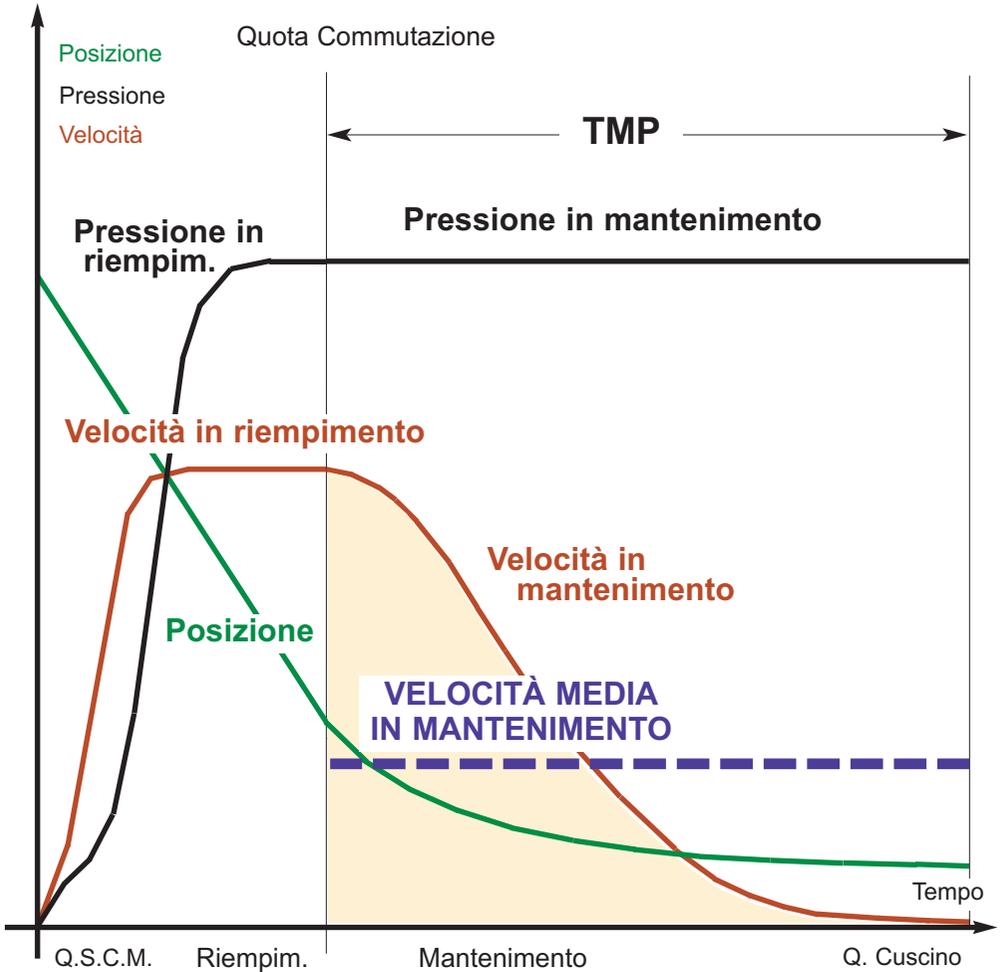
Qualità RIPETIBILE

(fonte: portata ottenuta nella finestra di stampaggio)

Qualità MIGLIORABILE

(fonte: regolazione TMP nella finestra di stampaggio)

LA FONTE PRINCIPALE DELLA QUALITÀ

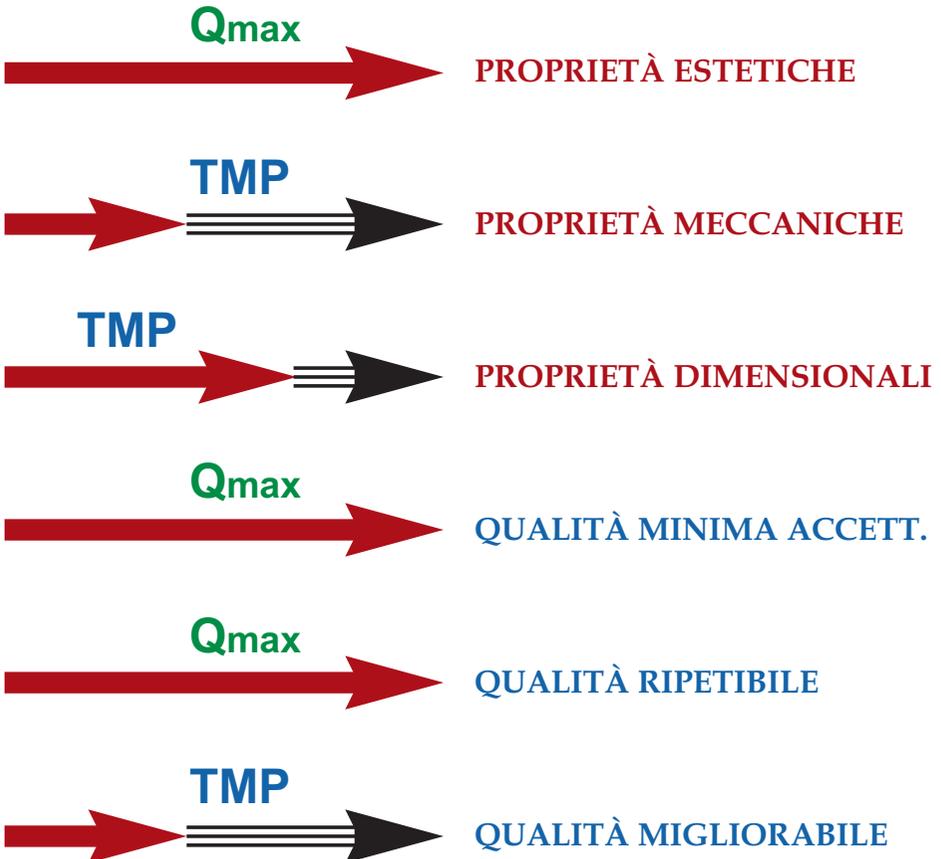


La fonte principale della qualità è

LA VELOCITÀ MEDIA IN MANTENIMENTO

LA STRATEGIA NELLA RICERCA DELLA QUALITÀ

La strategia da adottare, nella ricerca della qualità, prevede la produzione di una qualità minima accettabile (o qualità concordata) raggiungibile nel tempo più breve possibile, con le condizioni di ripetibilità e di migliorabilità, raggiungendo la portata massima calcolata, ma cercando di ridurre il tempo totale di mantenimento (TMP).



LE 4 AREE DELLA QUALITÀ

La ricerca della qualità
richiede interventi di ottimizzazione nelle seguenti
quattro aree dello stampaggio:

DIMENSIONAMENTO CAVITÀ STAMPO

(per garantire la portata massima d'iniezione
sia in fase di riempimento che in fase di mantenimento,
per massimizzare la fonte principale della qualità)

SCELTA DELLA PRESSA OTTIMALE

(per la scelta del diametro ottimale della vite di plastificazione
e per le altre caratteristiche della vite,
per avere le condizioni migliori di stampaggio
del materiale associato allo stampo)

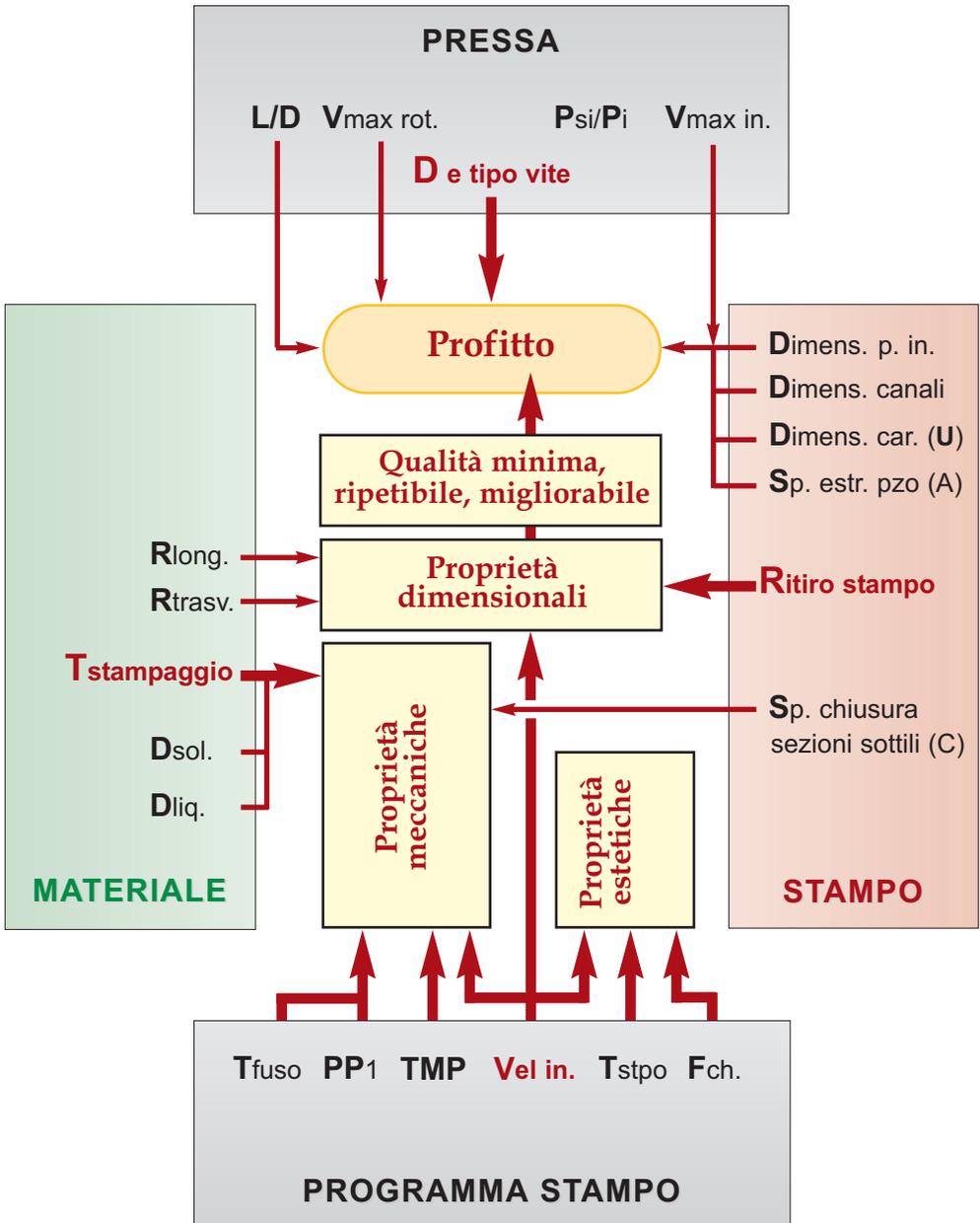
PARAMETRI DI PLASTIFICAZIONE

(per garantire una plastificazione ottimale del materiale,
poiché i danni di una plastificazione male eseguita
sono difficilmente recuperabili)

OTTIMIZZAZIONI SULLA PRESSA

(per garantire un ulteriore miglioramento
dei tempi parziali di ciclo,
ma soprattutto per ottimizzare la forza di chiusura
introducendo un adeguato respiro dello stampo).

LA QUALITÀ E I QUATTRO ELEMENTI DELLO STAMPAGGIO



1.2. I DATI DI STAMPAGGIO DEI MATERIALI TERMOPLASTICI

1. Temperatura di stampaggio (T_{Amin} - T_{Acons} . T_{Amax})	.....	°C
2. Densità solida (<i>Dens. sol.</i>)	.....	g/cm ³
3. Densità liquida (Curve di volume spec.) (<i>Dens. liq.</i>)	.....	g/cm ³
4. Ritiro longitudinale (Curve di ritiro) (<i>Rit. long.</i>)	.....	%
5. Ritiro trasversale (Curve di ritiro) (<i>Rit. trasv.</i>)	.....	%
6. Post-Ritiro (Curve di post-ritiro) (<i>Post Rit.</i>)	.....	%
7. Temperatura stampo (a 4 mm spess. pezzo) (T_{spo})	.....	°C
8. Temperatura estrazione pezzo (T_{estr})	.....	°C
9. Pressione di mantenimento ($PP1min$ e $PP1max$)	.....	bar
10. Curve di scorrimento (P.in.-spess. p.-percorso)	.....	—
11. Velocità periferica massima vite ($V_{per\ max}$)	.....	m/s
12. Velocità max di avanzamento del fronte ($Vel\ av.\ fr.$)	.....	cm/s
13. Velocità di cristallizzazione (per cristallini) ($Vel\ crist.$)	.....	s/mm
14. Pre-essicamento materiale (Temperatura) ($Pr.es.\ Tem.$)	.....	°C
15. Pre-essicamento materiale (Tempo) ($Pr.es.\ Tpo.$)	.....	h
16. De-umidificazione materiale (% di umidità)	.....	%
17. Temperatura di ingresso vite ($T_{ingr.\ vite}$)	.....	°C
18. Massima % di macinato nel vergine ($Mac.\ max$)	.....	%
19. Percentuale di cristallinità (per cristallini)	.....	%
20. Tempo max di permanenza mat. nella vite ($T_{pmv}\ TAc$)	.....	min
21. Calore di plastificazione ($Calore\ plast.$)	.....	Kcal/Kg
22. Calore specifico ($Cal.\ specif.$)	.....	Kj/KgK
23. Conducibilità termica ($Cond.\ term.$)	.....	W/mK
24. Curva di viscosità	.....	Pa.s/1/s

1.3. TABELLA MATERIALI AMORFI (dati tecnici principali)

Codice	Mater.	Nome commerciale	Dens. sol. (gr/cm ³)	Dens. liq. (gr/cm ³)	Dsol -Dliq (%)	Rit. long. (%)	Rit. trsv. (%)	TA min. (°C)	TA cons. (°C)	TA max. (°C)	Tspo cons. (°C)	Tstr. pzo (°C)
	ABS tutti tipi		1,04	0,88	15	0,4	0,7	240	240	250	70	95
	ABS rit. fiam.		1,04	0,88	15	0,4	0,7	220	230	240	70	95
	ABS visc. <<		1,04	0,88	15	0,4	0,7	200	210	220	70	95
	PS		1,06	0,91	14	0,5	0,3	210	220	230	40	80
	HI-PS		1,08	0,91	16	0,5	0,5	210	220	230	40	85
	SAN		1,07	0,8	25	0,5	0,5	220	240	270	70	85
	CA		1,28	1,02	20	0,6	0,7	190	220	240	40	80
	CAB		1,18	0,97	18	0,5	0,6	190	220	240	40	80
	CP		1,22	1,04	15	0,5	0,5	210	230	240	40	80
	PMMA		1,18	0,94	20	0,2	0,5	220	230	270	60	85
	PPO		1,06	0,94	11	0,6	0,8	250	280	300	80	140
	PPE		1,06	0,94	11	0,6	0,8	240	280	340	80	128
	PPS Ryton		1,98	1,78	10	0,25	0,55	305	330	340	<90	204
	PPS		1,3	1,1	15	0,7	0,7	320	330	350	60	204
	PC		1,2	0,97	19	0,6	0,6	280	290	320	80	105
	TMBRA PC		1,2	0,96	19	0,6	0,6	280	300	320	80	105
	PVCr		1,34	1,12	16	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCp		1,3	1,12	14	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	PVCm		0,9	0,8	11	0,4	1,5	170	180	190	30	70
	SEBS		1,0	0,96	4	1,2	1,4	190	230	250	45	90

Mater.	PP1 min. (bar)	PP1 max. (bar)	Vper. max. (m/s)	Vper. reale (m/s)	Vel. av.fr. (cm/s)	Vel. crist. (s/mm)	D.Tp C%80 (°C)	Tingr. vite (°C)	Pr.ess. Tem. (°C)	Pr.ess. T.po (h)	Mac. max. (%)	Calore plast. (Kcal/Kg)	Tpmv TAc (min)	Tr. Den A
ABS tutti tipi	350	550	0,3	0,42	24	-	30	80	90	2	30	100	5	1,30
ABS rit. fiam.	350	550	0,3	0,42	22	-	30	70	90	2	30	100	6	1,30
ABS visc.<<	350	500	0,3	0,42	20	-	30	70	90	2	30	100	7	1,30
PS	400	600	0,6	0,84	24	-	30	30	70	2	30	100	8	1,29
HI-PS	350	550	0,5	0,7	22	-	30	80	70	2	30	100	8	1,26
SAN	400	550	0,3	0,42	22	-	30	80	80	2	30	100	3,5	1,28
CA	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,06
CAB	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,10
CP	350	550	0,3	0,42	20	-	30	80	70	2	20	108	8	1,00
PMMA	350	550	0,3	0,42	25	-	30	90	75	3	20	95	6	1,02
PPO	350	550	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	140	12	0,87
PPE	600	770	0,3	0,42	20	-	30	90	100	2	20	150	10	1,53
PPS Ryton	400	600	0,5	0,7	15	-	30	150	150	5	20	160	60	0,56
PPS	300	700	0,5	0,7	22	-	30	110	150	6	20	155	60	1,64
PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,47
TMBRA PC	350	550	0,3	0,42	20	-	30	110	120	4	20	108	6	1,8
PVCr	500	700	0,2	0,28	15	-	30	30	-	-	10	50	30	1,30
PVCp	350	500	0,4	0,56	20	-	30	30	-	-	10	70	30	0,63 1,26
PVCm	350	500	0,4	0,56	18	-	30	30	-	-	10	70	30	1,8
SEBS	350	500	0,3	0,42	18	-	20	30	-	-	20	130	15	1,2

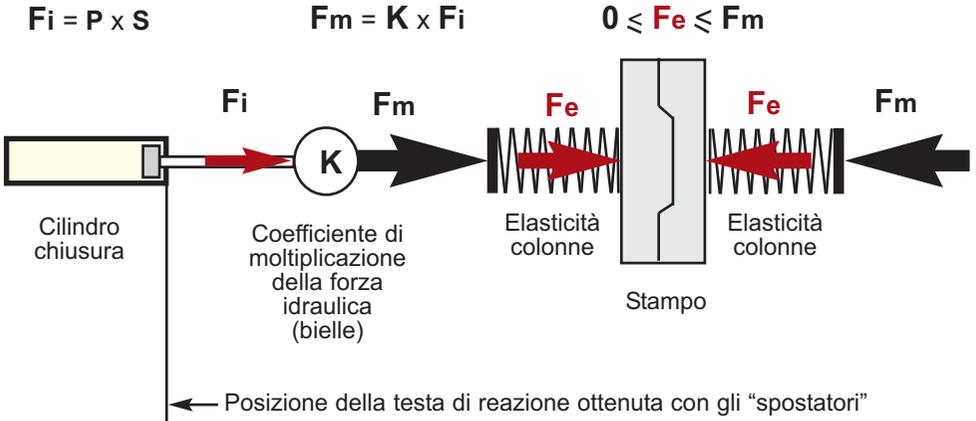
1.4. TABELLA MATERIALI CRISTALLINI (dati tecnici principali)

Codice	Mater.	Nome commerciale	Dens. sol. (gr/cm ³)	Dens. liq. (gr/cm ³)	Dsol -Dliq (%)	Rit. long. (%)	Rit. trsv. (%)	TA min. (°C)	TA cons. (°C)	TA max. (°C)	Tspo cons. (°C)	Testr. pzo (°C)
	PA6		1,14	0,91	20	0,8	0,8	250	270	280	90	130
	PA6 30% FV		1,36	1,17	14	0,2	1,0	250	270	290	90	133
	PA66		1,14	0,95	17	1,5	1,5	270	290	320	90	158
	PA66 30% FV		1,37	1,20	13	0,4	0,8	280	290	300	90	158
	PA610		1,08	0,91	16	1,5	1,5	250	270	280	46	160
	PA612		1,06	0,91	14	1,1	1,1	240	250	280	55	150
	PA612 30% FV		1,55	1,34	14	0,2	1,1	240	275	280	74	157
	PET		1,6	1,18	26	0,25	0,85	270	280	300	100	180
	PET 30% FV		1,85	1,42	23	2	2	270	280	290	100	180
	PET amorfo		1,6	1,18	26	0,25	0,85	280	280	290	25	66
	PBT		1,4	1,1	21	0,5	0,5	240	250	270	90	170
	LCP		1,4	1,25	10	0,2	1	270	285	295	80	247
	PELD		0,9	0,71	21	3,5	3	200	220	260	40	80
	PEHD		0,96	0,71	26	3	3	220	240	300	40	100
	PP		0,91	0,73	20	1,6	1,2	200	240	280	50	93
	PP 30% FV		1,21	1,07	12	1,6	1,2	200	250	280	50	93
	PPS Ryton		1,98	1,78	10	0,25	0,55	305	330	340	142	204
	POM		1,42	1,16	18	2,1	1,9	200	215	240	80	118
	POM 30% FV		1,56	1,38	12	1,2	2,1	200	215	240	90	154
	TPE		0,91	0,79	13	1,1	1,3	200	220	240	45	115
	TPE-O		0,94	0,77	18	1,6	1,8	200	230	250	60	110
	TPE-U		1,31	1,18	10	1,2	1,4	200	210	220	30	105

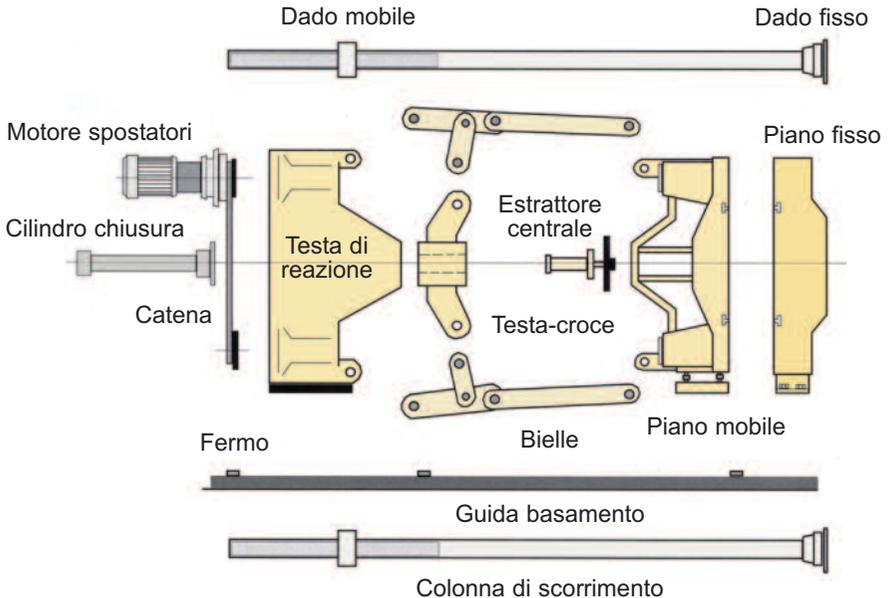
Mater.	PP1 min. (bar)	PP1 max. (bar)	Vper. max. (m/s)	Vper. reale (m/s)	Vel. av.fr. (cm/s)	Vel. crist. (s/mm)	D.Tp C%80 (°C)	Tingr. vite (°C)	Pr.ess. Tem. (°C)	Pr.ess. T.po (h)	Mac. max. (%)	Calore plst. (Kcal/Kg)	Tpmv TAc (min)	Tr. Den A
PA6	500	700	0,5	0,7	20	3	30	80	90	3	30	135	10	1,47
PA6 30% FV	700	900	0,4	0,56	20	3	30	80	90	3	20	120	10	1,24
PA66	500	700	0,5	0,7	30	4	30	70	80	3	30	180	10	1,47
PA66 30% FV	700	900	0,2	0,32	20	2,5	30	80	90	3	20	165	10	0,97
PA610	500	700	0,4	0,56	30	8	30	80	90	3	20	155	8	1,73
PA612	500	700	0,4	0,56	20	8	30	80	90	3	20	160	14	1,76
PA612 30% FV	700	900	0,2	0,32	20	8	30	80	90	3	20	145	14	1,08
PET	600	800	0,4	0,56	20	6	30	90	120	4	30	215	7	1,54
PET 30% FV	700	900	0,3	0,42	15	3,5	30	100	130	12	30	205	5	1,1
PET amorfo	600	800	0,4	0,56	20	-	30	90	120	4	30	210	7	0,70
PBT	500	700	0,4	0,56	20	4	30	100	135	3	30	115	7	0,74
LCP	500	700	0,5	0,7	20	4	30	110	150	6	20	165	4	0,84
PELD	400	600	0,4	0,56	12	6	30	20	-	-	20	125	14	1,70
PEHD	400	700	0,3	0,42	8	6	30	20	-	-	20	185	14	1,96
PP	500	700	0,6	0,84	20	6	30	20	-	-	20	170	15	1,2
PP 30% FV	700	900	0,5	0,7	20	6	30	20	-	-	20	155	15	1,30
PPS Ryton	700	900	0,5	0,7	14	3	30	110	150	5	10	160	60	0,57
POM	600	800	0,5	0,7	20	8	24	80	90	2	10	145	16	1,33
POM 30% FV	750	950	0,4	0,56	15	8	24	80	90	2	10	130	16	0,88
TPE	500	700	0,3	0,42	20	5	20	60	80	3	25	130	15	0,98
TPE-O	500	700	0,3	0,42	20	5	20	50	75	2	30	145	15	1,35
TPE-U	500	700	0,3	0,42	20	5	20	80	100	2	30	135	15	1,35

3. CHIUSURA/APERTURA

Schema delle forze nel sistema di chiusura a ginocchiera

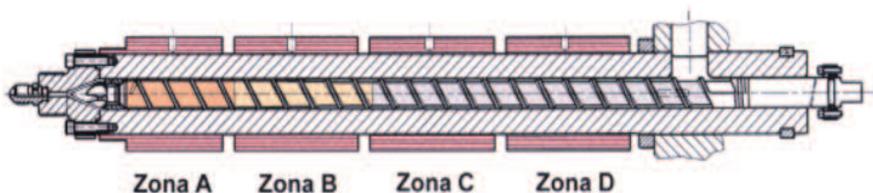


Parti costitutive della chiusura a ginocchiera

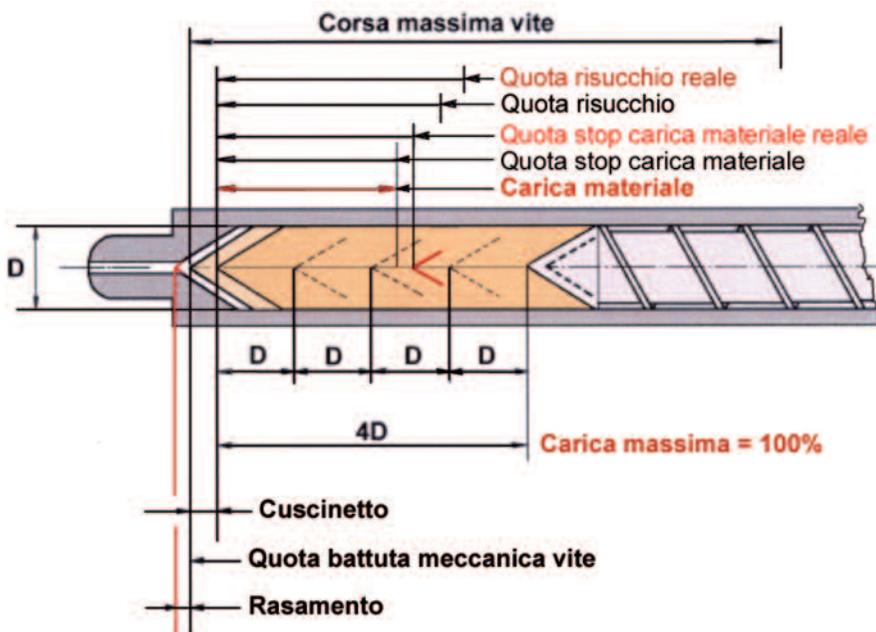


4. PLASTIFICAZIONE

Schema del gruppo cilindro-vite-ugello-resistenze



Schema della corsa massima, carica, cuscino, carica massima

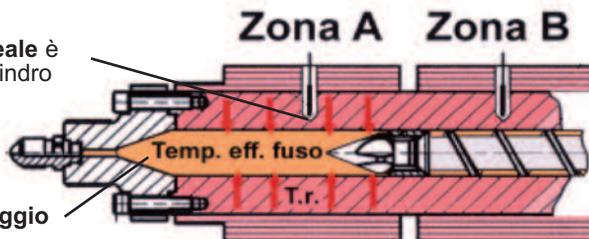


4.1. VERIFICA DELLA TEMPERATURA DI STAMPAGGIO

La temperatura di stampaggio è la temperatura effettiva del fuso, nella zona A. Non si deve confondere questa temperatura con la **Temperatura Reale** della zona A, riportata nella pagina Temperature, che è, invece, la temperatura misurata nel ferro del cilindro di plastificazione, in quella zona. La verifica richiede le seguenti operazioni:

1. Leggere sulla Tabella Materiali la gamma delle temperature di stampaggio consigliate del materiale: prendere il valore massimo della gamma
 2. Aprire la **pagina Temperature** e leggere il Set-point della Zona A;
 3. Se tale valore è inferiore a quello massimo dell'intervallo, impostare questo valore massimo;
 4. Attendere il tempo necessario per l'assestamento termico del cilindro;
 5. Leggere la **Temperatura Reale** della zona A;
 6. Se la Temperatura Reale A è **uguale** a quella di Set-point, rilevare la % di inserimento resistenza zona A: se, durante la carica materiale, questa è superiore al 2-3%, si deve aumentare la velocità di rotazione vite;
- Attenzione:** quando la **Temperatura Reale** della zona A coincide con quella di Set-point, significa che la Temperatura di stampaggio (e cioè quella effettiva del fuso) è inferiore alla Temperatura Reale di un valore numerico che, in prima approssimazione, si desume dal valore di % inserimento zona A aumentato del 30%. (Esempio: con una % inserimento resistenza della zona A del 20% e con una temperatura A di Set-point e Reale di 240 °C, la temperatura di stampaggio è circa sui 214 °C).
7. Se la Temperatura Reale della zona A **supera di alcuni gradi** quella di Set-point, si può lasciarla, ponendo però la temperatura di allarme massimo a 10 °C superiore a quella di Set-point.
 8. Se la Temperatura Reale della zona A è **inferiore** a quella di Set-point, con una % di inserimento resistenza zona A inferiore al 100%, segnalare alla manutenzione questo funzionamento anomalo.

La **Temperatura Reale** è letta nel ferro del cilindro



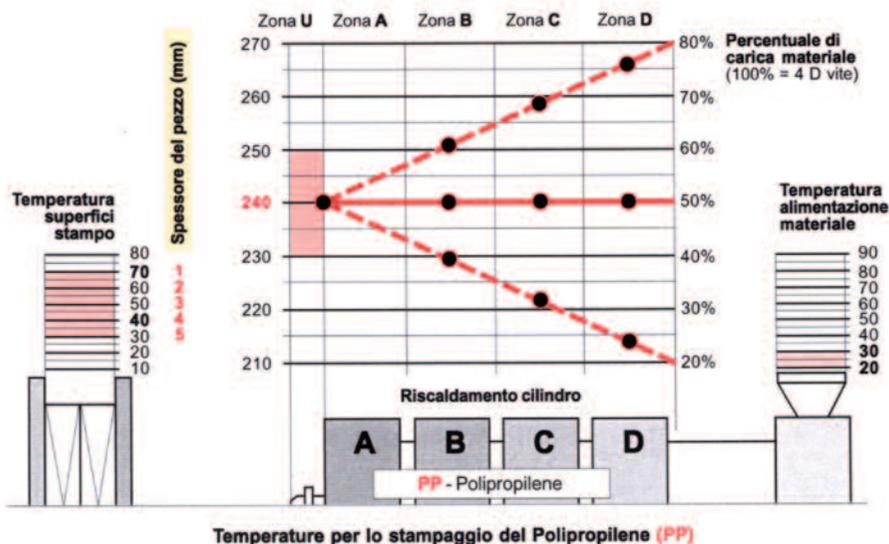
La **Temperatura di stampaggio** va calcolata con la formula:

$$\mathbf{T. stampaggio} = \text{Temp. Reale} - (\% \text{ inser. Res. A (durante la carica)} \times 1,3)$$

4.2. VERIFICA DEL PROFILO DI TEMPERATURA

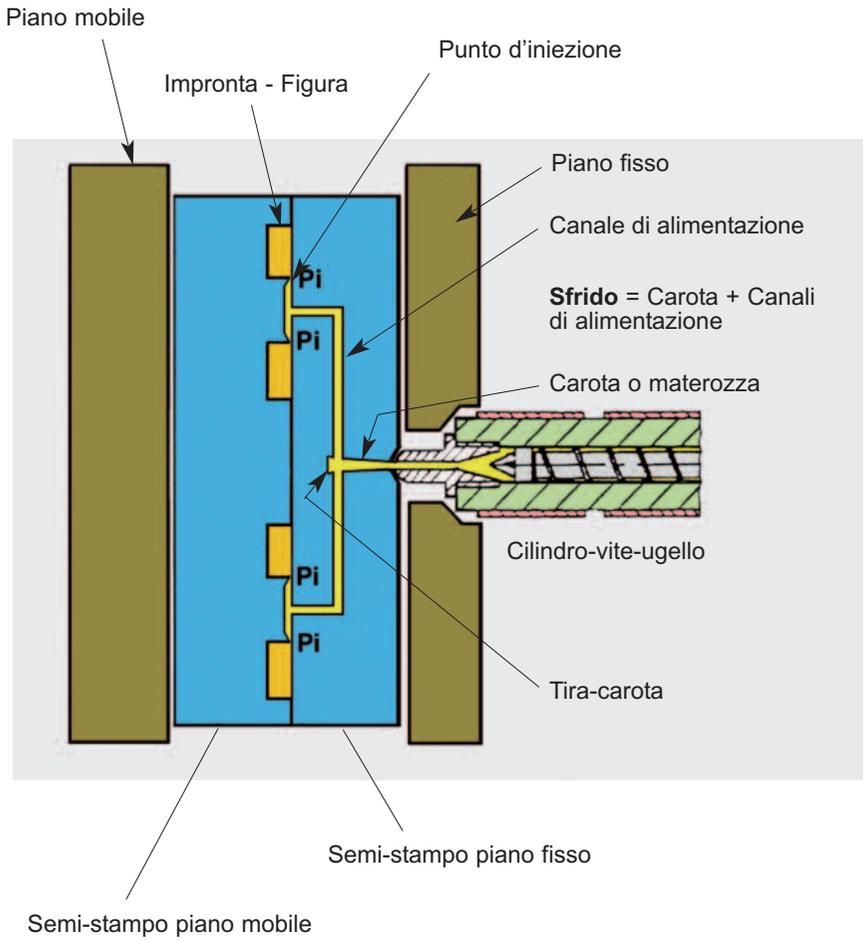
Il **profilo di temperatura** del cilindro di plastificazione è la successione delle temperature delle **zone termiche A, B, C, D, E**, ecc.. con esclusione della zona **Ugello** (o eventualmente **Tappo**). Il profilo di temperatura dipende dalla % di carica materiale che, a sua volta, determina il tempo di permanenza del materiale nella vite. Più lungo è questo tempo e più bassi sono i valori di temperatura impostati nelle zone vicino alla tramoggia. Viceversa, se il tempo è breve. La verifica richiede le seguenti operazioni:

1. Determinare la carica materiale facendo la differenza tra la **Quota stop carica materiale** impostata e la **Quota cuscino**;
2. Col **D** della vite, calcolare la % di carica materiale con la formula:
 $Carica \% = Carica \times 100/4D$;
3. Verificare che la temperatura di stampaggio impostata sia corretta;
4. In funzione della % di carica materiale e della temperatura di stampaggio, tracciare il profilo di temperatura ottimale (vedi figura sottostante);
5. Paragonare questo profilo ottimale con quello impostato, verificando la temperatura del fuso, utilizzando la formula che fa uso della % di inserimento resistenza della zona A.



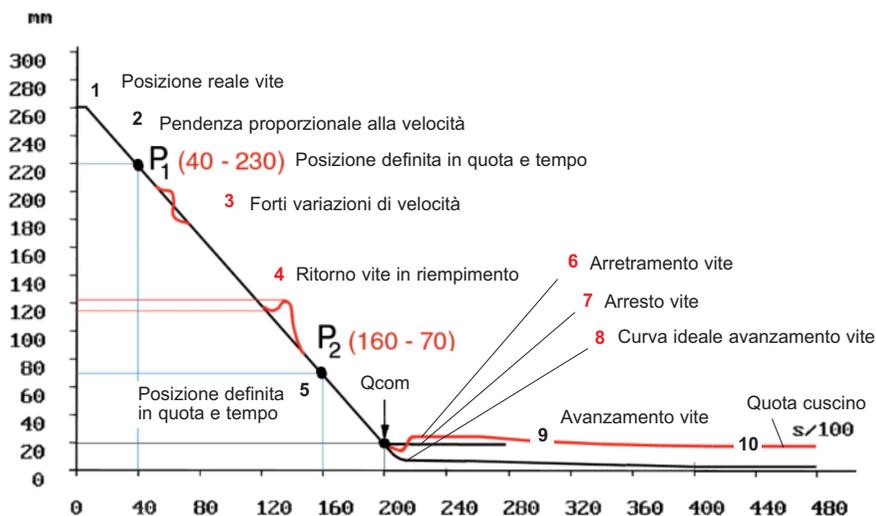
5. INIEZIONE

Schema gruppo iniezione e stampo



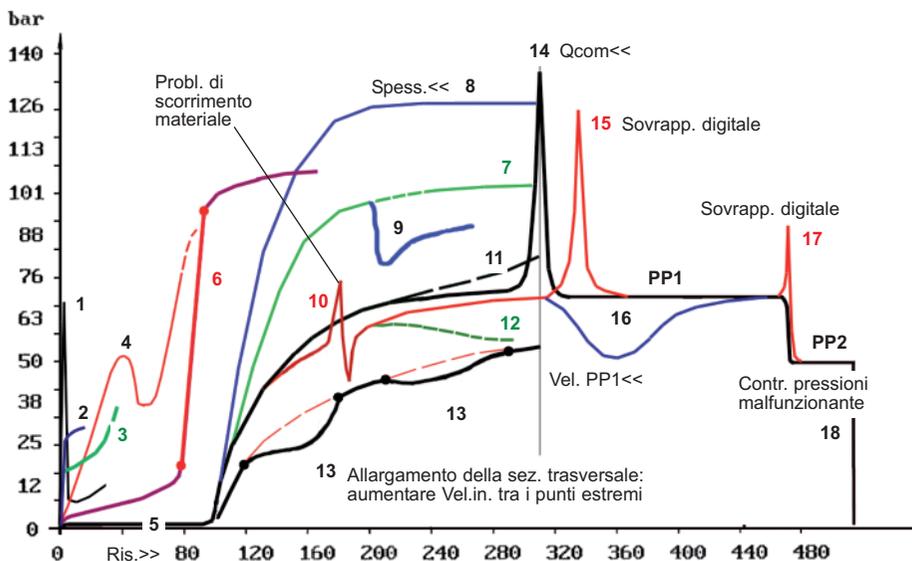
6. GRAFICI D'INIEZIONE

6.1. ANALISI DEL GRAFICO DI POSIZIONE



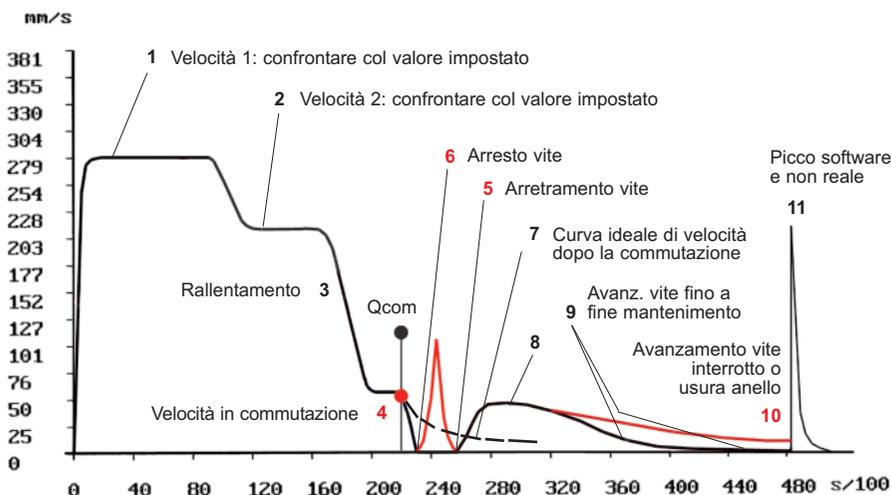
- 1. Posizione iniziale:** questa posizione è quella “reale” in cui si trova la vite, dopo la carica oppure dopo il risucchio post-trafila;
- 2. Pendenza della curva:** maggiore è la pendenza della curva e più elevato è il valore di velocità d’iniezione rappresentato;
- 3. Ondulazioni sulla curva:** ciò indica forti variazioni di velocità in fase di riempimento (sintomo di gravi problemi di riempimento delle impronte);
- 4. Ondulazione ascendente:** ciò indica che la vite si è arrestata ed è tornata indietro (questo è un sintomo molto grave nella fase di riempimento);
- 5. Posizione P₁ e P₂:** con i due punti, presi sul tratto rettilineo della curva, è possibile calcolare la velocità come rapporto tra lo spazio percorso e il tempo impiegato a percorrerlo: $V = (P_1 - P_2) / (t_2 - t_1)$;
- 6. Gradino di posizione:** la curva, dopo la commutazione, presenta un gradino: ciò significa che la vite torna indietro per l’abbassamento di pressione idraulica nel cilindro d’iniezione con l’ingresso della postpressione 1;
- 7. Curva a tratto orizzontale:** dopo la commutazione, la curva ha un tratto orizzontale: la vite si arresta per il calo di pressione dopo la commutazione;
- 8. Curva raccordata:** dopo la commutazione, la curva raccordata indica l’avanzamento ideale della vite in fase di mantenimento;
- 9. Curva in pendenza:** la vite avanza piano nella fase di mantenimento;
- 10. Curva orizzontale:** verso fine iniezione, la vite raggiunge la sua posizione finale (quota cuscino). Se questa posizione non viene raggiunta, a fine iniezione, significa che il mantenimento non è stato completato, oppure, che il materiale torna indietro lungo la vite per usura anello o del cilindro.

6.2. ANALISI DEL GRAFICO DI PRESSIONE



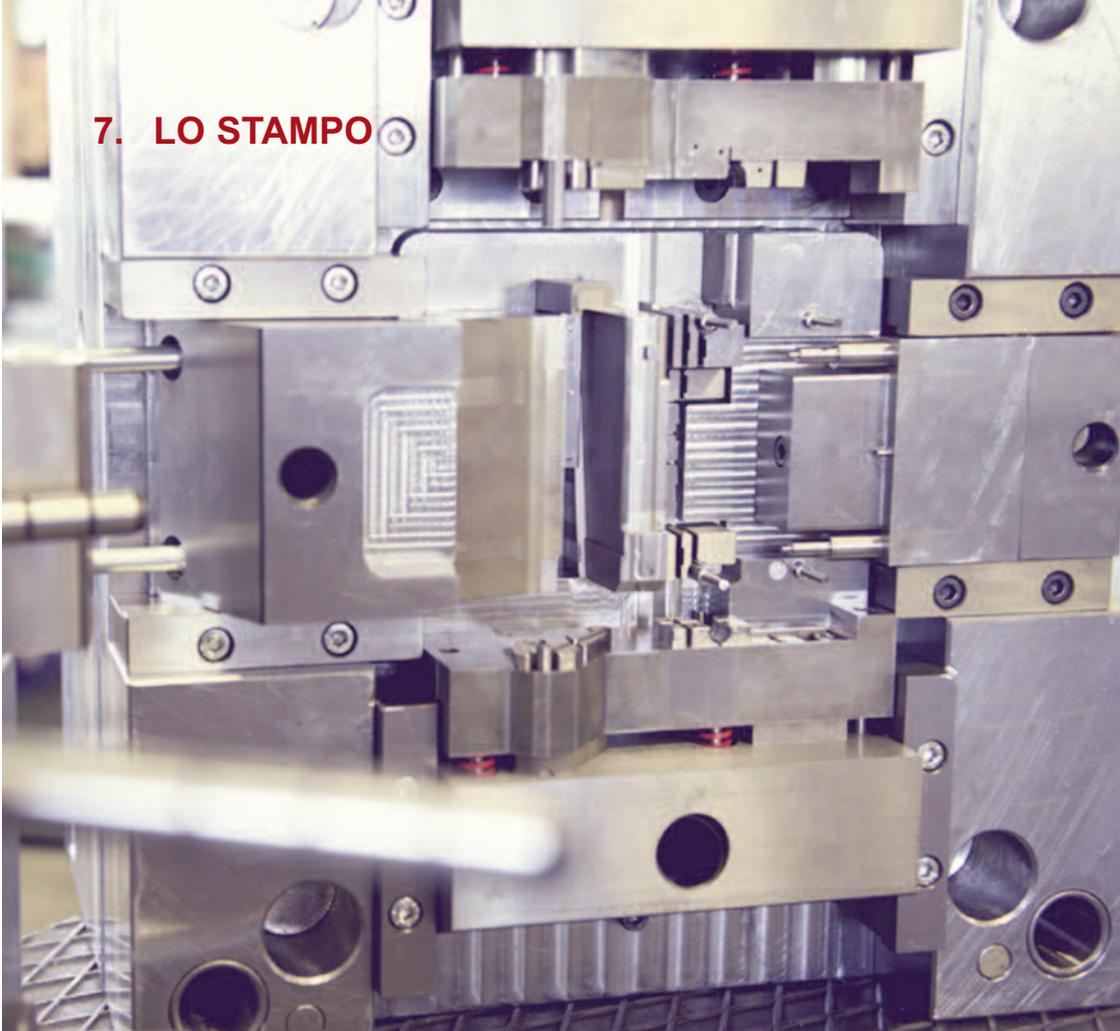
1. **Press. inizio molto alta:** con PC e PMMA, formazione di un velo di materiale davanti all'ugello, con slitta non accostata e fuori uscita materiale.
2. **Gradino di press. iniziale:** ugello troppo stretto (anche D minore carota?).
3. **Valore di press. iniziale:** non viene usato il risucchio.
4. **Picco di press. in fase iniziale:** indurimento materiale all'ugello (tappo).
5. **Pressione 0 iniziale:** la "quota stop risucchio reale" è troppo elevata.
6. **Rampa di pressione:** indica che il Punto d'iniezione è troppo stretto.
7. **Press. iniez. oltre la PP1:** cause: Temper. di stampaggio e/o Temper. stampo troppo basse, oppure Velocità d'iniezione troppo elevata.
8. **Press. molto elevate:** spessori sottili (1-1,5 mm) e percorsi riemp. elevati.
9. **Flessione di pressione:** riduzione a gradino della velocità d'iniezione.
10. **Gravi irregolarità di press.:** problemi gravi nello scorrimento materiale.
11. **Crescita pressione prima commutazione:** manca rallentamento finale.
12. **Abbassamento pressione:** la velocità d'iniez. diminuisce gradualmente.
13. **Sacche di perdita di pressione:** la sezione trasversale è aumentata: si deve aumentare la velocità d'iniezione tra i punti estremi delle sacche.
14. **Crescita o picco prima della commutazione:** la Qcom è troppo bassa.
15. **Picco dopo la commutazione:** la causa è il sistema digitale pressioni.
16. **Calo di pressione dopo la commutazione:** la causa è il valore di "velocità di postpressione" impostato troppo basso.
17. **Picco al cambio di pressione da PP1 a PP2:** sistema digitale pressioni.
18. **Valori di postpressione non corrispondenti alle impostazioni:** la causa è un funzionamento non corretto del sistema di controllo delle pressioni.

6.3. ANALISI DEL GRAFICO DI VELOCITÀ



1. **Velocità 1:** la linea orizzontale indica la velocità reale (espressa in mm/s) effettivamente raggiunta dalla vite in fase di riempimento;
2. **Velocità 2:** la linea orizzontale, più bassa della precedente, indica un valore di velocità (mm/s) inferiore alla velocità precedente V_1 ;
3. **Curva discendente:** la curva discendente rappresenta il passaggio dalla velocità V_2 alla successiva V_3 del rallentamento nella fase finale;
4. **Velocità alla commutazione:** il valore indica la velocità istantanea in corrispondenza del punto di commutazione (il valore di "Velocità in postpressione" deve essere superiore a questo valore di velocità);
5. **Picco di velocità tra due zeri:** il picco, compreso tra due valori zero della velocità, indica un arretramento della vite, letto sul grafico di posizione (spesso la velocità rappresentata non riesce a raggiungere lo zero).
6. **Velocità zero:** questo tratto a velocità zero corrisponde ad un arresto della vite, dovuto al calo di pressione avvenuto dopo la commutazione;
7. **Curva ideale di velocità dopo la commutazione:** questa è la curva ottimale tipica di una buona commutazione senza cali di pressione;
8. **Velocità in mantenimento:** dopo l'arretramento, la vite avanza con velocità sempre decrescente, che dipende esclusivamente dal processo di solidificazione e di ritiro del materiale in cavità stampo;
9. **Velocità finale decrescente fino a zero:** la vite continua a rallentare fino a fermarsi a fine iniezione (con mantenimento completato);
10. **Velocità finale decrescente senza raggiungere lo zero:** ciò indica che l'avanzamento della vite viene interrotto allo scadere del tempo d'iniezione; ciò significa che la fase di mantenimento non è stata completata;
11. **Picco di velocità a fine iniezione:** questo picco non ha alcun riferimento con il movimento reale della vite; esso è solo un picco software.

7. LO STAMPO



I DATI STAMPO PIÙ SIGNIFICATIVI PER LO STAMPAGGIO

1. **Ritiro cavità stampo**
2. **Diametro e Lunghezza Punto d'iniezione**
3. **Diametro minore carota**
4. **Spessore estrazione pezzo (A)**
5. **Spessore chiusura sezioni sottili (C)**

7.1. I PRINCIPALI DATI TECNICI DELLO STAMPO

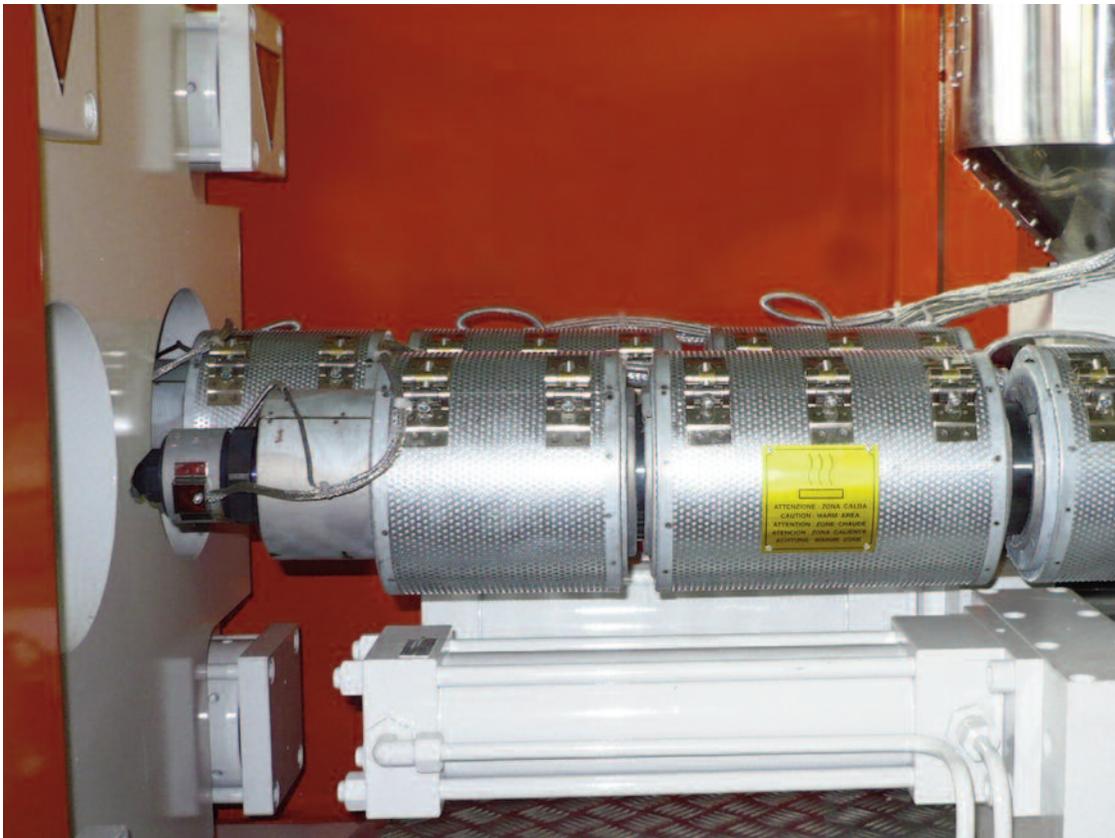
Codice stampo **Materiale**

1. Ritiro cavità stampo (Rit. cavità)	.....	(%)
2. Dimensioni punti d'iniezione (D P.in.) (L P.in.)	.....	(mm)
3. Diametro minore carota (Dmn car.)	.....	(mm)
4. Spessore estrazione pezzo (Sp. estr. pzo)	.....	(mm)
5. Spessore chiusura sezioni sottili (Sp. ch. s.s.)	.....	(mm)
6. Volume cavità figure e sfrido (Vol. cavità)	.....	(cm ³)
7. Volume stampata (P stpa)	.....	(gr)
8. Volume sfrido (P sfri)	.....	(gr)
9. Numero impronte (N° im.)	.....	-
10. Volume pezzo (P pzo)	.....	(gr)
11. Sezione trasversale (Sez trsv.)	.....	(cm ²)
12. Numero flussi di riempimento (N° flussi r.)	.....	-
13. Sezione trasversale totale (Sez trsv. t.)	.....	(cm ²)
14. Spessore parete pezzo (Sp. pzo)	.....	(mm)
15. Percorso massimo di riempimento (Per. m. r.)	.....	(mm)
16. Spess., Largh., Alt. stampo (Sp. Lar. Alt. stpo)	.....	(mm)
17. Apertura P.M. per estrazione pezzo (Ap estr. pzo)	.....	(mm)
18. Tratto accoppiamento stampo (Tr. acc. stpo)	.....	(mm)
19. Corsa min. distacco pezzo dal P.F. (C.sa min d. pzo)	.....	(mm)

Dati di produzione

21. D vite minima (80% 4D) (D min 80% 4D)	.....	(mm)
22. D vite massima (20% 4D) (D max 20% 4D)	.....	(mm)
23. Forza di chiusura alla TA cons. (Fc TA ott.)	.....	(t)
24. N° pressa 1a scelta (N° pr. 1a scelta)	.....	-
25. N° pressa 2a scelta (N° pr. 2a scelta)	.....	-
26. N° pressa 3a scelta (N° pr. 3a scelta)	.....	-
27. N° pressa 4a scelta (N° pr. 4a scelta)	.....	-
28. N° pressa 5a scelta (N° pr. 5a scelta)	.....	-

9. LA PRESSA



I DATI PRESSA PIÙ SIGNIFICATIVI PER LO STAMPAGGIO

1. **Diametro vite di plastificazione**
2. **Lunghezza vite L/D**
3. **Rapporto Ψ_i/Ψ_e**
4. **Velocità max. rotazione vite**
5. **Velocità max. iniezione**

9.1. I DATI TECNICI DELLA PRESSA

Pressa n°

Pressa Matricola

- | | | |
|---|-------|----------------------|
| 1. Diametro vite di plastificazione (D) | ..... | (mm) |
| 2. Sezione vite di plastificazione (Sv) | ..... | (cm ²) |
| 3. Tipo di vite (R) (Univ.) (Crist.) (SAN) (PMMA) (PET) | ..... |  |
| 4. Lunghezza vite (L/D) | ..... | - |
| 5. Rapporto pressione specifica e idraulica (Psi/Pi) | ..... | - |
| 6. Pressione max idraulica (Pimax) | ..... | (bar) |
| 7. Pressione max specifica (Psimax) | ..... | (bar) |
| 8. Velocità max rotazione vite (Vmax rot.) | ..... | (g/min) |
| 9. Velocità max periferica vite (Vmax perif.) | ..... | (m/s) |
| 10. Velocità max d'iniezione (Vmax in.) | ..... | (cm/s) |
| 11. Portata max d'iniezione (Qmax in.) | ..... | (cm ³ /s) |
| 12. Plastificazione volumetrica unitaria (Plast. vol. un.) | ..... | (cm ³ /s) |
| 13. Tempo di ciclo a vuoto (Tc. vuoto) | ..... | (s) |
| 14. N° zone termiche (N° Z. term.) | ..... | - |
| 15. Corsa di chiusura (C.sa chius.) | ..... | (mm) |
| 16. Apertura max dei piani (Ap. max piani) | ..... | (mm) |
| 17. Spessore minimo stampo (Sp. s. min) | ..... | (mm) |
| 18. Spessore massimo stampo (Sp. s. max) | ..... | (mm) |
| 19. Dimensioni minime stampo (A min stpo) | ..... | (mm) |
| 20. Passaggio colonne (Pass. col.) | ..... | (mm) |
| 21. Quota battuta iniezione (Qb. in.) | ..... | (mm) |
| 22. Quota battuta chiusura (Qb. chius.) | ..... | (mm) |
| 23. Quota battuta estrazione centrale (Qb. ECI) | ..... | (mm) |
| 24. Tonnellate per ogni "jog" spostatori (T / jog) | ..... | (t) |
| 25. K1 Coefficiente di veloc. periferica (K1 vel. per.) | ..... | - |
| 26. K2 Coefficiente di usura anello (K2 us. an.) | ..... | - |
| 27. K3 Coefficiente usura vite (K3 us. vite.) | ..... | - |

9.6. RAPPORTO DI COMPRESSIONE R - DIAMETRO VITE

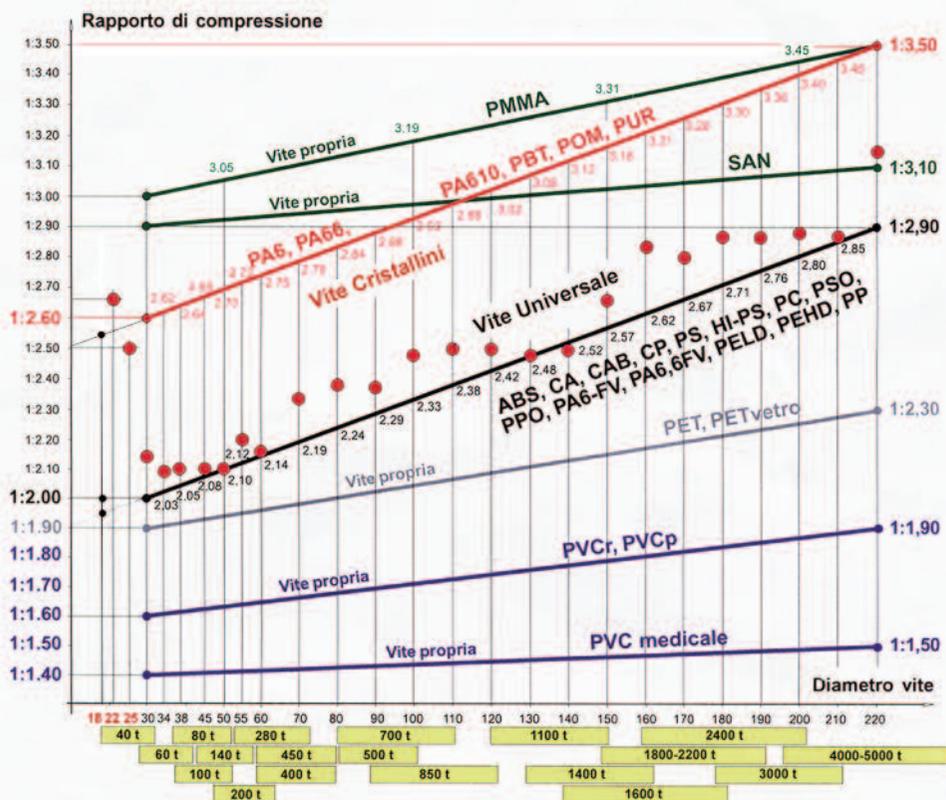


Diagramma dei Rapporti di compressione delle viti per Termoplastici in funzione del diametro vite.

In questo diagramma, sono indicati i **Rapporti di compressione "R"** consigliati, per i diversi materiali termoplastici, in corrispondenza dei diametri vite.

La vite più comune è quella **Universale** con la quale si lavorano quasi tutti i materiali amorfi e i semi-cristallini a bassa percentuale di cristallinità.

I diversi **PVC** hanno vite propria come pure il **PET vetro**, il **SAN** e il **PMMA**.

Attenzione: poiché uno specifico materiale può avere una **Viscosità molto inferiore a quella tipica della sua gamma**, per individuare in modo sicuro il Rapporto di compressione da adottare sulla vite di plastificazione, si deve richiedere questo dato al laboratorio del fornitore del materiale.

La stessa cosa vale anche per il dato: Velocità massima periferica della vite.

10.3. MODULO ANALISI PROGRAMMA STAMPO

--	--	--

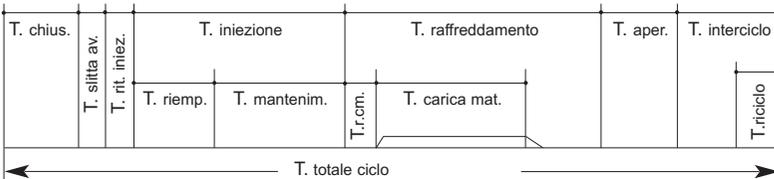
Stampo	Articolo	Pstampata	Psfido	Ppezzo	No pezzi	Sp pzo	Sp estr.	Spch.s.s.

Materiale	Nome commerciale	T Acons.	T stpo

Pressa	N°	D	SVite	L/D	PSi/PI	Vmaxrot.	Vmax.per.	Vin.max	Qin.max	Dugello	Lugello

TStpo	TU	TA	% RA	TB	TC	TD	TE	TF	TG	Qscm	Qeus.	Carica	Vrot	Vper	Cp	Ris	Fchius.

Qmax	Unità	Pin	V1 in.	V2 in.	V3 in.	Qcom.	Pcom.	PP1	TPP1	PP2	TPP2	PP3	TPP3	PP4	TPP4	PP5	TPP5	TMP
	(mm/s) Pi																	
	(cm³/s) Psi																	
	(cm³/s) Psi																	



Analisi tempi

Chius/Ap.:

Plastic. :

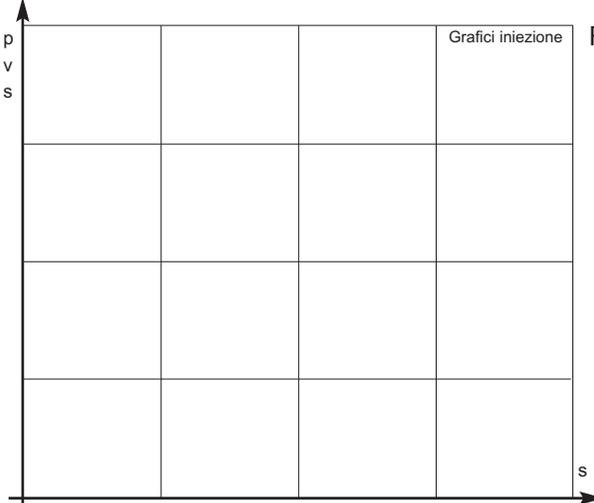
Riempim. :

Manten. :

Raffredd. :

Interciclo :

Totale



$R_{Qmax/Qin} =$

INTERVENTI

Stampo

1.

2.

3.

Pressa

1.

2.

Programma stampo

1.

2.

3.

4.

Difetti sul pezzo	Verifiche effettuate	
.....	Scelta pressa ottimale	<input type="checkbox"/>
.....	Parametri plastificazione	<input type="checkbox"/>
.....	Dimens. pass. materiale	<input type="checkbox"/>
.....	Respiro stampo	<input type="checkbox"/>

Risultati dopo le modifiche

.....

.....

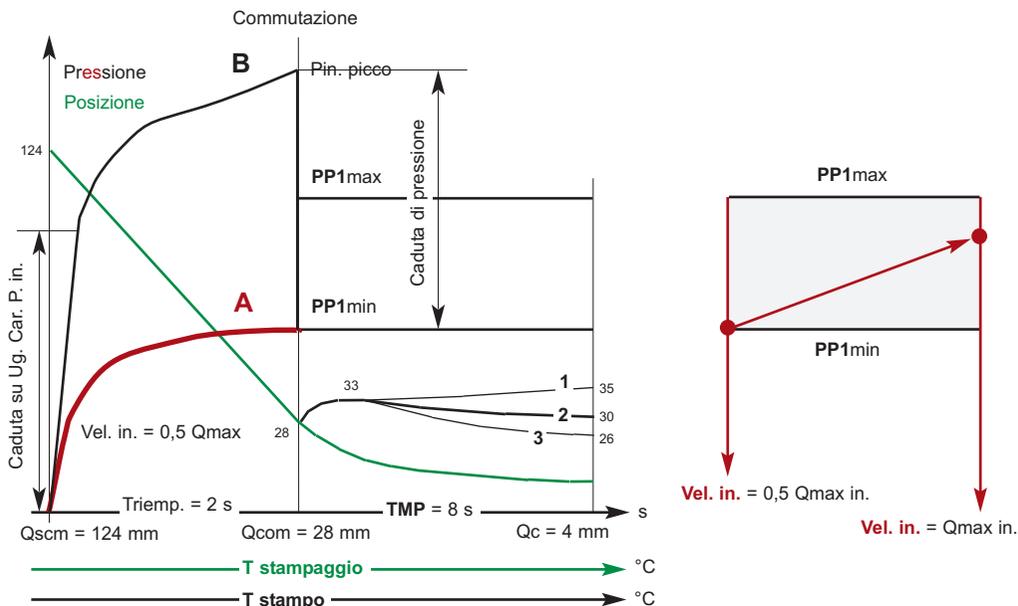
.....

.....

Tempo ciclo:

Tutti questi inconvenienti, dal più grave al meno grave, hanno come effetto un peggioramento qualitativo della fase di mantenimento, che **obbliga lo stampatore a ricercare condizioni instabili di stampaggio** per riuscire a produrre il pezzo con una qualità accettabile, privandolo però della possibilità di dosare il mantenimento; eliminando, cioè, un'ampia **finestra di stampaggio**.

RAPPRESENTAZIONE DELLA "FINESTRA DI STAMPAGGIO"



La **finestra di stampaggio ottimale** è compresa tra le due linee orizzontali: **PP1min** e **PP1max**, e le due verticali: **Vel. in. = 0,5 Qmax in.** e **Vel. in. = Qmax in.** Le **condizioni ottimali** della finestra di stampaggio sono:

- T stampaggio max della gamma consigliata;
- T stampo consigliata;
- Caduta di pressione = 0;
- **Vel. in. = 0,5 Qmax in.** in corrispondenza della **PP1min**;
- **Vel. in. = Qmax in.**, inferiore alla **PP1max**.

In queste condizioni, si ottengono i seguenti risultati:

- è possibile aumentare la **Vel. in.** per migliorare anche le proprietà estetiche;
- a pari Densità solida, il **TMP** è ridotto al minimo;
- è possibile dosare il **TMP** per ottenere le proprietà dimens. e mecc. desiderate;
- è possibile abbassare il tempo ciclo, riducendo il Triempim. e il **TMP**.

10.19. IL RITIRO DI STAMPAGGIO DEL PEZZO

Il **ritiro di stampaggio del pezzo**, espresso in % su una specifica dimensione, deve essere misurato **dopo 24 ore** dalla produzione del manufatto.

I valori di ritiro % si differenziano in **ritiro parallelo e perpendicolare alle fibre**. Tali valori sono riferiti allo spessore pezzo di **2 mm**; per altri spessori si devono richiedere al fornitore le curve di ritiro, in funzione dello spessore pezzo.

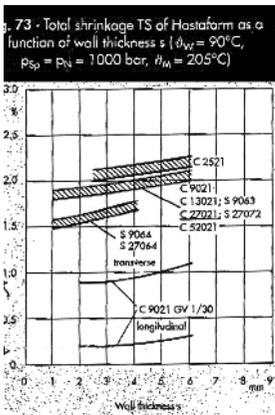
I parametri che maggiormente influiscono sul ritiro del pezzo sono i 5 parametri fondamentali dello stampaggio, la sezione del punto d'iniezione, lo spessore del pezzo e il massimo percorso di riempimento.

I valori di ritiro dati dal fornitore del materiale sono ottenuti con prove eseguite con valori corretti di Temperatura di stampaggio e Temperatura stampo, con Velocità d'iniezione calcolata con la massima velocità del fronte di avanzamento, con Pressione di mantenimento media tra la minima e la massima, e con un TMP totale fino al raggiungimento del peso massimo del pezzo.

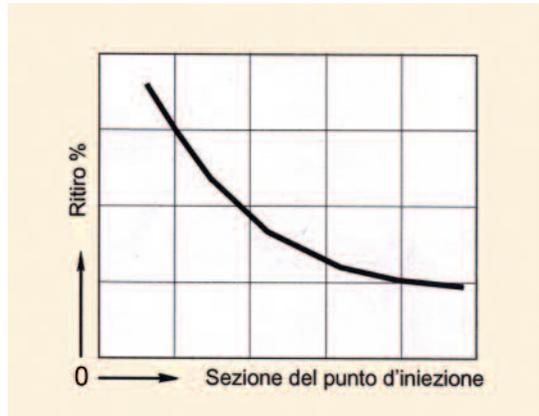
Con riferimento ai grafici di questa pagina e della successiva, quindi, si deve:

1. Verificare il valore di TMP di mantenimento in pressione (vedi punto 5.9.);
2. Verificare la temperatura di stampaggio (vedi punto 4.1.);
3. Verificare la temperatura dello stampo (vedi punto 7.2.);
4. Verificare la velocità massima di riempimento impronta (vedi punto 5.4.);
5. Verificare il valore di PP1 (vedi punto 5.8.);
6. Verificare la sezione del punto d'iniezione con la caduta di pressione;
7. Verificare i valori di ritiro relativi allo spessore pezzo (vedi curve di ritiro).

Il parametro più significativo, agli effetti del ritiro del pezzo è il TMP che, pur essendo il parametro più importante del programma stampo, spesso è difficilmente determinabile e lontano dal suo valore ottimale.



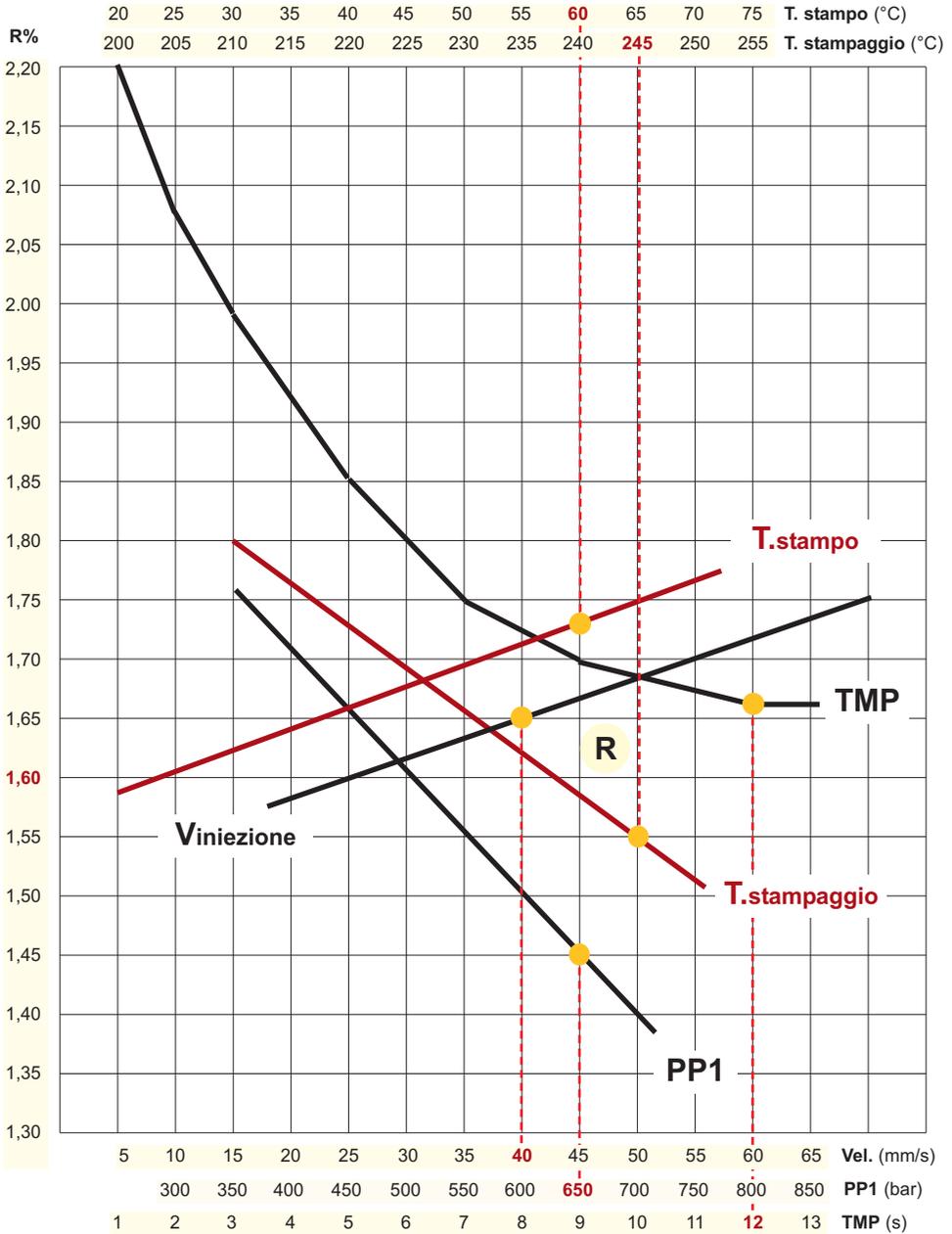
Esempio di curve di Ritiro % in funzione dello spessore pezzo.



Ritiro % in funzione della Sezione del punto d'iniezione.

10.20. IL RITIRO E I 5 PARAMETRI FONDAMENTALI

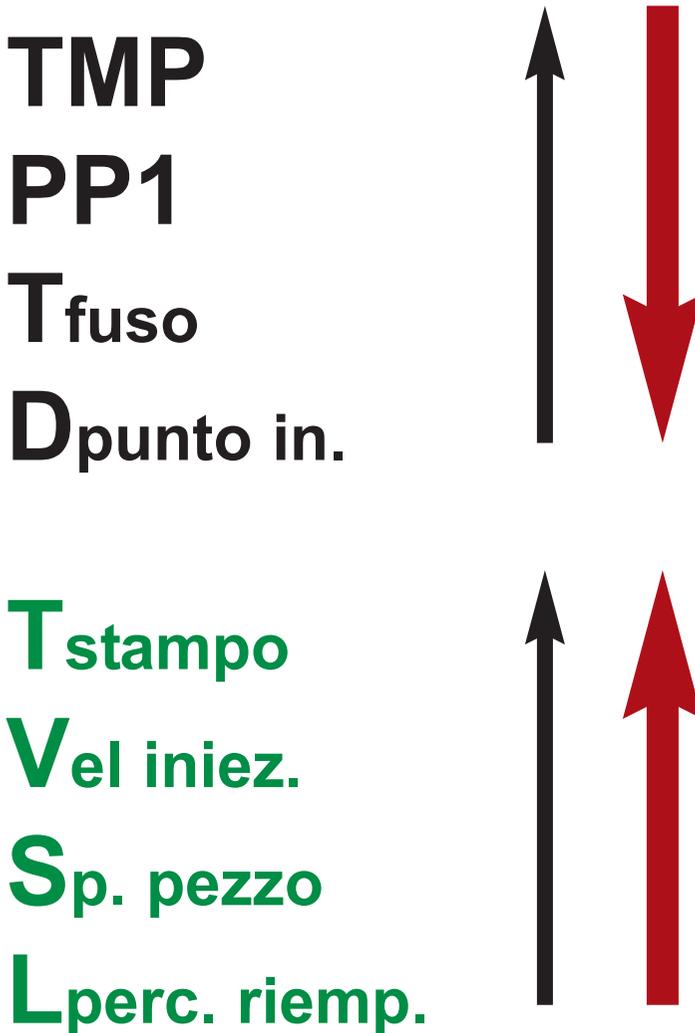
(Esempio: PP - spessore parete = 2 mm)



10.21. COME VARIA IL RITIRO: SCHEMA RIASSUNTIVO

In questo schema, sono posti i dati o i parametri che,
nelle due sezioni riportate:

nella prima, un incremento causa una diminuzione del Ritiro;
nella seconda, un loro incremento causa un aumento del Ritiro.



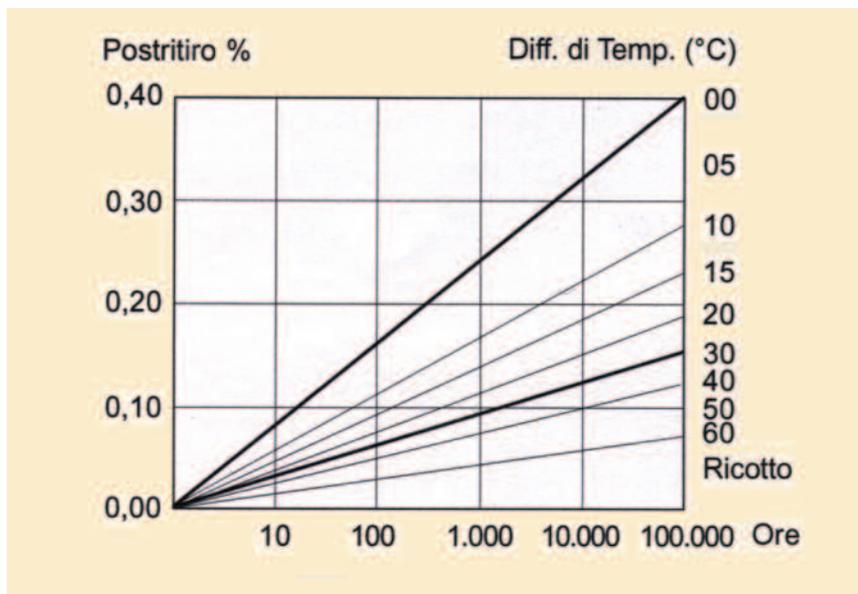
10.22. IL POST-RITIRO DI STAMPAGGIO PEZZO

Il **post-ritiro del pezzo**, espresso in % su una specifica dimensione, deve essere misurato **dopo tre mesi** dalla produzione del manufatto.

La causa principale di un valore elevato di post-ritiro è la **bassa temperatura dello stampo**, relativamente alla **temperatura di utilizzo** del pezzo.

La verifica, quindi, prevede le seguenti operazioni:

1. Misurare la temperatura delle superfici impronta dello stampo;
2. Chiedere, o presumere, la temperatura di utilizzo del pezzo;
3. Dalla differenza tra la temperatura dello stampo e quella di utilizzo del pezzo, entrare nel grafico sottostante e rilevare il valore di post-ritiro;
4. Per ridurre il post-ritiro, determinare la temperatura minima dello stampo, in funzione dello spessore parete pezzo;
5. Dal grafico sottostante, valutare la differenza di temperatura tra quella dello stampo e di utilizzo del pezzo e determinare la temperatura a cui si deve portare lo stampo per ottenere il valore di post-ritiro desiderato;
6. Portare lo stampo alla temperatura determinata al punto precedente e stampare più pezzi;
7. Per misurare il valore di post-ritiro, **attendere 3 mesi** per la sua misura.



Post-ritiro % in funzione della differenza tra la Temperatura stampo e la Temperatura di utilizzo finale del pezzo.

11. DIFETTI E AZIONI CORRETTIVE



Le fotografie di questo capitolo sono della ditta Lati.

11.1. DIFETTI FUNZIONALI E DIFETTI ESTETICI

Questo capitolo deve essere consultato solo dopo aver effettuato tutte le ottimizzazioni previste nel capitolo precedente.

DIFETTI FUNZIONALI

- 1.1. Pezzo **incompleto**
- 1.2. Pezzo **sotto peso**;
- 1.3. Pezzo **sotto-dimensionato**;
- 1.4. Pezzo **sovra-dimensionato**;
- 1.5. Pezzo **sovra-impaccato** con **bave** o **pellicole**;
- 1.6. Pezzo con **deformazioni** o **svergolamenti**;
- 1.7. Pezzo con **fessurazioni** o **criccate interne** (crazing);
- 1.8. Pezzo **fragile**.

DIFETTI ESTETICI

Estrazione

- 2.1. Pezzo tendente a **incollarsi allo stampo**;
- 2.2. Pezzo con **segni di materozza**;
- 2.3. Pezzo con **segni di estrazione**;
- 2.4. Pezzo con **deformazioni in estrazione**.

Corpo del pezzo

- 3.1. Pezzo con **linee di giunzione marcate e deboli**;
- 3.2. Pezzo con **goccia fredda** o **giunzione fredda**;
- 3.3. Pezzo con **avvallamenti** o **risucchi**;
- 3.4. Pezzo con **sfogliature, sfaldamenti** o **delaminazioni**;
- 3.5. Pezzo con effetto **rughe**;
- 3.6. Pezzo con effetto **diesel (bruciatura terminale)**;
- 3.7. Pezzo con formazione di **bolle d'aria**.

Superficie del pezzo

- 4.1. Superfici con **puntature scure, nere, lucenti e impurità**;
- 4.2. Superfici **disomogenee (opacità, ombre, lucentezza)**;
- 4.3. Superfici con effetti **buccia d'arancia**;
- 4.4. Superfici con **opacità e macchie al punto d'iniezione**;
- 4.5. Superfici con effetti di **getto libero (jetting)**.

Venature-striature superficiali del pezzo

- 5.1. Superfici con **venature da degradazione**;
- 5.2. Superfici con **striature per affioramento di fibre di vetro**;
- 5.3. Superfici con **striature da umidità**;
- 5.4. Superfici con **striature da aria inglobata**;
- 5.5. Superfici con **venature di colore**.

11.2. I PARAMETRI DI STAMPAGGIO E I DIFETTI SUL PEZZO

Forza di chius. bassa	Pezzo sovraimpaccato con bave o pellicole 1.5.
Forza di chius. elevata	Pezzo con effetto diesel 3.6.
Vel. rotaz. vite bassa	Pezzo con linee di giunzione marcate o deboli 3.1. Pezzo con formazione di bolle d'aria 3.7. Pezzo con superfici disomogenee lucide 4.2. Pezzo con venature di colore 5.5.
Vel. rotaz. vite alta	Pezzo con puntinat. scure, lucenti e impurità 4.1. Pezzo con venature da degradazione 5.1.
Q. stop car. m. bassa	Pezzo incompleto o non completam. formato 1.1. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3.
Q. cuscino bassa	Pezzo sotto-peso 1.2.
Q. cuscino alta	Pezzo fragile 1.8.
Temp. stampaggio bassa	Pezzo incompleto o non completam. formato 1.1. Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo fragile 1.8. Pezzo con segni di materozza 2.2. Pezzo con linee di giunzione marcate o deboli 3.1. Pezzo con effetto rughe 3.5. Pezzo con superfici disomogenee lucide 4.2. Pezzo con superfici a buccia d'arancia 4.3. Pezzo con opacità e macchie al p. iniezione 4.4. Pezzo con effetto jetting 4.5. Pezzo con striature e affior. di fibre di vetro 5.2.
Temp. stampaggio alta	Pezzo sovra-dimensionato 1.4. Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo con sfogliature, sfaldamenti, delamin. 3.4. Pezzo con puntinat. scure, lucenti e impurità 4.1. Pezzo con superfici disomogenee opache 4.2. Pezzo con venature da degradazione 5.1.
Temp. ugello non OK Contropress. bassa	Pezzo con goccia fredda o giunzione fredda 3.2. Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo con formazione di bolle d'aria 3.7. Pezzo con striature da aria inglobata 5.4. Pezzo con venature di colore 5.5.
Contropress. elevata	Pezzo con puntinat. scure, lucenti e impurità 4.1.

Risucchio elevato	<p>Pezzo fragile 1.8. Pezzo con goccia fredda o giunzione fredda 3.2. Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.</p>
Vel. d'iniezione bassa	<p>Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo con fessurazioni e cricature interne 1.7. Pezzo con linee di giunzione marcate o deboli 3.1. Pezzo con effetto rughe 3.5. Pezzo con brillantezza var. su linee giunzione 4.2. Pezzo con superfici a buccia d'arancia 4.3. Pezzo con striature e affior. di fibre di vetro 5.2. Pezzo con venature di colore 5.5.</p>
Vel. d'iniezione alta	<p>Pezzo sovra-dimensionato 1.4. Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo fragile 1.8. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con segni di materozza 2.2. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo con effetto diesel 3.6. Pezzo con formazione di bolle d'aria 3.7. Pezzo con puntinat. scure, lucenti e impurità 4.1. Pezzo con superfici disomogenee opache 4.2. Pezzo con opacità e macchie al p. iniezione 4.4. Pezzo con effetto jetting 4.5. Pezzo con venature da degradazione 5.1. Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.</p>
Press. d'iniez. bassa	<p>Pezzo incompleto o non completam. formato 1.1. Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo con linee di giunzione marcate o deboli 3.1. Pezzo con superfici a buccia d'arancia 4.3.</p>
Press. d'iniez. alta	<p>Pezzo con segni di materozza 2.2.</p>
Picco press. commut.	<p>Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo con fessurazioni e cricature interne 1.7. Pezzo fragile 1.8. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con segni di estrazione 2.3. Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4.</p>
PP1 troppo bassa	<p>Pezzo sotto peso 1.2. Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo con brillantezza var. sulle nervature 4.2. Pezzo con striature e affior. di fibre di vetro 5.2.</p>
PP1 troppo alta	<p>Pezzo sovra-dimensionato 1.4. Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo con fessurazioni e cricature interne 1.7.</p>

	<p>Pezzo fragile 1.8. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con segni di estrazione 2.3. Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4. Pezzo con brillantezza su estrattori e tasselli 4.2.</p>
PP2 troppo bassa	Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3.
PP2 troppo alta	Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1.
TMP basso	<p>Pezzo sotto peso 1.2. Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo con segni di materozza 2.2. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3.</p>
TMP elevato	<p>Pezzo sovra-dimensionato 1.4. Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo fragile 1.8. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con segni di estrazione 2.3. Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4. Pezzo con brillantezza su estrattori e tasselli 4.2. Pezzo con brillantezza var. sulle nervature 4.2. Pezzo con striature e affior. di fibre di vetro 5.2.</p>
Tempo di raffredd. basso	<p>Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4. Pezzo con goccia fredda o giunzione fredda 3.2.</p>
Temperat. stampo bassa	<p>Pezzo incompleto o non completam. formato 1.1. Pezzo sovra-dimensionato 1.4. Pezzo fragile 1.8. Pezzo con segni di materozza 2.2. Pezzo con linee di giunzione marcate o deboli 3.1. Pezzo con sfogliature, sfaldamenti, delamin. 3.4. Pezzo con effetto rughe 3.5. Pezzo con superfici disomogenee lucide 4.2. Pezzo con brillantezza var. su linee giunzione 4.2. Pezzo con superfici a buccia d'arancia 4.3. Pezzo con striature e affior. di fibre di vetro 5.2. Pezzo con striature da umidità 5.3.</p>
Temp. stampo alta	<p>Pezzo sotto-dimensionato 1.3. Pezzo sovra-impaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo con superfici disomogenee opache 4.2.</p>
Temp. stampo disunif.	<p>Pezzo con fessurazioni e cricature interne 1.7. Pezzo con segni di estrazione 2.3. Pezzo con brillantezza su estrattori e tasselli 4.2.</p>

11.3. LO STAMPO E I DIFETTI SUL PEZZO

Ritiro stampo basso	Pezzo sottodimensionato 1.3.
Ritiro stampo elevato	Pezzo sovradimensionato 1.4.
Chiusura sezioni strette	Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo a sup. venat. degrad. brune argenteo 5.1.
Canali alim. a sez. strette	Pezzo con deformazioni o svergolamenti 1.6. Pezzo a sup. venat. degrad. brune argenteo 5.1.
Punto d'iniezione stretto	Pezzo incompleto 1.1. Pezzo sottodimensionato 1.3. Pezzo sovrainpaccato con bave o pellicole 1.5. Pezzo fragile 1.8. Pezzo con segni di materozza 2.2. Pezzo con linee giunzione marcate e deboli 3.1. Pezzo con avvallamenti e risucchi 3.3. Pezzo a sup. opache e macch. al punto in. 4.4. Pezzo a sup. con effetto getto libero (jetting) 4.5.
Punto d'iniezione largo	Pezzo con venature di colore 5.4.
Punto d'iniezione errato	Pezzo con linee giunzione marcate e deboli 3.1. Pezzo a sup. con opacità, ombre, lucenti 4.2. Pezzo a sup. con effetto getto libero (jetting) 4.5. Pezzo con striature per affioram. fibre di vetro 5.2. Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.
Punto d'in. a spigoli vivi	Pezzo a sup. opache e macch. al punto in. 4.4. Pezzo a sup. con effetto getto libero (jetting) 4.5.
P. in. senza frangiflusso	Pezzo a sup. con effetto getto libero (jetting) 4.5.
Impronta con var. spess.	Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.
Impronta con spigoli vivi	Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.
Impr. con forti incisioni	Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.

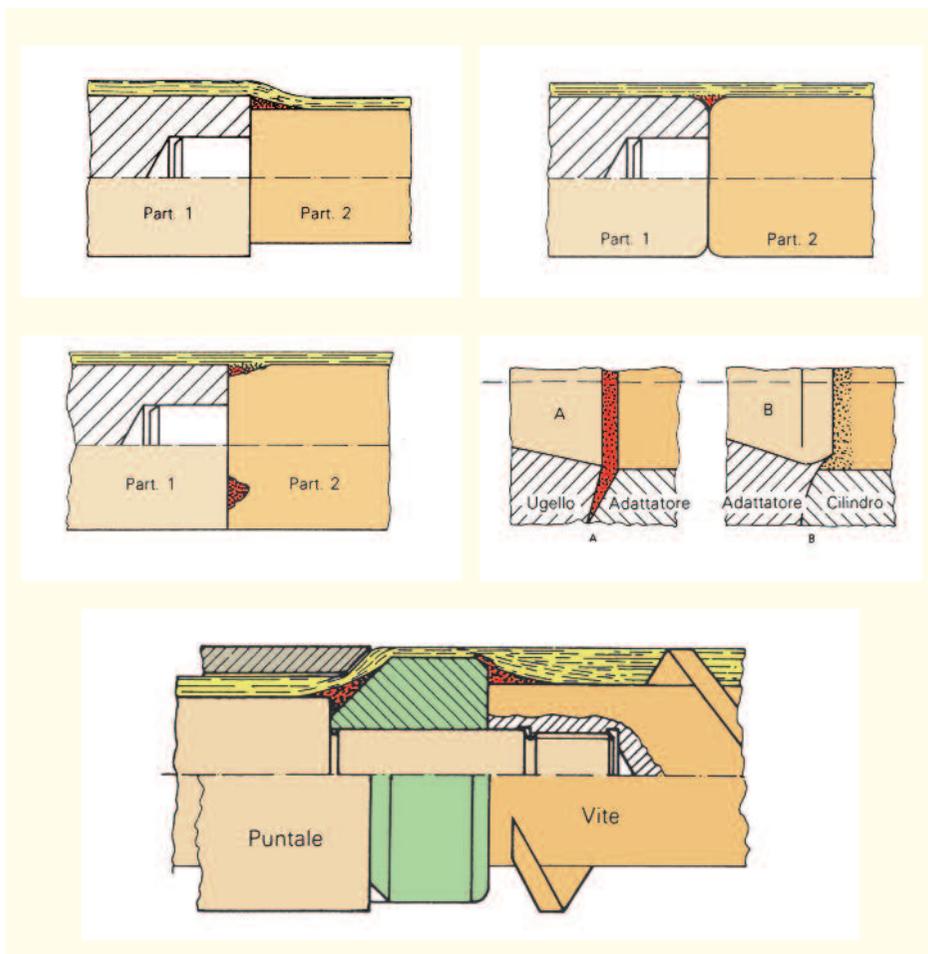
Canali caldi non OK	Pezzo a sup. venat. degrad. brune argenteo 5.1. Pezzo con striature per affioram. fibre di vetro 5.2.
Messa a punto non OK	Pezzo con fessurazioni e cricature 1.7.
Canali alimentaz. ruvidi	Pezzo fragile 1.8.
Canali alim. a spigoli vivi	Pezzo a sup. venat. degrad. brune argenteo 5.1. Pezzo con striature per affioram. fibre di vetro 5.2. Pezzo con striature da aria inglobata 5.4.
Materozza a sup. ruvide	Pezzo fragile 1.8.
Superf. impr. non lucide	Pezzo fragile 1.8. Pezzo tendente a incollarsi allo stampo 2.1. Pezzo a sup. con opacità, ombre, lucenti 4.2.
Spigoli non arrotondati	Pezzo fragile 1.8. Pezzo a sup. con opacità, ombre, lucenti 4.2.
Sfoghi d'aria non OK	Pezzo incompleto 1.1. Pezzo con effetto diesel 3.6.
Sfoghi d'aria insuffic.	Pezzo con linee giunzione marcate e deboli 3.1. Pezzo con effetto diesel 3.6.
Rigidità stampo insuff.	Pezzo con segni di estrazione 2.3. Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4.
Sist. di estraz. non OK	Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4.
Sist. di raffredd. non OK	Pezzo a sup. con opacità, ombre, lucenti 4.2.
Can. raffr. non ermetici	Pezzo con striature di umidità 5.3.
Conicità estr. non OK	Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4.
Conic. sottosq. non OK	Pezzo con deformazioni in estrazione 2.4.

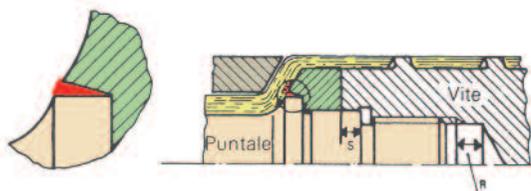
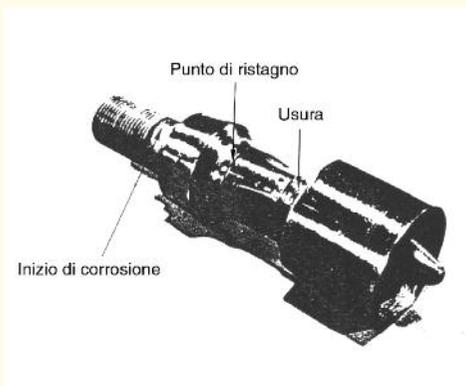
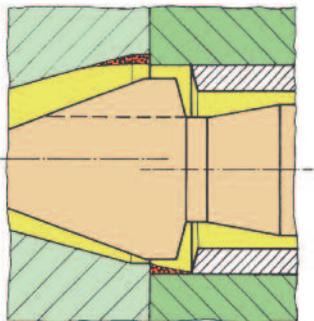
11.4. I PUNTI DI RISTAGNO

Col termine **punto di ristagno** viene indicato ogni ostacolo che, disturbando il regolare flusso della resina, offre al materiale **un punto in cui esso può ristagnare per un tempo prolungato e imprevedibile** che supera il tempo massimo di permanenza del materiale nella vite, provocando la degradazione della resina, con emissione di gas corrosivi, provocando una lunga serie di difetti sul pezzo, per di più in modo intermittente e imprevedibile.

Cause: gli accoppiamenti meccanici male eseguiti, una cattiva manutenzione, parti meccaniche non a misura, danneggiamenti sulle parti assemblate, corrosione o usura delle parti meccaniche, ecc..

Gli schizzi che seguono illustrano le cause più comuni dei **punti di ristagno**.





li sintomi per diagnosticare i **punti di ristagno**, sono gli effetti negativi sul fuso, sui pezzi stampati, sul gruppo cilindro-vite e sullo stampo.

Problemi sul fuso:

1. Formazione di schiuma;
2. Formazione di gas;
3. Striature scure;
4. Alimentazione irregolare.

Problemi sui pezzi stampati:

5. Qualità scadente (elevato numero di scarti);
6. Fragilità;
7. Scarso riempimento;
7. Difetti superficiali;
8. Bave;
9. Sfiammature;
10. Punti neri.

Problemi sul gruppo cilindro-vite e sullo stampo:

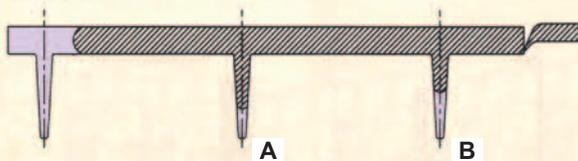
11. Depositi nello stampo;
12. Corrosione dello stampo;
13. Corrosione dell'unità d'iniezione;
14. Elevata usura del cilindro;
15. Elevata usura dell'attrezzatura in genere.

11.5. DIFETTI FUNZIONALI

1.1. Pezzo incompleto o non completamente formato

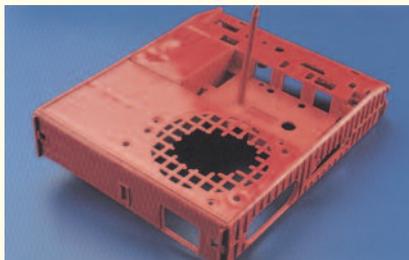
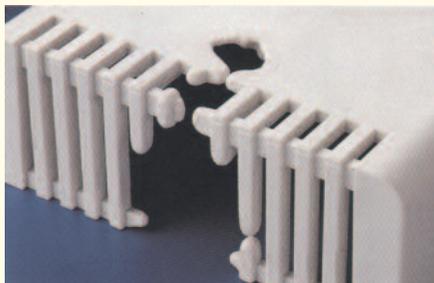
Il pezzo non appare nella sua completezza di forme ma, in particolare all'estremità del percorso di scorrimento o nei punti di pareti sottili, presenta mancanze di materiale anche tra loro diverse da un pezzo all'altro:

- a – Verificare se si deve **aumentare** il dosaggio del materiale (cuscinetto);
- b – Verificare se si può **elevare** la temperatura del cilindro di plastificazione;
- c – Verificare se si può **elevare** il valore della contropressione;
- d – Verificare se si può **elevare** la temperatura dello stampo;
- e – Verificare se si può **elevare** la temperatura dell'ugello;
- f – Verificare se si può **elevare** la velocità d'iniezione;
- g – **Elevare il valore della pressione d'iniezione**, oppure creare **un picco**, in corrispondenza del punto di commutazione (solo, però, se esistono difficoltà di riempimento nella parte finale del percorso di flusso);
- h – Verificare se il foro uscita materiale dell'ugello è parzialmente **intasato**;
- i – Utilizzare ugelli con foro di uscita materiale di **sezione maggiorata**;
- l – Verificare la **centratura** dello stampo;
- m – **Verificare se si deve aumentare la sezione del punto d'iniezione**;
- n – **Verificare il corretto funzionamento degli sfoghi d'aria di impronta**;
- o – **Eseguire nuovi sfoghi d'aria nell'impronta, se necessario.**



Problemi di riempimento (punti A e B) per insufficiente sfogo di **aria** o di **gas**.

Esempi di pezzi **incompleti**.



1.2. Pezzo sotto peso

Il pezzo, con questo difetto, pur apparendo nella sua completezza di forme, non raggiunge il valore corretto del peso corrispondente alla sua densità solida.

- a – **Controllare** che il cuscinetto non sia ridotto a zero;
- b – **Aumentare** il TMP (tempo di mantenimento in pressione);
- c – **Aumentare** il valore di Post-pressione 1 fino al massimo consentito;
- d – **Aumentare** il TMP corrispondente al nuovo valore di PP1.

1.3. Pezzo sotto-dimensionato

Il pezzo **sotto-dimensionato**, evidentemente, può essere anche sotto peso, ma, in questo caso, ciò che è più vincolante sono le sue dimensioni che devono rientrare nelle tolleranze prescritte.

- a – Verificare il **ritiro adottato sullo stampo** e confrontarlo con quello del materiale;
- b – **Aumentare** la temperatura di stampaggio;
- c – **Aumentare** il valore di contropressione;
- d – **Aumentare** la velocità d'iniezione;
- e – **Aumentare** la pressione d'iniezione;
- f – **Aumentare** il valore di Post-pressione 1;
- g – Verificare se si può **aumentare** il TMP (tempo di mantenimento);
- h – **Diminuire** la temperatura dello stampo;
- i – **Allargare il punto d'iniezione.**

1.4. Pezzo sovra-dimensionato

Il pezzo **sovra-dimensionato** è un problema più semplice del precedente. Anche in questo caso, prima di prendere in considerazione eventuali modifiche dello stampo, si cercherà di modificare i parametri di stampaggio che possono risolvere questo difetto.

Cause: ritiro adottato sullo stampo elevato; temperature troppo elevate; velocità d'iniezione elevate; pressioni di mantenimento elevate; TMP elevato; temperatura stampo bassa;

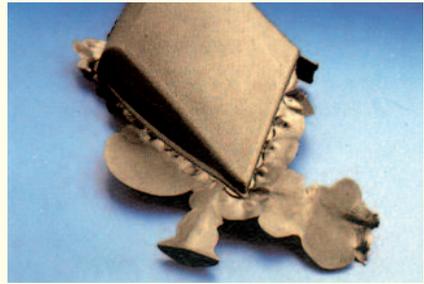
- a – Verificare il **ritiro adottato sullo stampo** e confrontarlo con quello del materiale usato;
- b – **Ridurre** la temperatura di stampaggio;
- c – **Ridurre** la velocità d'iniezione;
- d – **Ridurre** la pressione d'iniezione;
- e – **Ridurre** il valore di Post-pressione 1;
- f – **Ridurre** il TMP (tempo di mantenimento);
- g – **Aumentare** la temperatura dello stampo;

1.5. Pezzo sovrainpaccato con bave o pellicole

Questo difetto si manifesta con la formazione di pellicole di materiale plastico su fessure dello stampo, come ad esempio **i piani di separazione**, o in corrispondenza degli **estrattori** o degli **sfoghi d'aria**. Le bave che si possono creare sul manufatto possono avere dimensioni e ampiezze delle più varie.

Attenzione: la formazione di bave, durante lo stampaggio, anche per breve tempo, può danneggiare le superfici del piano di separazione dello stampo.

- a – Verificare se esistono **problemi di chiusura** dello stampo;
- b – Verificare se si deve **aumentare la forza di chiusura** dello stampo;
- c – **Eliminare il picco di pressione** d'iniezione, alla commutazione;
- d – **Ridurre** la temperatura di stampaggio;
- e – **Ridurre** la velocità d'iniezione in riempimento (profilo lento-veloce);
- f – **Anticipare** il punto di commutazione;
- g – **Ridurre** il valore della pressione di mantenimento (PP1);
- h – **Ridurre** il valore del TMP (solo per materiali amorfi);
- i – **Ridurre** la temperatura dello stampo;
- l – **Ritoccare lo stampo nell'ambito delle superfici di separazione.**



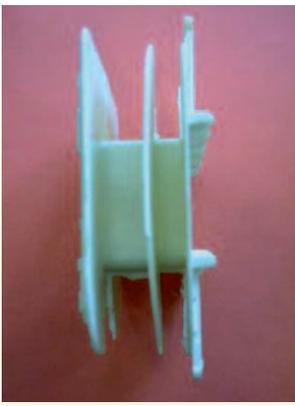
Esempi di pezzi **sovrainpaccati** con **bave** o **pellicole**.

1.6. Pezzo con deformazioni o svergolamenti

Il pezzo presenta **deformazioni** o **svergolamenti** quando le sue superfici non rispettano il loro parallelismo o la perpendicolarità, e presentano distorsioni angolari, ondulazioni, concavità, bombature che, oltre ad una sgradevole estetica, riducono notevolmente le proprietà meccaniche del pezzo.

Cause: le **tensioni interne** che si creano durante il riempimento dell'**impronta**, e che non vengono eliminate, durante la fase di mantenimento in pressione; chiusura sezioni di cristallini; temperatura di stampaggio elevata; velocità e pressioni d'iniezione alte; spessori diversi con diversi ritiri.

- a – Verificare l'eventuale **chiusura di sezioni, coi** materiali cristallini. In questo caso non rimane che modificare lo stampo (vedi sotto);
- b – Verificare se si può **diminuire** la temperatura di stampaggio;



Esempi di pezzi con **deformazioni** o **svergolamenti**.

- c – **Ridurre** la velocità d'iniezione;
- d – **Diminuire** o **eliminare** l'eventuale picco di pressione d'iniezione;
- e – **Verificare** i valori di Post-pressione e relativi tempi;
- f – Verificare se si può **diminuire** la temperatura dello stampo, o se è possibile differenziare la temperatura, in funzione degli spessori dell'impronta, aumentando quelle degli spessori inferiori e diminuendo le superiori;
- g – Verificare se si deve **aumentare** il tempo di raffreddamento;
- h – **Spostare il punto d'iniezione, ponendolo sullo spessore del pezzo più grande;**
- i – **Inserire delle nervature che, dal punto d'iniezione, conducono agli spessori più grandi, per non abbandonarli in mantenimento;**
- l – **Allargare la sezione dei canali equagliandoli allo spessore più grande del manufatto;**
- m – **Raccordare circolarmente il canale di alimentazione materiale in prossimità del punto d'iniezione per impedire che si chiuda la sezione più sottile.**

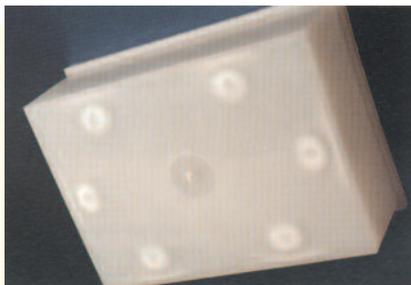
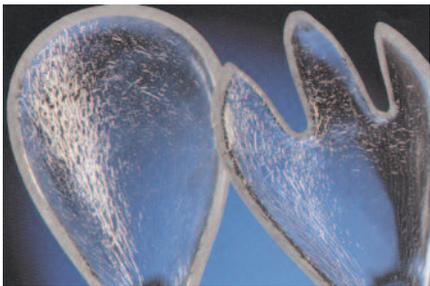
1.7. **Pezzo con fessurazioni o criccate interne (crazing)**

La tendenza alla **fessurazione** è un fenomeno generale dei materiali **termoplastici a basso allungamento alla rottura o a ridotta resistenza meccanica**, ed è riscontrabile nella maggior parte dei polimeri elevati.

Cause: queste fessurazioni sono in genere localizzate, per dei motivi geometrici, nelle zone sottoposte ad una **concentrazione di sollecitazioni** la cui entità dipende dalla velocità di deformazione. I fattori della fessurazione, durante lo stampaggio, sono le **microcavità**, le **sollecitazioni meccaniche**, le **sollecitazioni termiche**, dovute a **surriscaldamenti locali** ed a **temperature elevate**, e le **sollecitazioni chimiche** che si generano per effetto dei **solventi, vapori o gas corrosivi**.

Le tensioni interne sono, generalmente, determinate da: un **irregolare raffreddamento** del fuso; **condizioni di flusso particolarmente severe**; **processi di espansione** (espansione del manufatto sovra-impaccato in cavità che fessurano lo strato esterno all'estrazione).

Le incrinature o fessurazioni, spesso molto sottili e multiple, **possono apparire anche dopo qualche settimana dalla produzione del manufatto**, oppure,



*Esempi di pezzi con
fessurazioni o criccate.*



in presenza di solventi, soluzioni alcaline, grassi, ecc., possono causare il “**crazing**” sui manufatti anche dopo periodi molto più lunghi d’impiego.

Rimedi: **migliore qualità del fuso; limitare la temperatura della massa, ridurre la velocità e la pressione d’iniezione, ottimizzare i valori della Post-pressione e i relativi tempi**, e ancora, verificare la sezione del punto d’iniezione per ridurre eventuali surriscaldamenti indesiderati.

Con incrinature biancastre, con forti deformazioni durante l’uso

- a – Ridurre le sollecitazioni meccaniche, eseguendo piegature di cerniere a caldo o dopo il condizionamento.

Se il manufatto è sovra-impaccato

- a – **Anticipare la commutazione**, per evitare il picco di pressione;
- b – **Ridurre** il valore della postpressione 1;
- c – **Ridurre** la temp. d’estrazione, aumentando il tempo di raffreddamento.

Se il manufatto è di tipo semi-cristallino:

- a – **Ottimizzare** la temperatura dello stampo;
- b – **Assicurare** una temperatura stampo uniforme ed equilibrata;
- c – **Ottimizzare** la temperatura della massa;
- d – **Ridurre** la Postpressione 1;
- e – **Aumentare** la velocità d’iniezione;
- f – **Assicurare un riempimento di cavità uniforme;**
- g – **Modificare la geometria del manufatto.**

Se il manufatto è di tipo amorfo

- a – **Ottimizzare** la temperatura dello stampo;

- b – **Assicurare** una temperatura stampo uniforme ed equilibrata;
- c – **Ottimizzare** la temperatura della massa;
- d – **Ridurre** la Postpressione 1;
- e – **Aumentare** la velocità d’iniezione (quando il pezzo non sia impaccato);
- f – **Assicurare** un riempimento di cavità uniforme.
- g – **Ridurre** il tempo di raffreddamento;
- h – **Modificare la geometria del manufatto.**

Se si può impiegare un altro tipo di materiale

- a – **Usare un materiale semi-cristallino (resiste meglio alle tensioni);**
- b – **Usare un materiale ad alto peso molecolare.**

1.8. **Pezzo fragile**

La fragilità è un difetto funzionale grave che riduce la resistenza all’urto del pezzo, ed ha, purtroppo, una molteplicità di cause che rendono complessa e laboriosa la ricerca delle condizioni di stampaggio in grado di eliminarla, o di farla rientrare entro valori accettabili.

Cause: la fragilità, opposto della resistenza all’urto, dipende da:

- **forma del pezzo;**
- **caratteristiche** del materiale;
- **corretta pre-essiccazione** per ridurre il contenuto di umidità;
- **presenza di macinato e di contaminazione;**
- **qualità del fuso** e presenza di **materiale degradato, bruciato, ossidato;**
- **orientamento molecolare;**
- **tensioni interne**, le eventuali **porosità e linee di giunzione;**
- **temperatura dello stampo troppo bassa;**
- **sollecitazioni generate nel pezzo durante l’estrazione dallo stampo.**

- a – Verificare la **pre-essiccazione** del materiale per ridurre l’umidità (**aumentare** il suo tempo);
- b – Verificare che la **percentuale di macinato** non sia eccessiva;
- c – Verificare che non vi sia **materiale misto o contaminato** nel cilindro;
- d – Verificare la **velocità di rotazione vite** (se possibile, **ridurla**);
- e – **Aumentare** la temperatura del cilindro di plastificazione;
- f – Verificare la contropressione (diminuirli se possibile);
- g – Verificare il risucchio post-trafila (se utilizzato);
- h – **Ridurre** la velocità d’iniezione;
- i – **Ridurre** o **eliminare** il picco di pressione d’iniezione;
- l – Verificare se si può **ridurre** la pressione di mantenimento PP1;
- m – Verificare se si può **ridurre** il TMP;
- n – Verificare se si può **ridurre** la pressione di mantenimento PP2;
- o – **Ridurre**, se possibile, il cuscinetto di materiale;
- p – **Aumentare** la temperatura dello stampo;
- q – **Ridurre** la velocità iniziale di apertura stampo;
- r – Usare delle **sostanze distaccanti**;
- s – **Lucidare la sede della materozza, i canali e i punti d’ingresso del materiale nell’impronta;**
- t – **Aumentare la sezione del punto d’iniezione dell’impronta;**
- u – **Lucidare lo stampo, arrotondare gli spigoli.**

12. LA CURVA DI VISCOSITÀ REALE

Per indicare la scorrevolezza e la viscosità del materiale, generalmente, sono forniti i dati MFI (Melt Flow Index), MFR (Melt Flow Rate) o la Curva di viscosità.

Mentre i dati MFI e MFR sono relativi a velocità di taglio estremamente basse, quelli forniti dalla Curva di viscosità coprono un'ampia gamma che comprende le viscosità alle velocità di taglio caratteristiche dello stampaggio ad iniezione. La Curva di viscosità può essere rilevata con diversi sistemi di misura, principalmente con rotoviscosimetri e capillari di vario tipo e, a seconda del sistema utilizzato, i risultati sono tra loro diversi. Per questo fatto, la curva viene chiamata **Curva di viscosità apparente**, la quale può coincidere o scostarsi dai valori di viscosità che si riscontrano sulla pressa, nei diversi passaggi materiali in cavità stampo.

12.1. LA CURVA DI VISCOSITÀ REALE

Solitamente, la Curva di viscosità viene fornita dal produttore del materiale, ma sia nel caso in cui questo non avvenga, oppure per l'utilizzo di materiali in parte o totalmente riciclati, può sorgere la necessità di rilevare in proprio questa curva su una pressa della produzione. In questo caso, la chiameremo: **Curva di viscosità reale**, per il fatto che essa è un risultato della realtà del processo di stampaggio.

È doveroso, però, farsi una domanda: che differenza fa disporre di una Curva apparente o reale se non si sa come utilizzarla in modo scientifico, cioè, se l'uso della Curva non mi porta ad un risultato numerico col quale io mi possa confrontare con la realtà dello stampaggio?

Inoltre: poiché ciò che interessa della curva sono i valori di viscosità nei vari passaggi materiali in cavità stampo, come si fa a determinare la viscosità in uno di questi passaggi, ad esempio: nella carota, in un canale, in un punto d'iniezione, o in figura? Se avendo la Curva, non si riesce a risalire ai valori di viscosità, partendo da una condizione di processo reale, allora, a cosa serve avere la Curva di viscosità, sia essa apparente o reale?

È risaputo che molti software di simulazione utilizzano la Curva di viscosità per effettuare calcoli estremamente sofisticati e di grande utilità, per prevedere il flusso del materiale in fase di riempimento dell'iniezione. Ma tali simulazioni, però, danno indicazioni sul flusso ma non forniscono dei dati numerici che si confrontano con la realtà esistente sulla pressa.

Un'ultima domanda: è possibile usare la Curva di viscosità per ricavare dei dati tecnici che non solo si confrontino con la realtà dello stampaggio, ma che siano utili per creare condizioni più favorevoli per la qualità e il profitto?

La risposta è positiva, ma, in questo caso, serve la **Curva di viscosità reale**.

12.2. LO SCOPO DELLA CURVA DI VISCOSITÀ REALE

Lo scopo fondamentale dell'utilizzo della Curva di viscosità reale è quello di creare le condizioni per uno stampaggio ottimale, dimensionando le cavità stampo e creando programmi stampo, in modo completamente scientifico.

L'obiettivo di questi calcoli è quello di ridurre le pressioni d'iniezione, al punto di commutazione, per aumentare la velocità d'iniezione in riempimento e in mantenimento, per potenziare al massimo **la fonte principale della qualità**, nei suoi tre aspetti (proprietà estetiche, meccaniche, dimensionali) e nelle sue tre condizioni (qualità minima accettabile, ripetibile, migliorabile).

La fonte principale della qualità è rappresentata dal **valore medio della velocità d'iniezione nella fase di mantenimento** la quale garantisce un ampio margine di manovra nel raggiungere la qualità nelle migliori condizioni.

Raggiungere, inoltre, la qualità minima accettabile nel tempo più breve possibile, significa anche massimizzare il profitto.

12.3. COME RILEVARE LA CURVA DI VISCOSITÀ REALE

Gli strumenti che servono sono:

1. una pressa;
2. un ugello dedicato;
3. 5 Kg circa di materiale;
4. un tempo di circa 30 minuti;
5. i calcoli effettuati dal Modulo software "Curva Viscosità Reale";
6. la rappresentazione della Curva su supporto cartaceo.

- **La pressa** può essere di tipo idraulico, elettrico, All-electric; i controlli delle pressioni e delle portate possono essere di tipo digitale o proporzionale. Della pressa serve il diametro della vite di plastificazione (D), il rapporto tra la pressione specifica e quella idraulica (Psi/Pi) (non serve se la pressa è All-electric); inoltre, la portata massima della pressa deve essere intorno ai 250-300 cm³/s.

- **L'ugello**, generalmente, è di diametro 2,5 mm e di lunghezza 10 mm, ma questi dati possono variare a seconda della viscosità del materiale.

- **Il materiale** necessario può essere contenuto entro i 5 Kg.

- **Il tempo** di durata della prova, generalmente di circa 30 minuti, dipende anche dalla eventuale necessità di pre-essicare il materiale.

- **I calcoli**, indispensabili per ottenere in modo rapido e corretto i valori di viscosità della Curva, sono effettuati dal Modulo software: "Curva Viscosità Reale".

- **La rappresentazione** della Curva può essere eseguita direttamente sulla schermata del Modulo software, oppure può essere riprodotta su supporto cartaceo di dimensioni desiderate.

13. IL SOFTWARE BENJAMIN

Il software di calcolo automatico Benjamin è lo strumento scientifico col quale si massimizzano le fonti della qualità e del profitto.

La pagina iniziale mette in evidenza il fatto che questo software è già attivo nei settori dello stampaggio dei termoplastici e delle gomme naturali e sintetiche.



Selezionando il software per i termoplastici, appare la schermata dei Moduli presenti nel sistema che è previsto per una o due iniezioni:

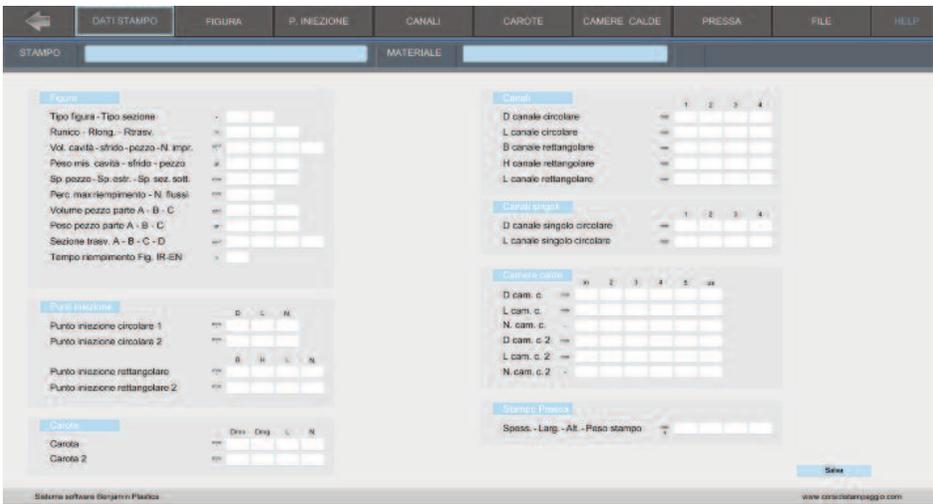


13.1. IL MODULO “DIMENSIONAMENTO”

Questo modulo serve per dimensionare le cavità stampo con una configurazione massima composta da: ugello, camere calde, carota, canali, punti d'iniezione e figura. Lo scopo di questa ottimizzazione è di consentire la portata massima in figura con una pressione alla commutazione che non superi la Postpressione massima del materiale. Questa condizione potenzia al massimo la fonte principale della qualità e del profitto.

Per assolvere a questo compito, il Modulo contiene le schermate dedicate a: dati stampo, figura, punti iniezione, canali, carota, camere calde e pressa.

Vi è inoltre la sezione “File” in cui si può: salvare immagini, eseguire PDF, salvare in automatico dei PDF sviluppati dai Moduli “Dimensionamenti” e “Prova stampo” e gestire files STP per visualizzazioni 3D.

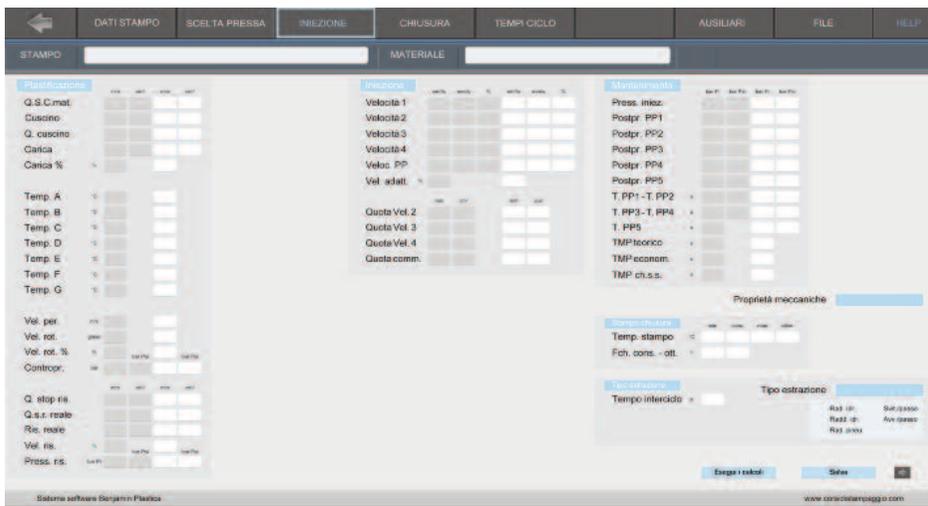


La schermata “Dati pressa” del Modulo “Dimensionamenti”.

13.2. IL MODULO “PROVA STAMPO”

Dopo aver ottimizzato i dimensionamenti dei passaggi materiale dello stampo, si procede con il calcolo di tutti i parametri che compongono il programma stampo, con il Modulo “Prova stampo”.

Questo modulo è composto dalle schermate dedicate a: dati stampo, scelta pressa ottimale, parametri plastificazione e iniezione, chiusura, tempi ciclo e ausiliari.



La schermata “Iniezione” del Modulo “Prova stampo”.

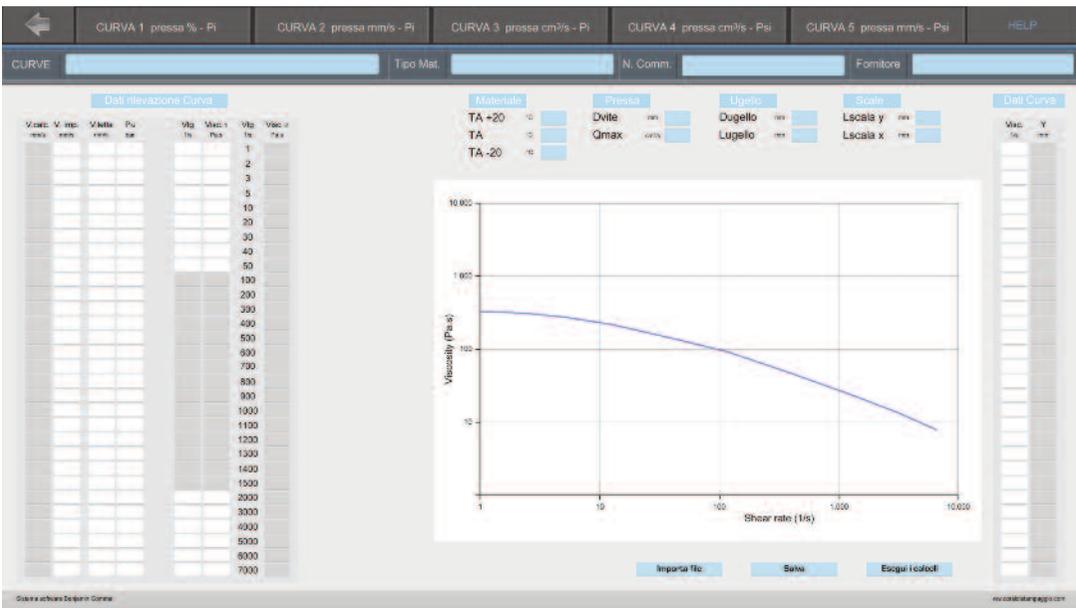
Nella schermata “Ausiliari” si possono modificare i parametri pressa soggetti ad usura e si accede all’archivio difetti e azioni correttive per eventuali consigli sul come affrontare e risolvere certi difetti del pezzo. Anche in questo Modulo, appare la sezione “File”.

13.3. IL MODULO “CURVA VISCOSITÀ REALE”

Questo Modulo, costituito da diverse schermate, dedicate al tipo di pressa utilizzata per la prova, è parte integrante del sistema software Benjamin, ma può essere utilizzato anche come Modulo a se stante, per lo specifico uso del rilevamento della Curva di viscosità reale.

Il Modulo fornisce 30 valori di viscosità, in corrispondenza di altrettanti valori predefiniti di velocità impostate, oppure in presenza di almeno una ventina di questi valori. Scelta la pressa per la prova, si seleziona la schermata, in funzione delle unità di misura delle velocità e delle corrispondenti pressioni disponibile sulla macchina. Poi, si inseriscono i dati del materiale: Tipo, Nome commerciale, fornitore, Temperatura di stampaggio e le due superiore e inferiore di 20°C; i dati pressa: Diametro vite, Velocità massima iniezione, e rapporto Psi/Pi; i dati ugello: Diametro e lunghezza; e i valori delle scale logaritmiche degli assi X e Y del grafico.

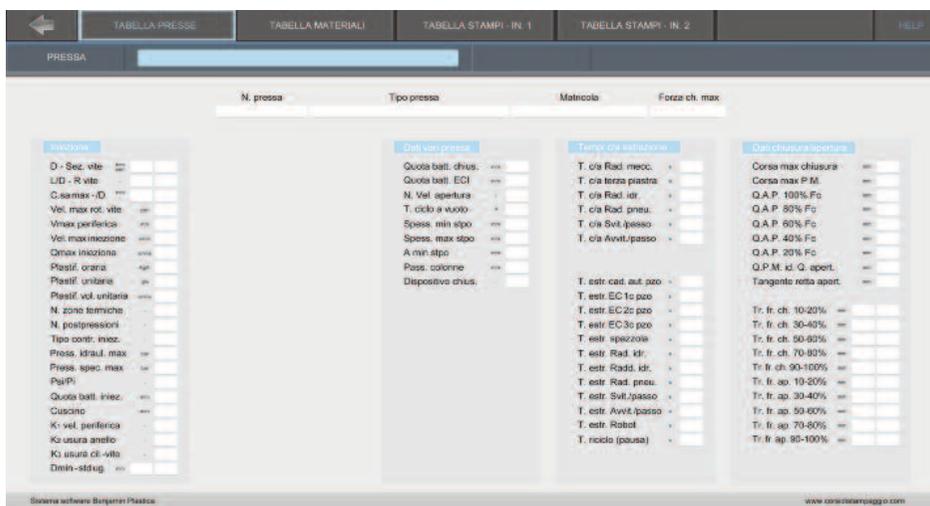
Impostate le velocità e rilevati i corrispondenti valori reali insieme a quelli di pressione, si eseguono i calcoli e poi si rappresenta la Curva, sul grafico della schermata.



Una delle 5 schermate del Modulo “Curva viscosità reale”.

13.4. IL MODULO “VISUALIZZAZIONE TABELLE”

Serve per visualizzare tutti i dati delle Tabelle presse, materiali e stampi. La schermata sottostante è relativa alla Tabella presse del Cliente.





Adessa Injection Moulding Knowledge

Via Sant'Antonio, 28

Brescia 25133

Tel. 377 5161732

E-mail adessa.luca@gmail.com

www.corsidistampaggio.com

www.softwarestampaggio.com