



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Prima sessione 2025

PRIMA PROVA SCRITTA DEL 25 LUGLIO 2025

SETTORE INDUSTRIALE

Tema n. 1:

Il/La Candidato/a descriva le caratteristiche, la sostenibilità e l'efficienza tecnologica della produzione di energia elettrica in relazione alle diverse tecnologie di conversione dell'energia. Si faccia riferimento in modo qualitativo al mix energetico italiano o ad uno dei paesi dell'Unione Europea. Come cambierebbe lo scenario se si considerasse un paese in forte sviluppo come l'India?

Tema n. 2:

Lo stampaggio a iniezione è uno dei processi più diffusi e versatili per la produzione di componenti in materie plastiche, ampiamente utilizzato in numerosi settori industriali grazie alla sua capacità di produrre in serie pezzi con geometrie complesse, tolleranze elevate e finiture superficiali di qualità. La sua efficienza e ripetibilità dipendono da molteplici fattori, tra cui la corretta gestione dei parametri di processo, la progettazione accurata dello stampo e la scelta del materiale più adatto. Nell'analisi delle fasi di stampaggio e dei principali parametri, è fondamentale comprendere le cause e le modalità di prevenzione dei difetti più comuni per garantire la qualità del prodotto finale e ottimizzare i tempi e i costi di produzione.

Il/La Candidato/a:

1. Descriva il processo di stampaggio a iniezione, illustrandone le fasi principali e il funzionamento delle presse ad iniezione;
2. Elenchi e descriva i principali parametri di processo che influenzano la qualità del pezzo stampato;
3. Spieghi quali sono i principali difetti comuni nello stampaggio a iniezione e quali sono le cause di ciascuno.

Tema n. 3:

Il/La Candidato/a illustri quali sono i componenti principali di un sistema di misura soffermandosi sulle funzionalità di ognuno. Il candidato descriva le principali caratteristiche e criticità da tenere in considerazione quando si deve progettare un sistema di misura riferendosi ad ogni blocco che lo compone (trasduttore, sistema di acquisizione, sistema di analisi dati).

Tema n. 4:

Si illustrino le differenze tra le lavorazioni per asportazione di truciolo e quelle per deformazione plastica delle leghe metalliche, con particolare riferimento agli effetti di ciascun processo sulla produzione di semilavorati e prodotti finiti. Si mettano in evidenza le principali applicazioni industriali delle due tipologie di lavorazione.

Tema n. 5:

Con riferimento al dimensionamento e/o alla verifica di alcuni componenti in ambito automotive, il/la candidato/a descriva:

1. Il caso di un supporto motore soggetto a carichi statici, illustrando i principali criteri di resistenza utilizzati per organi meccanici sollecitati multiassialmente. Si analizzi inoltre come i difetti metallurgici presenti nei materiali metallici influenzino la scelta dei coefficienti di sicurezza nella progettazione meccanica.
2. Il caso di un albero motore, illustrando i principali approcci per la verifica a fatica di organi meccanici soggetti a sollecitazioni cicliche e multiassiali. Si descrivano inoltre le fasi principali del danneggiamento a fatica e si valuti come parametri ambientali, tecnologici e metallurgici influenzino il comportamento a fatica e la vita utile dei componenti rotanti.

Tema n. 6:

Il/la candidato/a esponga una panoramica dei riferimenti legislativi e normativi, dei principi, delle metodologie e degli strumenti operativi impiegabili nella gestione di salute e sicurezza sul lavoro in un impianto industriale.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Prima sessione 2025

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 1° AGOSTO 2025

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM-25 - Ingegneria dell'automazione

LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare

LM-31 - Ingegneria gestionale

LM-33 - Ingegneria meccanica

Tema n. 1 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

La/il candidata/o analizzi e descriva le principali caratteristiche di una pompa di calore, con riferimento sia agli aspetti termodinamici sia a quelli impiantistici. Indichi inoltre, i criteri di dimensionamento relativi ai principali componenti di tali impianti.

Tema n. 2 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Un'azienda sta valutando la sostituzione di un carter protettivo in lega d'alluminio, utilizzato in un sistema meccanico soggetto a vibrazioni e temperatura operativa fino a 100 °C, con un materiale plastico tecnico per ottimizzare costi e alleggerire il sistema.

La/il candidata/o:

1. Definisca il metodo di scelta del materiale alternativo, illustrando quali parametri devono essere considerati (meccanici, termici, ambientali, economici);
2. Confronti due materiali polimerici potenzialmente adatti evidenziandone vantaggi e limiti rispetto alla lega di alluminio;
3. Proponga una metodologia di progettazione specifica per componenti polimerici che includa analisi di flusso e analisi di tipo strutturale;
4. Descriva quali verifiche devono essere svolte in fase di validazione del nuovo progetto, sia dal punto di vista del materiale che della funzionalità del componente in esercizio.

Tema n. 3 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Il/La candidato/a illustri e descriva in dettaglio i diversi passaggi necessari alla progettazione e alla realizzazione di una cella di carico estensimetrica (il cui schema è indicato in Fig. 1).

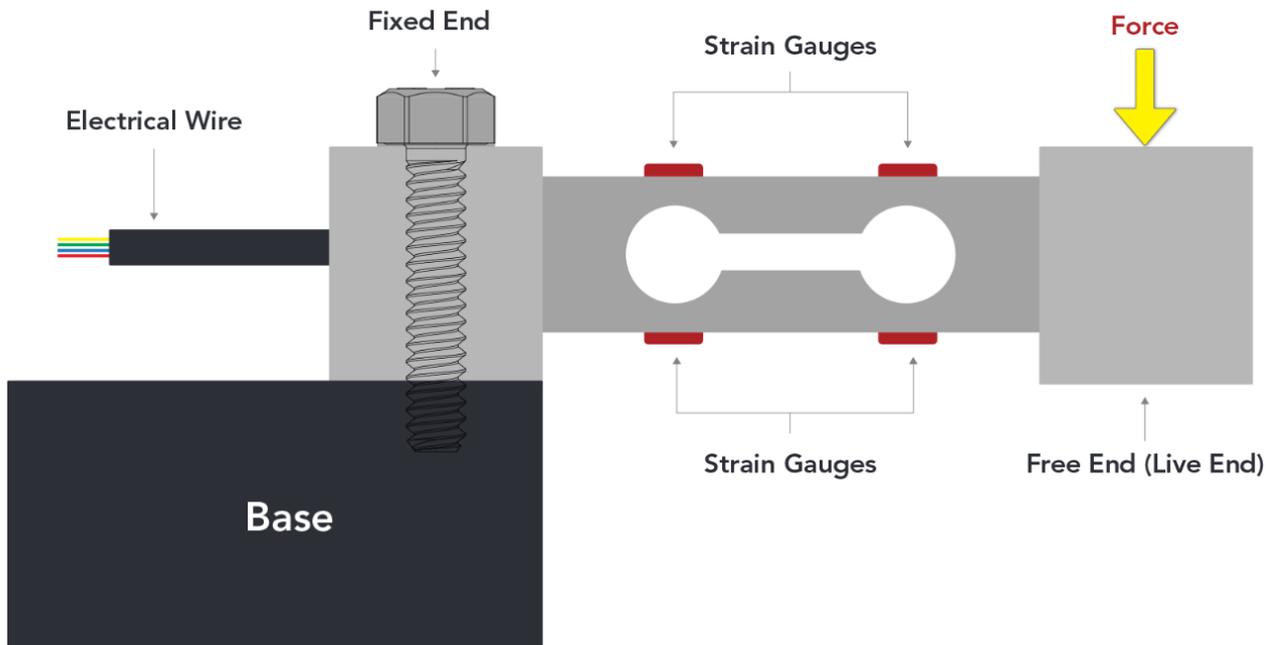


Fig. 1 – Schema cella di carico

In particolare, il/la candidato/a illustri:

- 1) Come scegliere i trasduttori (estensimetri) corretti (ipotizzando i dati necessari);
- 2) Come impostare il sistema di condizionamento più adatto (tipologia, configurazione, collegamento elettrico, etc.);
- 3) Come scegliere e impostare il sistema di acquisizione ottimale (tenendo presente l'ordine del trasduttore e i problemi legati all'acquisizione quali aliasing e leakage);
- 4) Come effettuare la taratura statica e dinamica del sistema di misura;
- 5) Come ottenere una stima dell'incertezza finale del sistema di misura (tramite procedura sperimentale).

Il/La candidato/a corredi la descrizione delle varie parti del sistema con adeguati esempi (anche numerici).

Tema n. 4 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Si confrontino, dal punto di vista dei parametri processuali, dei meccanismi energetici di base, della generazione di energia, del meccanismo di formazione degli sfridi e delle rispettive limitazioni, le lavorazioni non convenzionali di Electrochemical Machining (ECM) e Electrical Discharge Machining (EDM).

Successivamente, si descrivano i principali campi di applicazione industriale delle due tecnologie, indicando esempi di componenti e materiali.

Infine, si ipotizzi un caso industriale e si motivi la scelta del processo più idoneo tra ECM ed EDM argomentando la scelta e descrivendo la progettazione del processo.

Tema n. 5 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Si consideri la progettazione di una biella motore. La/il candidato/a discuta i seguenti aspetti:

- 1) Le principali differenze progettuali tra una biella destinata a un motociclo da competizione e una per un autoveicolo commerciale pesante considerando con attenzione le condizioni di funzionamento;
- 2) La scelta del materiale più idoneo in relazione sia alle sollecitazioni attese (tensioni, fatica, usura) sia al ciclo tecnologico di produzione;

- 3) I passaggi fondamentali per un corretto dimensionamento del componente, il calcolo delle sollecitazioni, la verifica dei coefficienti di sicurezza, considerando anche gli aspetti legati alla lubrificazione e a fenomeni di usura tra biella e manovella per garantire affidabilità e durata nel tempo.

Tema n. 6 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Con riferimento a un deposito della grande distribuzione organizzata, all'interno del quale si svolgono principalmente attività di stoccaggio e picking manuale, si definisca il concetto di sostenibilità, specificandone le tre componenti. Per ciascuna di esse si indichi un possibile set strutturato di prestazioni che la/il candidata/o ritenga utile per quantificare e monitorare l'efficacia e l'efficienza del sistema produttivo considerato. Delle prestazioni selezionate si specifichino la definizione e le modalità di misura.

Infine, con particolare riferimento al monitoraggio delle prestazioni delle attività di picking, si indichino i principali fattori di rischio per la salute e la sicurezza degli addetti. Successivamente, per uno di questi si descriva una metodologia di valutazione del rischio e si indichino le strategie adottabili per conseguire un idoneo compromesso tra la ricerca di prestazioni produttive sempre più elevate, in termini di produttività, e il mantenimento di adeguati livelli di tutela della salute e della sicurezza degli operatori.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Prima sessione 2025

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 28 AGOSTO 2025

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea appartenenti al settore:

LM-25 - Ingegneria dell'automazione

LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare

LM-31 - Ingegneria gestionale

LM-33 - Ingegneria meccanica

Tema n. 1 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Il Termoutilizzatore di Brescia è un impianto in assetto cogenerativo in cui vi è produzione combinata di energia elettrica e termica. L'energia elettrica viene prodotta con un ciclo Rankine senza ri-surriscaldamento.

La pressione e la temperatura dell'H₂O all'ingresso della turbina sono, rispettivamente, 5 MPa e 450°C, mentre la pressione all'ingresso del condensatore sia 101.325 kPa. La turbina opera una portata di 58.06 kg/s. Si assuma che la pompa abbia un rendimento unitario.

Nella caldaia vengono bruciati rifiuti che cedono all'impianto una quantità di energia per unità di tempo pari a 185 MW. Poiché tale potenza termica viene originata dalla combustione, si assuma che l'impianto riceva energia ma non entropia in modo che tutta l'exergia del combustibile (i rifiuti) venga trasferita all'impianto. Nell'impianto parte dell'energia ricevuta dalla combustione dei rifiuti viene dispersa in ambiente (tramite i fumi che escono dal camino) quantificabili nel 10% dell'energia in ingresso. Tale dispersione termica la si può considerare come una interazione di tipo calore $T_0 = 300$ K.

Il condensatore utilizza l'H₂O in uscita dalla turbina per riscaldare una portata di 1111.1 kg/s di acqua liquida da $T_1 = 59$ °C a $T_u = 85$ °C. L'acqua condensa all'interno del condensatore ed esce in uno stato 2 di liquido saturo a pressione atmosferica ($p_1 = p_2 = p_{atm}$). Il condensatore opera come uno scambiatore di calore contro-corrente. Si trascurino le perdite di carico all'interno dello scambiatore e le dispersioni termiche verso l'ambiente. Si assuma che l'acqua nel ramo secondario si comporti come un liquido incomprimibile perfetto con densità 1000 kg/m³ e calore specifico 4.2 kJ/kg K.

Nel caso fosse necessario, si ipotizzi (giustificandoli) i valori dei dati mancanti.

Determinare:

- il calore ceduto dall'H₂O all'acqua liquida all'interno del condensatore;
- la potenza utile prodotta dall'impianto;
- il rendimento della turbina;
- l'entropia prodotta per irreversibilità in tutto l'impianto;
- il rendimento di primo principio dell'impianto;
- il rendimento di secondo principio dell'impianto.
- Si discutano eventuali variazioni/potenziamenti dell'impianto che permettano di migliorare il rendimento.

Tabelle utili:

$p_{atm} = 101.325 \text{ kPa}$								
T	v	u	h	s	c_v	c_p	κ_T	α_p
$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{10^{-6}}{\text{kPa}}$	$\frac{10^{-6}}{\text{K}}$
cong 0.00	0.0010002	-0.0403	0.0610	-0.00015	4.217	4.219	0.5088	-67.76
2	0.0010001	8.3920	8.4933	0.03061	4.212	4.213	0.5015	-32.57
4	0.0010000	16.812	16.914	0.06110	4.208	4.208	0.4948	0.35
8	0.0010001	33.624	33.725	0.12133	4.197	4.199	0.4831	60.39
15	0.0010009	62.975	63.077	0.22445	4.174	4.189	0.4674	150.8
20	0.0010018	83.906	84.007	0.29646	4.157	4.184	0.4589	206.7
25	0.0010030	104.82	104.92	0.36720	4.138	4.181	0.4525	257.4
30	0.0010044	125.72	125.82	0.43673	4.117	4.180	0.4477	303.5
45	0.0010099	188.41	188.51	0.63857	4.050	4.180	0.4416	422.7
60	0.0010171	251.15	251.25	0.83125	3.977	4.185	0.4450	523.2
75	0.0010258	313.98	314.08	1.0157	3.899	4.193	0.4562	612.9
90	0.0010359	376.96	377.06	1.1928	3.820	4.205	0.4743	696.5
liq sat 99.97	0.0010434	418.95	419.06	1.3069	3.768	4.216	0.4901	750.4
"fg" →	1.6722	2087.1	2256.4	6.0475				
sat vap 99.97	1.6732	2506.0	2675.5	7.3544	1.556	2.080	10033	2902
110	1.7216	2521.7	2696.2	7.4091	1.531	2.044	10010	2790
125	1.7932	2544.9	2726.6	7.4869	1.511	2.012	9985	2648
150	1.9111	2582.9	2776.5	7.6085	1.497	1.986	9955	2454
175	2.0279	2620.5	2826.0	7.7222	1.495	1.976	9935	2295
200	2.1439	2658.2	2875.4	7.8294	1.499	1.976	9922	2159
250	2.3746	2733.9	2974.5	8.0284	1.519	1.990	9904	1938
300	2.6043	2810.6	3074.5	8.2110	1.545	2.013	9894	1761
350	2.8333	2888.7	3175.8	8.3805	1.574	2.040	9887	1616
400	3.0621	2968.3	3278.5	8.5391	1.605	2.070	9882	1493
500	3.5189	3132.2	3488.7	8.8301	1.671	2.135	9877	1297
600	3.9752	3302.8	3705.6	9.0937	1.740	2.203	9874	1148
700	4.4312	3480.4	3929.4	9.3363	1.811	2.273	9872	1029
800	4.8871	3665.0	4160.2	9.5621	1.881	2.344	9871	932.7
900	5.3429	3856.6	4398.0	9.7739	1.950	2.412	9870	853.0
1000	5.7986	4055.0	4642.6	9.9739	2.016	2.478	9870	785.8

$p = 5 \text{ MPa}$									
T	v	u	h	s	c_v	c_p	κ_T	α_p	
$^{\circ}\text{C}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$	$\frac{10^{-6}}{\text{kPa}}$	$\frac{10^{-6}}{\text{K}}$	
cong -0.36	0.0009977	-1.4666	3.5219	-0.00540	4.195	4.197	0.5032	-55.48	
25	0.0010008	104.44	109.45	0.36592	4.121	4.167	0.4469	262.8	
50	0.0010099	208.59	213.64	0.70150	4.014	4.170	0.4359	457.1	
75	0.0010235	312.92	318.03	1.0127	3.889	4.183	0.4496	608.1	
100	0.0010410	417.64	422.85	1.3034	3.761	4.205	0.4822	742.3	
125	0.0010622	523.06	528.37	1.5771	3.636	4.240	0.5335	872.8	
150	0.0010875	629.55	634.98	1.8368	3.519	4.293	0.6073	1010	
175	0.0011174	737.61	743.19	2.0852	3.412	4.369	0.7114	1166	
200	0.0011531	847.91	853.68	2.3251	3.316	4.476	0.8611	1353	
225	0.0011962	961.40	967.38	2.5592	3.230	4.629	1.085	1596	
liq sat	263.94	0.0012864	1148.2	1154.6	2.9210	3.120	5.037	1.755	2206
"fg" →	0.038160	1448.8	1639.6	3.0527					
sat vap	263.94	0.039446	2597.0	2794.2	5.9737	2.592	4.438	272.3	4870
300	0.045346	2699.0	2925.7	6.2110	2.062	3.172	240.3	3203	
350	0.051969	2809.5	3069.3	6.4516	1.850	2.661	223.8	2367	
400	0.057837	2907.5	3196.7	6.6483	1.775	2.461	215.9	1951	
500	0.068583	3091.7	3434.7	6.9781	1.753	2.332	208.4	1509	
600	0.078704	3273.3	3666.8	7.2605	1.787	2.322	204.9	1263	
700	0.088518	3457.7	3900.3	7.5136	1.841	2.352	203.0	1097	
800	0.098158	3646.9	4137.7	7.7458	1.902	2.399	201.8	975.7	
900	0.10769	3841.8	4380.2	7.9618	1.965	2.453	201.1	881.2	
1000	0.11715	4042.6	4628.3	8.1648	2.027	2.509	200.6	805.0	

Tema n. 2 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

In Figura 1a) è riportato il disegno di un raccordo angolare realizzato in PPSU (Polifenilsulfone), materiale termoplastico ad alte prestazioni. La produzione di tale componente avviene mediante stampaggio a iniezione, utilizzando lo stampo il cui disegno tecnico è illustrato in Figura 2. Quest'ultimo deve consentire di conferire al pezzo la forma finale, garantendo al tempo stesso la precisione dimensionale e la ripetibilità del processo.

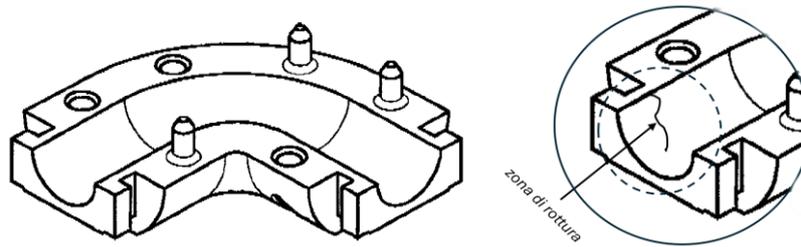


Figura 1: a) Raccordo angolare in PPSU; b) zone di rottura

A seguito della costruzione dello stampo e della produzione dei primi campioni tramite stampaggio a iniezione, sono state riscontrate delle striature superficiali che si diramano dal punto di iniezione e rotture localizzate sul raccordo durante le prove di esercizio. Tali fratture hanno destato particolare attenzione, in quanto il comportamento osservato risulta anomalo rispetto alle prestazioni attese del materiale impiegato. Il raccordo è infatti realizzato in PPSU (Polifenilsulfone), un polimero termoplastico ad alte prestazioni, ampiamente utilizzato in applicazioni critiche grazie alle sue eccellenti caratteristiche:

- elevata resistenza termica, che ne consente l'impiego continuativo fino a temperature dell'ordine di 180–200 °C;
- notevole resistenza agli urti, anche in condizioni di sollecitazione ripetuta;
- ottima resistenza chimica nei confronti di idrocarburi, alcoli e detergenti;
- stabilità dimensionale e rigidità elevate;
- buona resistenza all'idrolisi.
- Il PPSU è inoltre compatibile con i più comuni metodi di sterilizzazione, quali vapore saturo, radiazioni gamma e ossido di etilene, senza perdita significativa delle proprietà meccaniche.

Nonostante questo quadro prestazionale, le rotture si sono manifestate prematuramente, interessando alcune aree critiche del componente evidenziate in Figura 1b). Ancora più significativo è il fatto che tali cedimenti sono avvenuti in condizioni di esercizio che generano sollecitazioni locali non superiori a 40 MPa, valore nettamente inferiore al limite di resistenza meccanica riportato nei dati tecnici del materiale. A conferma di ciò, la scheda tecnica del PPSU, riportata in Figura 3, documenta valori di resistenza ben superiori a quelli rilevati in fase sperimentale. Questa discrepanza tra le proprietà nominali del polimero e il comportamento effettivamente osservato nel componente stampato suggerisce la necessità di un'analisi più approfondita.

- 1) Al/alla candidato/a è richiesto di analizzare lo stampo riportato in Figura 1, descrivendone le caratteristiche principali, con particolare riferimento al numero di cavità adottate, alla tipologia di stampo (camera calda, canali freddi o configurazione ibrida) e alla modalità di iniezione adottata. Nella descrizione dello stampo, il/la candidato/a dovrà inoltre elencare le diverse tipologie di iniezione possibili per gli stampi ad iniezione, come quella a ventaglio, laterale, capillare, ecc., evidenziandone i principali vantaggi e svantaggi in relazione alla qualità del riempimento, alla distribuzione delle sollecitazioni e all'efficienza del processo.
- 2) Il/la candidato/a dovrà condurre un'analisi approfondita e critica delle possibili cause delle rotture e delle striature riscontrate sul raccordo in PPSU, individuando al contempo strategie di miglioramento. L'attenzione dovrà concentrarsi sulle principali variabili che influenzano il comportamento del

componente, quali le caratteristiche dello stampo, le prestazioni della pressa (in termini di gruppo di chiusura e unità di plastificazione), la geometria del raccordo e i parametri di processo adottati durante lo stampaggio a iniezione.

- 3) Dove possibile, l'analisi dovrà essere supportata da calcoli e valutazioni quantitative, per correlare le osservazioni di difettosità con le condizioni operative e progettuali. L'obiettivo è proporre interventi mirati ed efficaci basati su dati oggettivi, oltre che su osservazioni sperimentali.

Seguono ulteriori dati tecnici utili per le opportune valutazioni:

- spessore massimo del pezzo = **4.5 mm**
- spessore minimo del pezzo = **1.8 mm**
- tempo di iniezione = **1.15 sec**
- temperatura di transizione vetrosa del PPSU = **220°C**
- area del componente proiettata sull'apertura degli stampi = \approx **900 mm²**
- temperatura valutata sulle impronte dello stampo a regime = **100°C**
- temperatura impostata sulla camera di plastificazione (zona 1 - prossima all'ugello) = **360°C**
- % di attivazione della resistenza sul cilindro durante la fase di carica (zona 1) = **5%**
- Pressione idraulica di seconda fase: **50 bar**
- Fattore di intensificazione $P_{\text{specifica}}/P_{\text{idraulica}} =$ **14**
- $P_{\text{specifica}}$ max di riempimento = **1500 bar**
- Tempo impostato di seconda fase (post-pressione) = **10 sec**
- Ipotizzare un punto di iniezione a sez. circolare con diametro = **1.2 mm**
- Capacità di plastificazione della pressa espressa in grammi di PS = **250 g**
- Forza di chiusura massima della pressa = **200 t**
- Valore del cuscinio scelto per lo stampaggio = **12 mm**
- Peso totale della stampata = **60 g**
- Capacità termica specifica a pressione costante $c_p =$ **1.200 J/(kg·K)**
- Conducibilità termica $k =$ **0.18 W/(m·K)**
- L/D (vite di plastificazione) = **18**
- Velocità di rotazione della vite = **300 rpm**
- Rapporto di compressione della vite = **2.4**
- Diametro vite = **35 mm**
- Contropressione sulla vite = **20 bar**
- Tempo di raffreddamento senza flusso utilizzato = **15 sec**
- Velocità periferica della vite max consigliata per PPSU = **0.5 m/s**
- Valore limite di shear rate consigliato per il PPSU = **50.000 1/s**

$$t_{\text{raffreddamento}} = \frac{s^2}{\pi^2 \alpha} \cdot \ln \left[\frac{8(T_{\text{iniezione}} - T_{\text{stampo}})}{\pi(T_g - T_{\text{stampo}})} \right]$$

$\alpha =$ *diffusività termica*

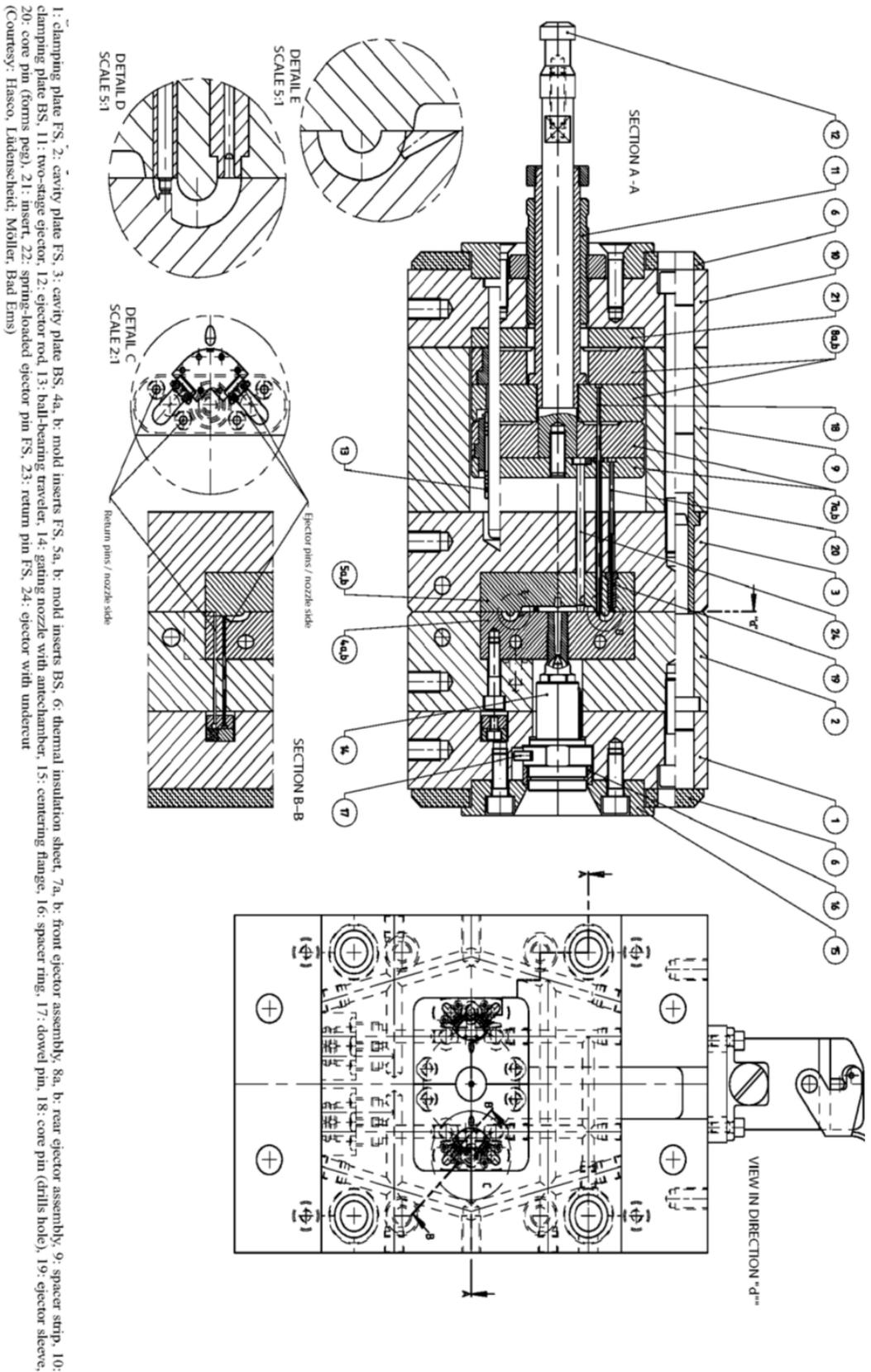


Figura 2: Raccordo angolare: disegno dello stampo

Physical	Dry	Conditioned	Unit	Test method
Density / Specific Gravity	1.30	--		ASTM D792
Melt Mass-Flow Rate (MFR)	16	--	g/10 min	ASTM D1238
Molding Shrinkage				
Flow	0.70	--	%	ASTM D955
Across Flow	0.74	--	%	ISO 294-4
Flow	0.58	--	%	ISO 294-4
Water Absorption				
24 hr	0.37	--	%	ASTM D570
24 hr, 23°C	0.57	--	%	ISO 62
Saturation, 23°C	1.2	--	%	Internal Method
Equilibrium, 23°C, 50% RH	0.080	--	%	Internal Method

Mechanical	Dry	Conditioned	Unit	Test method
Tensile Modulus				
--	2340	--	MPa	ASTM D638
--	2370	2370	MPa	ISO 527-1
Tensile Strength				
Yield	69.6	--	MPa	ASTM D638
Break	69.6	--	MPa	ASTM D638
--	76.4	74.1	MPa	ISO 527-2
Tensile Elongation				
Yield	7.2	--	%	ASTM D638
Break	60	--	%	ASTM D638
Break	7.4	7.6	%	ISO 527-2
Flexural Modulus				
--	2410	--	MPa	ASTM D790
--	2340	--	MPa	ISO 178
Flexural Stress				
--	75.0	--	MPa	ISO 178
Yield	91.0	--	MPa	ASTM D790
Compressive Modulus	1730	--	MPa	ASTM D695
Compressive Strength	98.9	--	MPa	ASTM D695
Shear Strength	62.7	--	MPa	ASTM D732
Poisson's Ratio	0.42	--		ASTM E132

Impact	Dry	Conditioned	Unit	Test method
Charpy Notched Impact Strength	56	53	kJ/m ²	ISO 179
Charpy Unnotched Impact Strength	No Break	No Break		ISO 179
Notched Izod Impact	690	--	J/m	ASTM D256
Unnotched Izod Impact	No Break	--		ASTM D4812
Tensile Impact Strength	399	--	kJ/m ²	ASTM D1822

Injection	Dry	Unit
Drying Temperature	149	°C
Drying Time	2.5	hr
Suggested Max Moisture	0.050	%
Rear Temperature	321	°C
Middle Temperature	349	°C
Front Temperature	349	°C
Processing (Melt) Temp	343 to 388	°C
Mold Temperature	138 to 163	°C
Back Pressure	0.345 to 0.689	MPa

Figura 3: Bollettino tecnico del PPSU

Tema n. 3 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Si intende progettare l'azionamento di un gancio sollevatore. Il gancio deve sollevare nominalmente un carico caratterizzato da una coppia resistente costante di $C_r=1.5 \text{ Nm}$ e da un momento d'inerzia $J_r=0.001 \text{ kgm}^2$.

- Parte A: dimensionamento azionamento

Per il movimento si utilizza il motore BCS-40-65-4000-1.4 (si veda datasheet allegato), collegato al carico tramite un riduttore con rapporto di trasmissione $\tau=1/2$ (rendimento ideale).

A motore freddo, si devono determinare:

- a) la corrente assorbita I [A]
- b) la tensione di alimentazione richiesta V [V]

per ottenere una velocità angolare di sollevamento (lato carico) pari a $\omega_r=75 \text{ rad/s}$ con un'accelerazione angolare $\dot{\omega}_r = 400 \text{ rad/s}$.

- c) Infine, si richiede di riportare il punto di funzionamento sul diagramma del campo operativo del motore (utilizzando la griglia millimetrata allegata).

- Parte B – dimensionamento sistema di misura

Si vuole dotare il gancio sollevatore così progettato di un sistema di misura in grado di stimare in modalità continua la massa m del carico sollevato.

A tal fine si progetta un sistema costituito da:

- Cella di carico estensimetrica (configurazione a ponte di Wheatstone completo) per misurare la forza F esercitata dal carico sul gancio.
- Accelerometro piezoelettrico uniassiale per misurare il contributo dinamico dovuto all'accelerazione verticale del carico durante le fasi di avviamento e arresto. Si consideri per semplicità una legge di moto a tre tratti.

La massa del carico sarà stimata secondo la relazione:

$$m = \frac{F}{g+a}$$

- F = forza misurata dalla cella di carico
- g = accelerazione di gravità
- a = accelerazione lineare verticale misurata dall'accelerometro

- Dati dei trasduttori:

- Cella di carico: range di misura $0 \div 500 \text{ N}$, incertezza estesa $U_F(k = 2) = 0.1\%FS$ (modello gaussiano)
- Accelerometro: range di misura $\pm 5 \text{ m/s}^2$, incertezza estesa $U_a(95\%) = 0.02 \text{ m/s}^2$ (modello gaussiano)
- Accelerazione di gravità: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ (incertezza trascurabile).

- Dati sperimentali caso di studio (misurati):

- Forza $F = 300 \text{ N}$
- Accelerazione iniziale $a_1 = 0.80 \text{ m/s}^2$
- Decelerazione finale $a_2 = 0.40 \text{ m/s}^2$

Si richiede di:

- d) Definire la configurazione estensimetrica (meccanica ed elettronica) più adatta per la cella di carico (motivandola in funzione della sensibilità alla deformazione, della compensazione termica e compensazione relativa alla lunghezza dei cavi).

- e) Discutere le eventuali criticità da tenere in considerazione nell'utilizzo dell'accelerometro piezoelettrico.
- f) Applicando il metodo GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), determinare analiticamente e sperimentalmente l'incertezza estesa U_m al 95% del sistema di misura finale in ogni tratto della legge di moto.
- g) Interpretare il risultato ottenuto in termini di accuratezza del sistema e suggerire eventuali miglioramenti.

Allegato 1 – Datasheet motore



INDICE	INDEX	pag.
INTRODUZIONE	INTRODUCTION	3
CARATTERISTICHE TECNICHE RID. EPICICL.	TECHNICAL FEATURES PLANETARY GEAR.	4
CODIFICA	CODING	5
BCS 10-20-30-40	BCS 10-20-30-40	6
BCS 50-60-70-80	BCS 50-60-70-80	24

INTRODUZIONE

BONFIGLIOLI COMPONENTS costruisce i servomotori della serie BCS a corrente continua a magneti permanenti utilizzando tecniche costruttive innovative elevando così lo standard qualitativo dei prodotti. I servomotori della serie BCS hanno dimensioni contenute ed elevate coppie di spunto, sono pertanto particolarmente adatti per azionare gli assi di qualunque macchina automatica a controllo numerico, in particolare si possono utilizzare in applicazioni dove è richiesta grande regolarità di moto a bassissime velocità.

CARATTERISTICHE TECNICHE

- forma costruttiva B5 o B14
- cuscinetto lato accoppiamento bloccato per evitare spostamenti dell'albero
- esecuzione IP 54
- eccitazione a magneti permanenti con caratteristiche tali che consentono un perfetto funzionamento del motore anche con elevati sovraccarichi previsti dalle curve senza smagnetizzazioni
- rotore con cave inclinate per ridurre al minimo le oscillazioni di velocità a bassi giri
- equilibratura accurata (grado s) eseguita con mezza chiave
- bassa rumorosità
- spazzole facilmente sostituibili
- isolamento dei materiali in classe H con sovratemperatura di classe F

ACCESSORI STANDARD PER BCS50 / BCS80

- dinamo tachimetrica fissata direttamente sull'asse del motore senza giunti (la tensione è di 10 V/1000 rpm)
- in tutti i servomotori togliendo lo scudo posteriore di chiusura, si rende disponibile una sporgenza dell'albero di $\varnothing 10 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ per poter fissare un giunto da utilizzare per l'accoppiamento dell'encoder (in questo caso occorre richiedere la lanterna di adattamento).

ACCESSORI A RICHIESTA

I servomotori possono essere corredati di:

- un freno di stazionamento del tipo a caduta di corrente (negativo) a 24V a magneti permanenti
- sporgenza posteriore dell'albero di 18 mm con un $\varnothing 10 \text{ mm}$ per l'accoppiamento di un encoder ad albero cavo
- protezione termica con contatto normalmente chiuso, che si apre se si raggiungono temperature pericolose.

INTRODUCTION

BONFIGLIOLI COMPONENTS manufactures direct current permanent magnet servomotors of series BCS, making use of innovative construction techniques, thus getting the quality standard of the products better and better. The servomotors of series BCS have restricted dimensions and high peak torques, therefore they are particularly suitable for driving any axis of any numeric control automatic machine and particularly they can be used in applications where a great motion regularity at very low speeds is required.

TECHNICAL FEATURES

- construction form B5 o B14
- blocked bearing on the coupling side in order to avoid any movement of the shaft
- protection class IP 54
- permanent magnet excitation with such features that they allow for a perfect operating of the motor even with high overloads foreseen by the curves without demagnetization
- rotor with slanting slots to reduce at the minimum the speed oscillations at low speed
- accurate balancing (degree s) carried out by means of an half-key
- easily replaceable brushes
- material isolation in class H with overtemperature in class F

STANDARD ACCESSORIES FOR BCS50 / BCS80

- tacho-generator directly fixed to the motor axis without couplings (the voltage is of 10V/1000 rpm)
- by removing the back closing shield, in all servomotors an extended shaft of $\varnothing 10 \times 8 \text{ mm}$ is got available in order to fix a coupling to be used for the encoder connection (in this case it is necessary to require the adapting lantern piece).

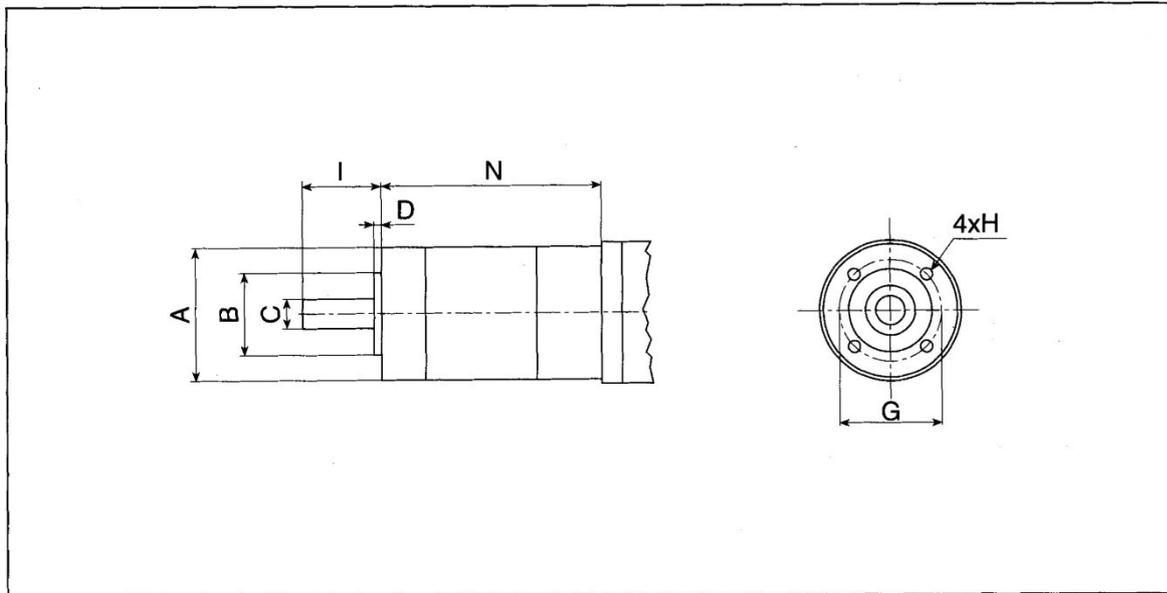
ACCESSORIES UPON REQUEST

The servomotors can be equipped with:

- a 24V permanent magnet current-fall (negative) stationary brake
- a 18 mm back projection of the shaft with 10 mm for the connection of an hollow shaft encoder
- thermal protection with a normally closed contact, which opens when reaching dangerous temperatures.

RIDUTTORI EPICICLOIDALI SERIE RE PER ABBINAMENTO AI SERVOMOTORI
BCS10 = RE 34 - BCS 20 = RE 55
PLANETARY GEARBOXES RE SERIES FOR USE WITH SERVOMOTORS
BCS10 = RE 35 - BCS 20 = RE 55

TIPO TYPE	RIDUZIONE RATIOS i	N° STADI N° OF RED. STAGES	RENDIMENTO EFFICIENCY η	COPPIA MAX CONTINUATIVA SERVIZIO ST MAX CONTINUOUS TORQUE ST SERVICE	COPPIA MAX DI PICCO MAX PEAK TORQUE	CARICO MAX RADIALE MAX RADIAL LOADS	CARICO MAX ASSIALE MAX THRUST LOAD	VELOCITÀ MAX CONSIGLIATA MAX INPUT SPEED	PROTEZIONE PROTECTION	TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO RUNNING TEMPERATURE	LUBRIFICAZIONE LUBRICATION
RE 34/6	6,25	1	0,85	0,25	0,45	80	65	6000	IP 54	- 30°C + 90°C	Permanente Lifetime
RE 34/39	39,06	2	0,72	1,25	3,00	80	65	6000			
RE 34/50	50	2	0,72	1,25	3,00	80	65	6000			
RE 34/244	244,14	3	0,61	2,50	6,00	80	65	6000			
RE 34/312	312,5	3	0,61	2,50	6,00	80	65	6000			
RE 55/6	6	1	0,85	1,25	2,50	150	120	5000			
RE 55/36	36	2	0,72	6,25	15,00	150	120	5000			
RE 55/216	216	3	0,61	22,50	45,00	150	120	5000			



TIPO TYPE	A	B	C	D	E	F	I	N	G	H	PESO WEIGHT Kg.
RE 34/6	34	22	6	2,5	—	—	18	28	28	M3 X 7	0,130
RE 34/39								45			0,18
RE 34/50								62			0,18
RE 34/244								62			0,20
RE 34/312								62			0,20
RE 55/6	54	32	12	3	13,5	4	26	53	40	M5 X 15	0,470
RE 55/36								68			0,600
RE 55/216								83			0,700

FRENI - BRAKE



Tipo di motore Motor type	Tipo di freno Brake type	Coppia frenante Braking torque Nm	Tensione d'alimentazione Rated voltage VDC	Corrente assorbita Current A (25°C)	Potenza Power W	Inerzia Inertia Kg cm ²
BCS 30	FE 00	1	24	0,3	7,5	0,24
BCS 40	FE 00	2	24	0,4	10	0,24
BCS 50-70	BC 1	7	24	0,5	12	2
BCS 80	BC 2	10	24	0,75	18	2,2

LE DIMENSIONI D'INGOMBRO DELLE VARIE SERIE DI MOTORI, SE EQUIPAGGIATI CON FRENO VARIANO COME SEGUE:
D.C. MOTOR OVERALL DIMENSIONS WHEN EQUIPPED WITH BRAKE:

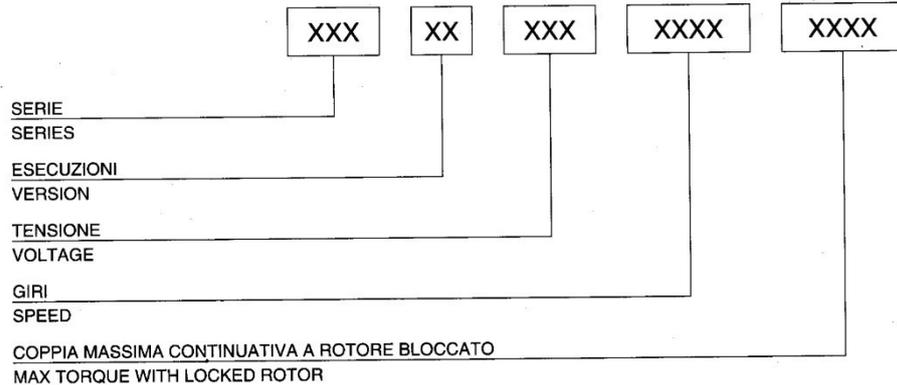
Tipo motore Motor type	Quota N * Dimension N * + mm
BCS 30	N + 52
BCS 40	N + 52
BCS 50-80	N + 50

* Per la quota N vedere i disegni dei vari tipi di motori riportati nelle pagine.
* Dimension «N» changes according to the motor types as showed on the previous page.

CARATTERISTICHE TECNICHE DINAMO - TACHOMETER PERFORMANCE

Tipo Type	F.E.M. Back F.E.M. V/RPM	Resistenza Resistance Ohm	Induttanza Inductance mH	I max Max current A	Ondulazione totale Ripple peak to peak %	N° poli Pole number	N° spazzole Brush number	Peso Weight Kg.	Momento d'inerzia rotorico Rotor inertia Kgm ²
AS 10/2	0,01	48	170	0,03	5%	2	2	0,08	0,57·10 ⁻⁵
AS 55/10	0,01	24	86	0,03	3%	2	2	0,125	8·10 ⁻⁵
AS 62/10	0,01	16	75	0,05	2%	2	4	0,430	2·10 ⁻⁴

CODIFICA SERVOMOTORI A CORRENTE CONTINUA / KEY OF THE CODING FOR DC SERVOMOTORS



SERIE SERIES	3 cifre 3 digit	BCS	
ESECUZIONI VERSION	2 cifre 2 digit	10 = 0,025 ± 0,046 20 = 0,14 ± 0,4 30 = 0,44 ± 0,89 40 = 0,7 ± 1,4 50 = 1,1 ± 1,5 60 = 2,2 ± 3 70 = 3,5 ± 4,5 80 = 5 ± 7,7	Coppia massima continuativa a rotore bloccato Max continuous torque loked rotor
TENSIONE VOLTAGE	3 cifre 3 digit	24 V ± 180 V	
GIRI SPEED	4 cifre 4 digit	1500 ± 4000 RPM	
COPPIA MASSIMA CONTINUATIVA A ROTORE BLOCCATO MAX TORQUE WITH LOCKED ROTOR	4 cifre 4 digit	0,025 ± 7,7	

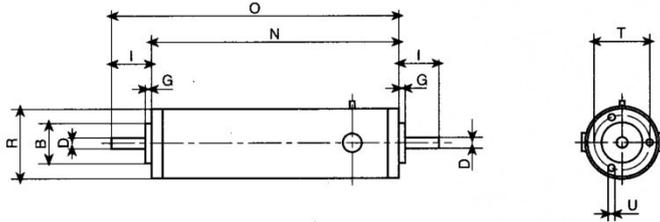
SERVOMOTORI A CORRENTE CONTINUA - MAGNETI PERMANENTI D.C. SERVOMOTORS PERMANENT MAGNET

MOTORE TIPO MOTOR TYPE		Momento d'inerzia rotorico Rotor inertia Kgm ²	Peso Weight Kg	Coppia max. continuativa a rotore bloccato Max. continuous torque locked rotor Nm	Coppia massima in sovraccarico Max. torque overloaded motor Nm	Costante di coppia Torque constant Nm/A	Coppia di picco Peak torque Nm	Gradiente di tensione motore Motor voltage gradient V/1000 RPM	Tensione nominale Rated voltage VOLT	Velocità nominale Rated speed GIRI/RPM	Dimensioni Dimensions
BCS 10	24-5400-0,025	3,19 10 ⁻⁶	0,3	0,025	0,03	0,035	0,1	4,44	24	5000	a
	24-4000-0,046	5,18 10 ⁻⁶	0,39	0,046	0,05	0,046	0,18	6	24	4000	b
BCS 20	24-2000-0,14 24-3000-0,14	2,8 10 ⁻⁵	1,31	0,14	0,18	0,087 0,056	0,56	12 8	24 24	2000 3000	a
	24-2000-0,21 24-3000-0,21 48-2000-0,21 48-3000-0,21	4,3 10 ⁻⁵	1,64	0,21	0,28	0,093 0,062 0,186 0,124	0,84	12 8 24 16	24 24 48 48	2000 3000 2000 3000	b
	24-2000-0,4 24-2700-0,4 42-3000-0,4	7,52 10 ⁻⁵	2,36	0,4	0,5	0,09 0,064 0,106	1,6	12 8,8 14	24 24 42	2000 2700 3000	c
	24-2000-0,44 24-3000-0,44 48-2000-0,44 48-3000-0,44	2,8 10 ⁻⁴	3,15	0,44	0,56	0,09 0,061 0,176 0,12	1,76	12 8 24 16	24 24 48 48	2000 3000 2000 3000	a
	24-3000-0,68 48-2000-0,68 48-3000-0,68	3,8 10 ⁻⁴	3,83	0,68	0,85	0,06 0,18 0,12	2,72	8 24 16	24 48 48	3000 2000 3000	b-c
	48-2000-0,89 48-3000-0,89	5 10 ⁻⁴	4,57	0,89	1,2	0,19 0,125	3,56	24 16	48 48	2000 3000	d
BCS 40	65-1500-0,7 65-2000-0,7 65-3000-0,7 65-4000-0,7	4 10 ⁻⁴	4,2	0,7	1,1	0,325 0,25 0,163 0,125	2,8	43,3 32,5 21,6 16,2	65	1500 2000 3000 4000	a-b
	65-1500-1,4 65-2000-1,4 65-3000-1,4 65-4000-1,4	7 10 ⁻⁴	5,22	1,4	2,2	0,33 0,25 0,165 0,125	5,6	43,3 32,5 21,6 16,2	65	1500 2000 3000 4000	c-d

FORMA COSTRUTTIVA B14
FLANGE B14

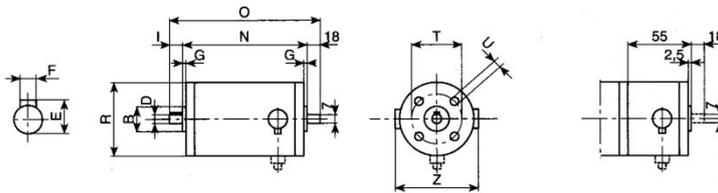
Motore tipo
Motor type **BCS 10**

Dimensioni Dimension mm	B	D	I	G	N	O	R	T	U
a	18	5	15	1,5	73	88	34	26	M3
b	18	5	15	1,5	94	109	34	26	M3



Motore tipo
Motor type **BCS 20**

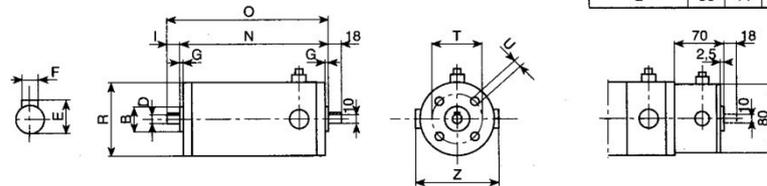
Dimensioni Dimension mm	B	D	I	E	F	G	N	O	R	T	U	Z
a	26	7	18	—	—	2,5	92	128	58	39	M4	73
b	26	7	18	—	—	2,5	117	153	58	39	M4	73
c	26	9	25	10,2	3	2,5	169	212	58	39	M5	73



Per dinamo allungare quota N di mm 55
With tacho, N is 55 mm longer

Motore tipo
Motor type **BCS 30**

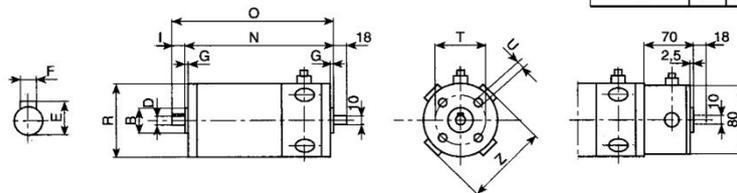
Dimensioni Dimension mm	B	D	E	F	G	I	N	O	R	T	U	Z
a	50	9	10,2	3	2,5	20	139	159	80	65	M5	105
b	50	9	10,2	3	2,5	20	157	177	80	65	M5	105
c	60	11	12,5	4	2,5	23	157	180	90	75	M5	105
d	60	11	12,5	4	2,5	23	188	211	90	75	M5	105



Per dinamo allungare quota N di mm 70
Disponibile con freno
Bisporgente solo a richiesta
With tacho, N is 70 mm longer
Available with brake
Available with double extended shaft

Motore tipo
Motor type **BCS 40**

Dimensioni Dimension mm	B	D	E	F	G	I	N	O	R	T	U	Z
a	50	11	12,5	4	2,5	23	145	168	84	65	M5	105
b	50	14	16	5	2,5	30	145	175	84	65	M5	105
c	50	11	12,5	4	2,5	23	205	228	84	65	M5	105
d	50	14	16	5	2,5	30	205	235	84	65	M5	105



Per dinamo allungare quota N di mm 70
Disponibile con freno
Bisporgente solo a richiesta
With tacho, N is 70 mm longer
Available with brake
Available with double extended shaft

SERVOMOTORI C.C. A MAGNETICI CERAMICI / D.C. CERAMIC MAGNET SERVOMOTORS

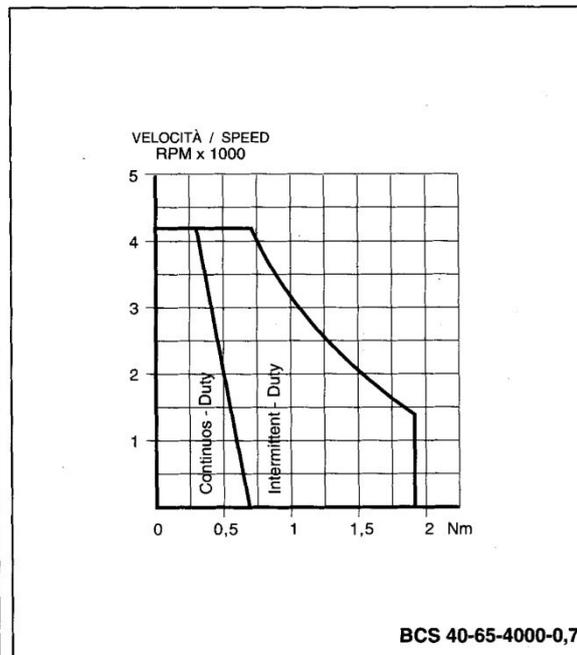
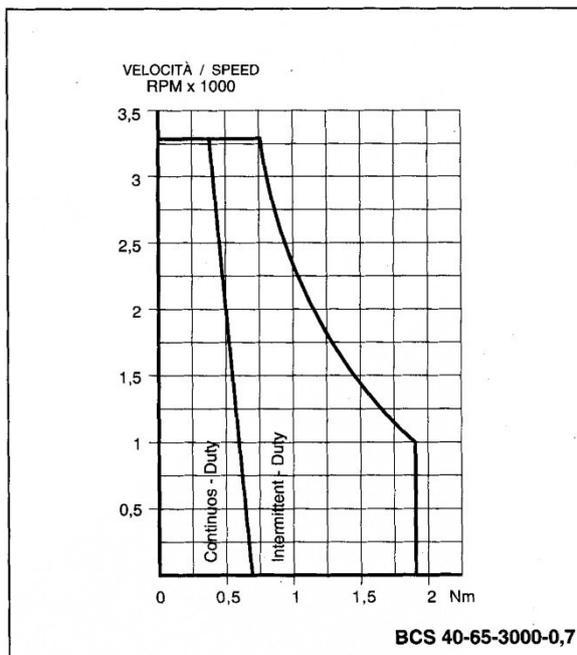
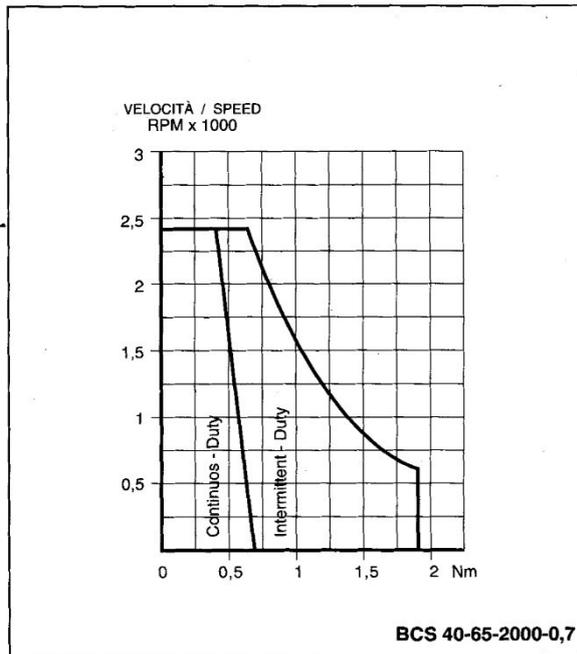
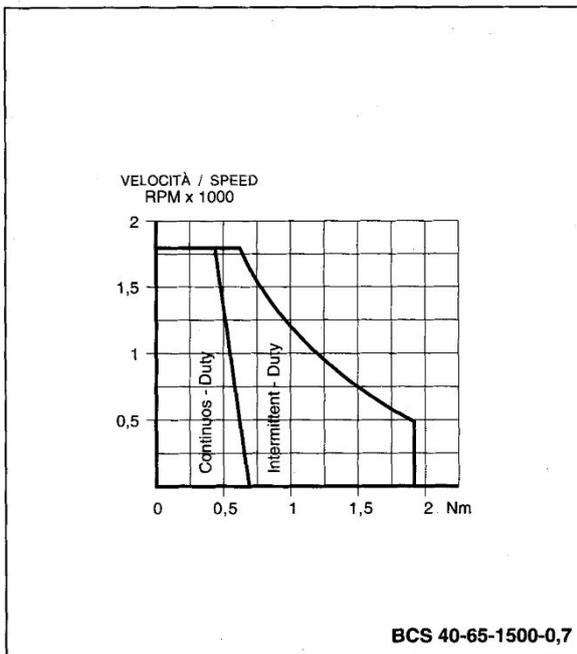
Serie Series	BCS 40			
Tipo Type	65-1500-0,7	65-2000-0,7	65-3000-0,7	65-4000-0,7
Coppia massima cont. a rotore bloccato Max. out torque, continuous duty, locked rotor Nm	0,7	0,7	0,7	0,7
Momento d'inerzia rotorico Rotor inertia Kgm ²	4 x 10 ⁻⁴			
Costante di coppia a 20°C Torque constant at 20°C Nm/A	0,325	0,25	0,163	0,125
Tensione massima Max. voltage V	78	75	72	69
Velocità massima Maximum speed RPM	1800	2300	3300	4200
Resistenza a 20°C Winding resistance at 20°C ohm	19	5,2	2,4	1,3
Induttanza Winding inductance at 20°C mH	18	5	2,3	1,15
Coppia massima in sovraccarico temporaneo Peak output torque Nm (1)	1,1	1,1	1,1	1,1
Picco massimo di corrente Maximum peak current A (1)	3,4	4,4	6,8	8,8
Peso Weight Kg	4,2	4,2	4,2	4,2

Le caratteristiche riportate, sono per motori in versione chiusa (IP 54) ed alimentazione con fattore di forma 1 - classe d'isolamento F - motore su supporto termicamente isolato - temperatura ambiente 25°C.

The characteristics set in the table are for motors on closed version (IP 54) and feed with form factor 1 - insulation class F - motor on thermally insulated support - ambient temperature 25°C.

(1) Per 1 minuto; a rotore bloccato - For 1 minute; locked rotor

DIAGRAMMI DI FUNZIONAMENTO / OPERATING DIAGRAMS



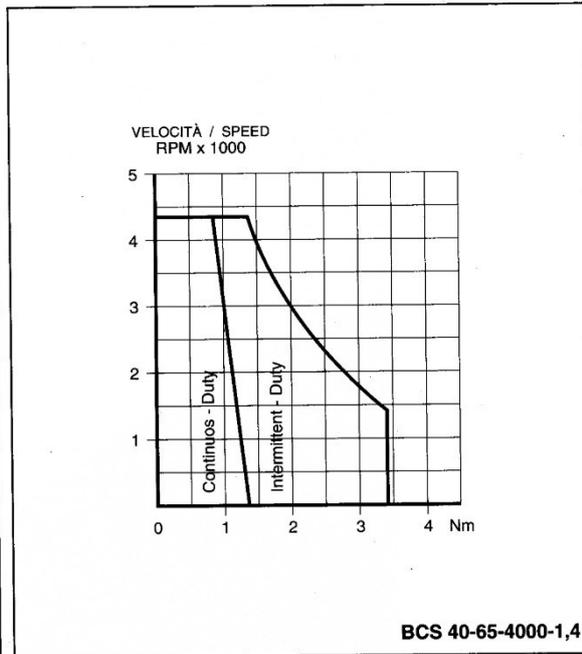
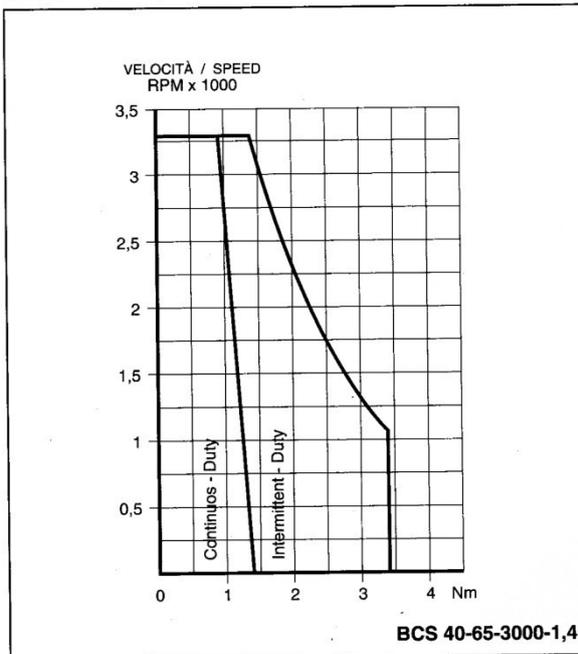
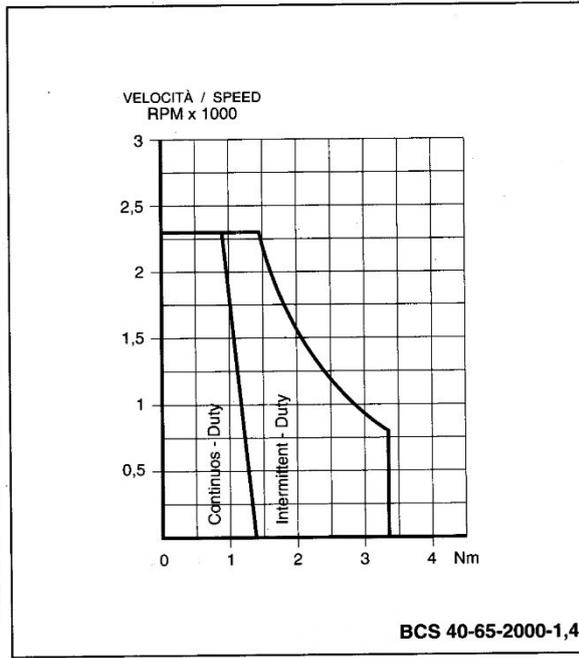
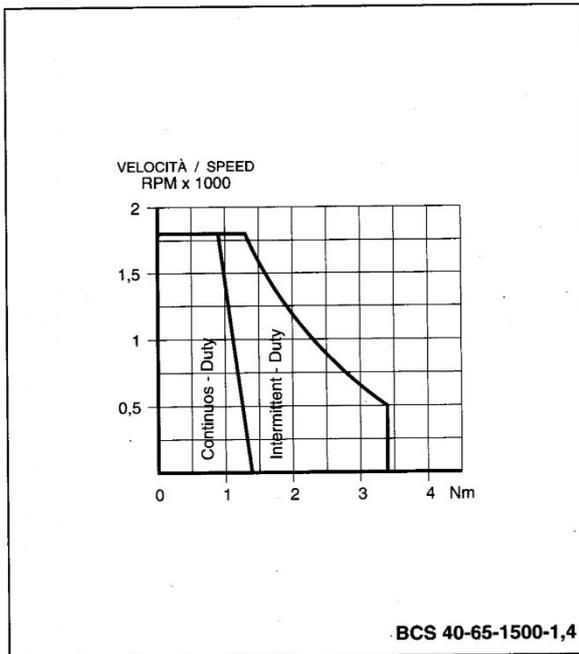
SERVOMOTORI C.C. A MAGNETICI CERAMICI / D.C. CERAMIC MAGNET SERVOMOTORS

Serie Series	BCS 40			
Tipo Type	65-1500-1,4	65-2000-1,4	65-3000-1,4	65-4000-1,4
Coppia massima cont. a rotore bloccato Max. out torque, continuous duty, locked rotor Nm	1,4	1,4	1,4	1,4
Momento d'inerzia rotorico Rotor inertia Kgm ²	7 x 10 ⁻⁴			
Costante di coppia a 20°C Torque constant at 20°C Nm/A	0,33	0,25	0,165	0,125
Tensione massima Max. voltage V	78	75	72	70
Velocità massima Maximum speed RPM	1800	2300	3300	4300
Resistenza a 20°C Winding resistance at 20°C ohm	3,8	2,1	1	0,54
Induttanza Winding inductance at 20°C mH	4	2,2	1,04	0,57
Coppia massima in sovraccarico temporaneo Peak output torque Nm (1)	2,2	2,2	2,2	2,2
Picco massimo di corrente Maximum peak current A (1)	6,6	8,8	13,3	17,6
Peso Weight Kg	5,22	5,22	5,22	5,22

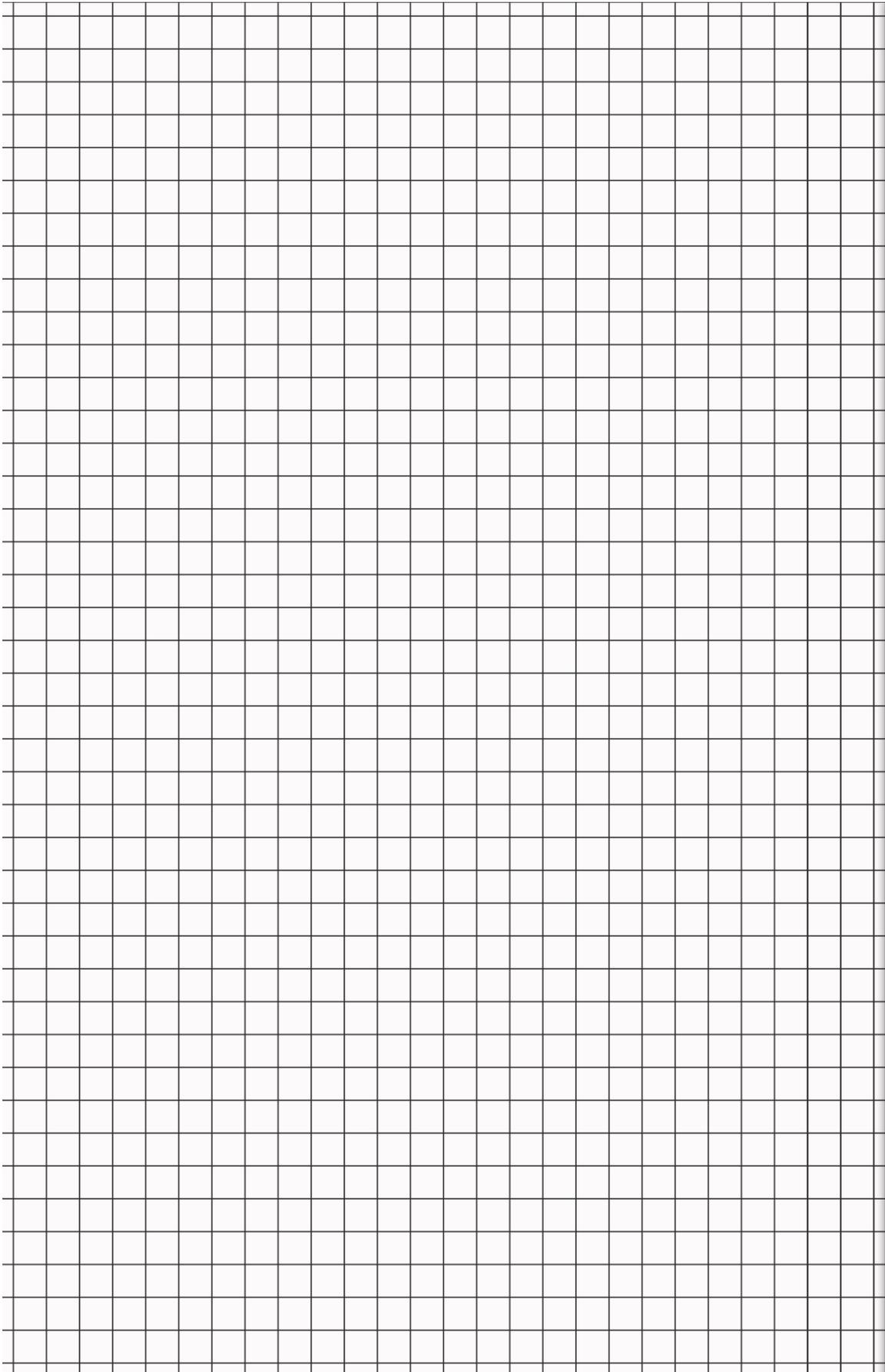
Le caratteristiche riportate, sono per motori in versione chiusa (IP 54) ed alimentazione con fattore di forma 1 - classe d'isolamento F - motore su supporto termicamente isolato - temperatura ambiente 25°C.

The characteristics set in the table are for motors on closed version (IP 54) and feed with form factor 1 - insulation class F - motor on thermally insulated support - ambient temperature 25°C.

DIAGRAMMI DI FUNZIONAMENTO / OPERATING DIAGRAMS



Allegato 2 – Griglia millimetrata



Tema n. 4 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

Un'azienda metalmeccanica deve produrre un quantitativo settimanale di 150 (centocinquanta) alberi in acciaio 39NiCrMo3 bonificato mostrati nel modello CAD 3D (b). Nelle viste sono riportate tutte le dimensioni del pezzo, mentre le relative tolleranze dimensionali si considerino pari a ± 0.10 mm, ad eccezione:

1. delle due scanalature sulle estremità dell'albero, posizionate rispettivamente a 3.00 e 6.00 mm dall'asse del pezzo con tolleranza $+0.00 / -0.10$ mm;
2. della gola $\varnothing 16.00$ mm, larghezza 9.00 mm, con tolleranza sulla larghezza pari a $+0.10 / -0.00$ mm

Il pezzo ha requisiti di finitura superficiale uniforme, identificata da una rugosità Ra 1.6 μm .

Dopo aver eseguito la messa in tavola quotata e tollerata del componente, indicando anche delle tolleranze geometriche ritenute opportune, si chiede di rispondere ai seguenti cinque quesiti.

1. Selezionare il processo di produzione dei grezzi tra fonderia e stampaggio, ipotizzando una dimensione del lotto e giustificando la scelta.
2. In base alla scelta effettuata al punto 1.:
 - a. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di fonderia, descrivere le strategie per la progettazione e il dimensionamento delle materozze;
 - b. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di stampaggio a caldo, descrivere che cosa è la camera scarta bava, quali sono le sue funzioni e come si dimensiona.
3. In base alla scelta effettuata al punto 1., progettare le attrezzature necessarie per l'esecuzione del processo, rappresentandole con uno schizzo, ed inoltre:
 - a. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di fonderia, si calcoli la spinta metallostatica ed il dimensionamento dei canali di colata e delle materozze;
 - b. Nel caso in cui si sia scelto di utilizzare il processo di stampaggio a caldo, si dimensionino il semilavorato di partenza, si calcoli la forza e l'energia di stampaggio;
4. Utilizzando lo schema allegato (f), oppure un modello a piacere con un livello di dettaglio maggiore o uguale a quello proposto,
 - a. progettare il ciclo di lavorazione alle macchine utensili del semilavorato ottenuto dalla fusione o dalla deformazione plastica ed elencare le condizioni di taglio ottimali per ciascuna operazione. Si richiede inoltre di selezionare gli utensili di tornitura adeguati tra quelli proposti selezionando i parametri di taglio ottimali, mentre si ipotizzino ragionevolmente degli utensili generici e i relativi parametri per le operazioni di foratura e/o fresatura.
 - b. stimare i tempi e costi di lavorazione del singolo pezzo;
 - c. Verificare che la macchina utensile proposta sia adeguata ad eseguire le operazioni di tornitura.
5. Si ripeta il quesito 4, ipotizzando però di partire da uno spezzone di barra e lavorare il componente da pieno, anziché da un semilavorato ottenuto per colata o stampaggio.

Per la risoluzione del Tema, si utilizzino i dati (a), il disegno (b), l'elenco delle equazioni (c), l'elenco delle tabelle (d), l'estratto del catalogo degli utensili di tornitura (e), il modello di ciclo di lavorazione (f).

Si ipotizzi qualsiasi ulteriore dato ritenuto utile per la risoluzione del tema.

(a) **Dati** utili per la risoluzione della traccia:

- Coefficiente k per determinare il raggio di influenza: $k = 4$
- Perdite di carico del metallo fuso a contatto con stampi $c = 0.6$
- Peso specifico acciaio: 7.8 kg/dm^3
- Peso specifico terra: 1.6 kg/dm^3
- Proprietà meccaniche acciaio 39NiCr: Resistenza $R_m = 850 \text{ MPa}$; Durezza HB 350
- Pressione specifica di taglio K_s acciaio 39NiCrMo3: 2050 N/mm^2
- Coefficiente $1/n$ acciaio 39NiCrMo3: 0.197

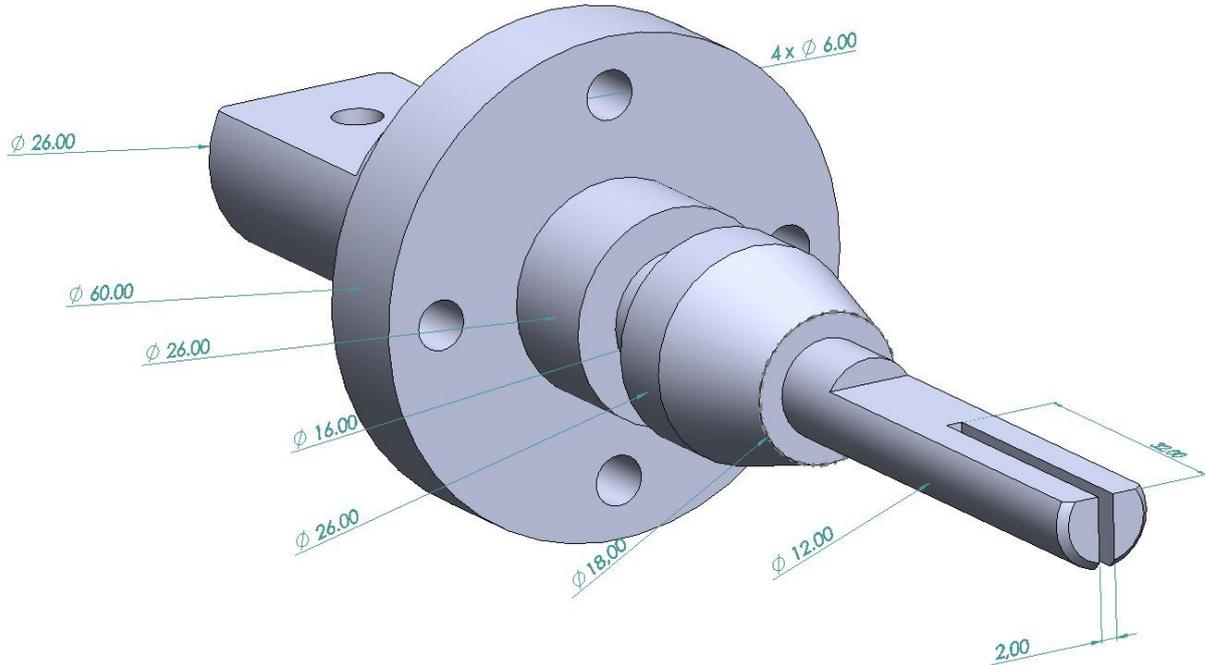
- Velocità di deformazione pari a 8 s^{-1} per la zona massiva dello stampato e 70 s^{-1} per la zona della bava.

Macchine utensili a disposizione: centro di lavoro generico e tornio parallelo con le seguenti caratteristiche

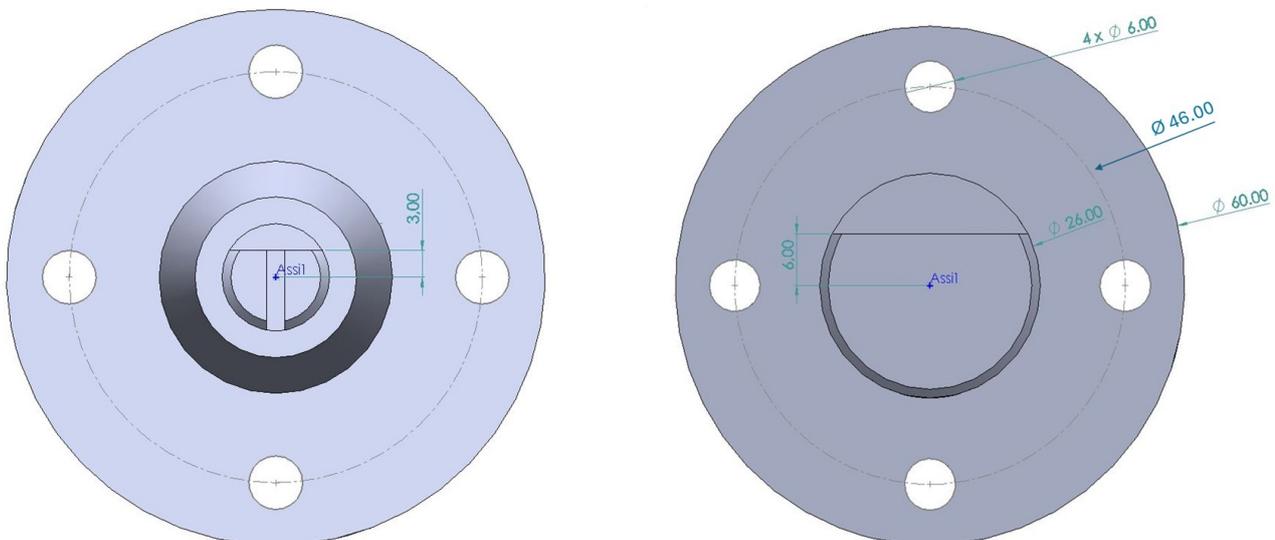
- Potenza di targa del mandrino del tornio P_T : 11 kW
- Velocità massima del mandrino del tornio n_{\max} : 6000 rpm
- Sezione porta utensile: 20 mm x 20 mm
- Rendimento della macchina utensile η : 0.87
- Fattore correttivo di sicurezza per il calcolo della potenza assorbita: 1.32

(b) **Disegno dell'albero:**

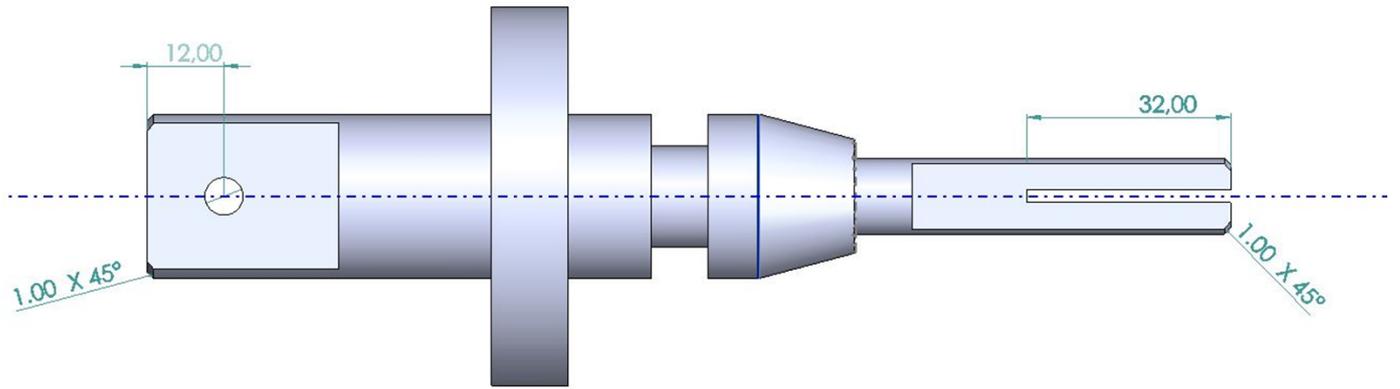
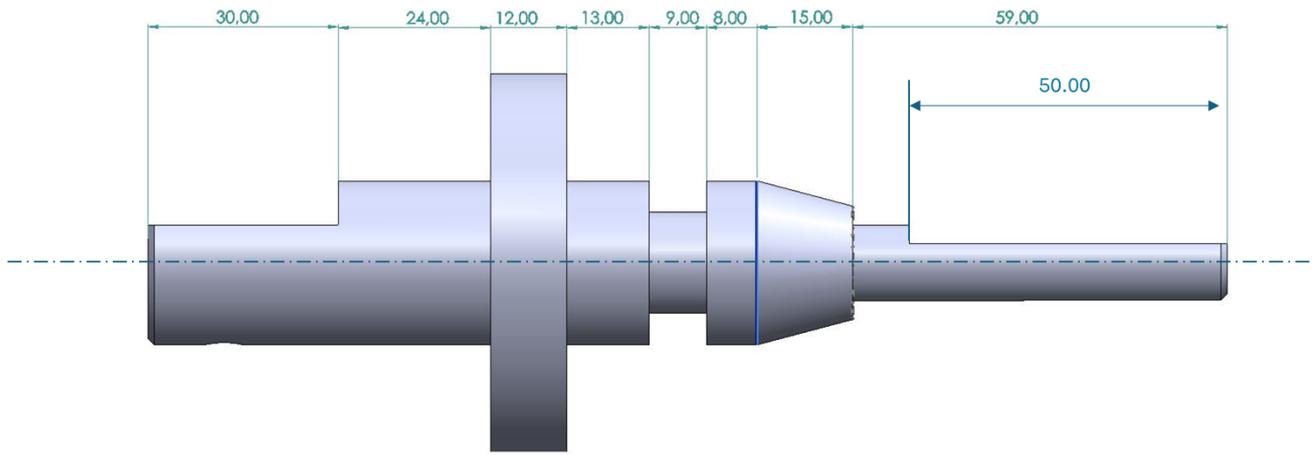
(b).1 *Modello CAD 3D con quote diametrali*



(b).2 *Modello CAD 3D, viste laterali*



(b).3 *Modello CAD 3D, vista frontale e superiore*



(c) **Equazioni** utili per la risoluzione della traccia, divise per processo:

Fonderia

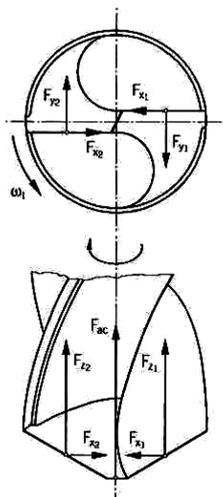
Modulo Termico:	Volume max alimentabile	Raggio di influenza:	Sezione di strozzatura
$M = \frac{V}{S}$	$V_{\max} = V_m \left(\frac{14-b}{b} \right)$ Dove b è il coefficiente di ritiro volumetrico; Dove Vm è vol. materozza.	$R = k \cdot S$	$S_s = \frac{Q_m}{v} = \frac{V}{t_r \cdot v}$
Velocità fluido:	Spinta Metallostatica:		
$v = c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_m}$	$Fv = \gamma \cdot V$		
Calcolo Tempi:			
$t_r = 3.2 \sqrt{Q}$ oppure $t_r = 0.32 \cdot s \cdot Q^{0.4}$	$t_s = k_M \cdot M^{1.71} [s]$	$t_s = k_S \cdot s^{1.71} [s]$	t critico = 15 / 25 s

Stampaggio

Spessore camera scarta bave:	Forza massima:	Sforzo in campo plastico:
$s = 0.07 \cdot \frac{S}{p}$	$F_{MAX} = \sigma_m \cdot S \cdot \left(1 + 2 \cdot f \cdot \frac{b}{s} \right) \cdot \eta$	$\sigma = K' \cdot \dot{\epsilon}^m$

Asportazione truciolo

Forza di foratura:	Forza di tornitura:
$F_{y1} = F_{y2} = k_s \cdot S = k_s \cdot \frac{a \cdot f}{4}$	$F_z = k_{s0} \cdot S^{(1-1/n)}$



(d) **Tabella:**

Coefficiente ritiro lineare

Valori sovrametallo Fonderia/Stampaggio

Materiale	Ritiro (%)	Materiale	Ritiro (%)
Acciai non legati	1,80	Ghise malleabili nere	0,50
Acciai legati (esclusi quelli al Mn e inossid.)	1,80	Leghe Al (basso Si)	1,35
Acciai al manganese	2,30	Leghe Al (alto Si)	1,20
Acciai inossidabili	2,00	Leghe Cu-Sn	1,50
Ghise grigie	1,00	Leghe Cu-Zn	1,20
Ghise sfer., perlitiche	1,20	Leghe Cu-Sn-Zn	1,30
Ghise sfer., ferritiche	0,50	Leghe Cu-Zn (Mn, Fe, Al)	2,00
Ghise austenitiche	2,00	Leghe Cu-Al (Ni, Fe, Mn)	1,90
Ghise bianche	2,00	Leghe di Zn	1,30
Ghise malleabili bianche	1,60	Leghe antifrizione (metalli bianchi)	0,50

Quota nominale [mm]	Dimensione massima del getto [mm]		
	< 200	200÷1000	> 1000
<20	0,5	1	1,5
20÷40	1	1,5	2
40÷80	1,5	2	2,5
80÷100	2	2,5	3
100÷150	2,5	3	3,5
150÷500	3	3,5	4

Angoli di sforno Fonderia/Stampaggio

Coefficienti per il calcolo di t_s

Altezza (mm)	Mod. in legno	Mod. metall.
≤ 20	4° 00' - 7,0%	2° 00' - 3,5%
20 + 50	3° 00' - 5,0%	1° 30' - 2,6%
50 + 80	2° 00' - 3,5%	1° 00' - 1,7%
80 + 120	1° 30' - 2,6%	0° 45' - 1,3%
120 + 220	1° 00' - 1,7%	0° 40' - 1,1%
≥ 220	1° 00' - 1,7%	0° 30' - 0,9%

Materiale	Surriscaldamento							
	50°C		100°C		150°C		200°C	
	k_M	k_S	k_M	k_S	k_M	k_S	k_M	k_S
Acciai	2,0	0,6	8,0	3,0	18,0	6,0	30,0	10,0
Ghise malleabili e bronzi	3,0	0,9	12,0	3,5	25,0	7,5	45,0	14,0
Ghisa grigia e sferoidale	4,0	1,3	15,0	5,0	38,0	12,0	65,0	20,0

Dimensione staffe

Coefficiente correttivo per F_{max} stampaggio

a	b	H																	
250	315	50	63	80	100	125	160	200											
280	355	50	63	80	100	125	160	200	250										
315	400	50	63	80	100	125	160	200	250	300									
355	450	--	--	80	100	125	160	200	250	300									
400	500	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355								
450	560	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400							
500	630	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	500						
560	710	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	500						
630	800	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	500						
710	900	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500						
800	1000	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500						
900	1100	--	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500						
1000	1300	--	--	--	--	--	--	200	250	300	355	400	500						
1100	1400	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500						
1200	1500	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500						
1300	1600	--	--	--	--	--	--	--	250	300	355	400	500						
1400	1700	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500	500						
1500	1800	--	--	--	--	--	--	--	300	355	400	500	500						

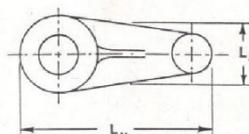


Tabella 10 - Valori di η

L_u / L_a	η
1	1,00
2	1,08
5	1,20
10	1,35

Dimensioni camera scarta bava

Costanti legge di flusso dei materiali

s	b	r	H	L
0,6	6	1	3,3	18
0,8	6	1	3,4	20
1	7	1	3,5	22
1,6	8	1	4,3	22
2	9	1,5	5	25
3	10	1,5	6,5	28
4	11	2	8	30
5	12	2	9,5	32
6	13	2,5	11	35
8	14	3	14	38
10	15	3	17	40

Materiale	Temperatura [°C]	K'	m
Alluminio	450	22.1	0.150
	500	17	0.170
Ottone	750	51	0.100
	900	32	0.130
CuZn7	750	48	0.310
	800	38	0.320
C16	900	158	0.102
	1000	123	0.121
	1100	86	0.147
C20	1200	59	0.185
	900	145	0.130
	1000	105	0.140
39NiCrMo3	1100	80	0.170
	1200	52	0.200
	900	158	0.085
39NiCrMo3	1000	130	0.100
	1100	80	0.140
	1150	51	0.160

Coefficienti d'attrito

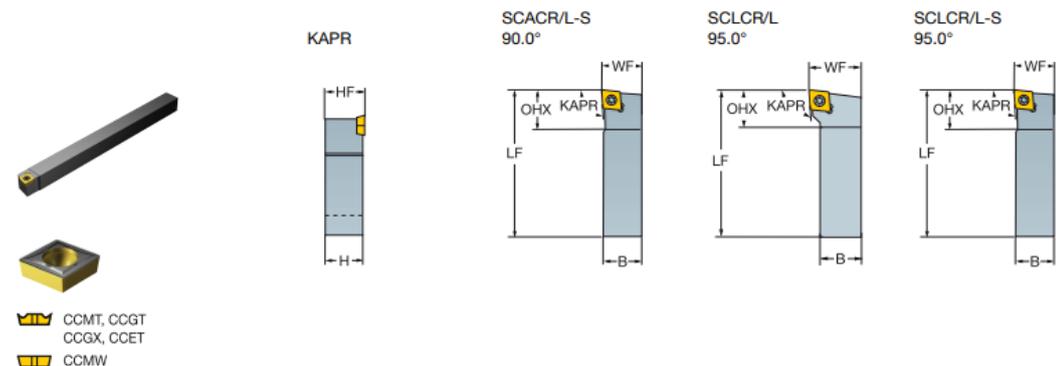
Materiale	f
acciai	0,20 ÷ 0,25
ottoni	0,12 ÷ 0,17
leghe Al	0,30 ÷ 0,35

(e) Estratto catalogo utensili tornitura

Utensili per esterni TORNITURA GENERALE

Utensile a stelo CoroTurn® 107 per tornitura

Bloccaggio a vite



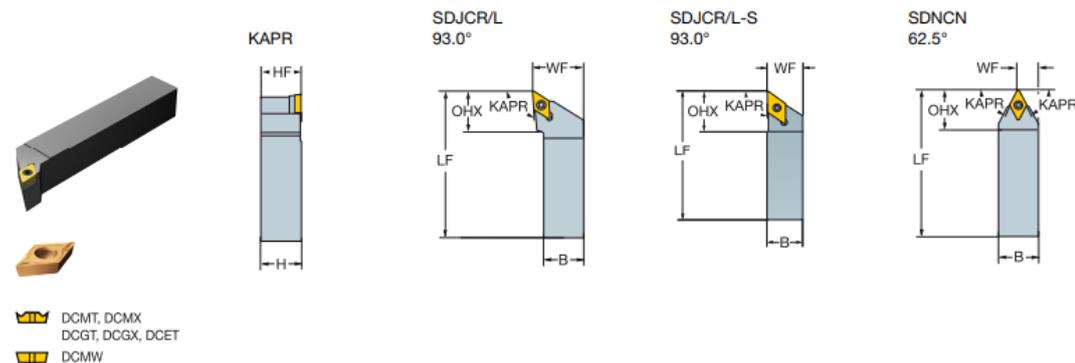
		Dimensioni, millimetri										
		CZ _{CMS}	OHX	Codice di ordinazione	B	H	LF	WF	HF	NM	KG	MID
	09	16 x 16	16.0	SCACR/L 1616K 09-S	16.0	16.0	125.0	16.0	16.0	3.0	0.28	CCMT 09 T3 08
	09	16 x 16	16.8	SCLCR/L 1616H 09	16.0	16.0	100.0	20.0	16.0	3.0	0.23	CCMT 09 T3 08
	12	20 x 20	21.7	SCLCR/L 2020K 12	20.0	20.0	125.0	25.0	20.0	3.0	0.42	CCMT 09 T3 08
	12	20 x 20	23.7	SCLCR/L 2525M 12	20.0	20.0	125.0	25.0	20.0	3.0	0.43	CCMT 12 04 08
	06	16 x 16	16.0	SCLCR/L 1616K 06-S	16.0	16.0	125.0	16.0	16.0	0.9	0.27	CCMT 06 02 04
	09	16 x 16	16.0	SCLCR/L 1616K 09-S	16.0	16.0	125.0	16.0	16.0	3.0	0.27	CCMT 09 T3 08

R = Destro, L = Sinistro

Utensili per esterni TORNITURA GENERALE

Utensile a stelo CoroTurn® 107 per tornitura

Bloccaggio a vite



		Dimensioni, millimetri											
		CZ _{CMS}	RMPX	OHX	Codice di ordinazione	B	H	LF	WF	HF	NM	KG	MID
	07	10 x 10	27°	15.7	SDJCR/L 1010E 07	10.0	10.0	70.0	12.0	10.0	0.9	0.04	DCMT 07 02 04
	16	16 x 16	27°	16.0	SDJCR/L 1616H 07	16.0	16.0	100.0	20.0	16.0	0.9	0.21	DCMT 07 02 04
	20	20 x 20	27°	17.4	SDJCR/L 2020K 07	20.0	20.0	125.0	25.0	20.0	0.9	0.40	DCMT 07 02 04
	11	16 x 16	27°	20.3	SDJCR/L 1616H 11	16.0	16.0	100.0	20.0	16.0	3.0	0.22	DCMT 11 T3 08
	16	16 x 16	27°	20.0	SDJCR/L 1616K 11-S	16.0	16.0	125.0	16.0	16.0	3.0	0.27	DCMT 11 T3 08
	20	20 x 20	27°	21.9	SDJCR/L 2020K 11	20.0	20.0	125.0	25.0	20.0	3.0	0.42	DCMT 11 T3 08
	25	25 x 25	27°	24.4	SDJCR/L 2525M 11	25.0	25.0	150.0	32.0	25.0	3.0	0.75	DCMT 11 T3 08
	07	10 x 10	57°	14.5	SDNCN 1010E 07	10.0	10.0	70.0	5.2	10.0	0.9	0.06	DCMT 07 02 04
	11	16 x 16	57°	21.9	SDNCN 1616H 11	16.0	16.0	100.0	8.5	16.0	3.0	0.20	DCMT 11 T3 08
	20	20 x 20	57°	21.9	SDNCN 2020K 11	20.0	20.0	125.0	10.5	20.0	3.0	0.40	DCMT 11 T3 08
25	25 x 25	57°	22.2	SDNCN 2525M 11	25.0	25.0	150.0	13.0	25.0	3.0	0.71	DCMT 11 T3 08	

N = Neutro, R = Destro, L = Sinistro

Velocità di taglio consigliate

Le raccomandazioni si riferiscono ad un impiego con fluido da taglio.

ISO P	No. CMC	Acciaio Materiale	Forza di taglio specificata k_{c1} N/mm ²	Durezza Brinell HB	<<<< RESISTENZA ALL'USURA			
					CT5015	GC1525	GC4305	GC4315
					h_{ex} , mm = avanzamento f_w , mm/giro			
					0.05-0.1-0.2	0.05-0.1-0.2	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8
Codice MC		Velocità di taglio (V_c), m/min						
P1.1.Z.AN	01.1	Acciaio non legato C = 0.1-0.25%	1500	125	650-540-440	560-465-380	620-450-330	570-405-300
P1.2.Z.AN	01.2	C = 0.25-0.55%	1600	150	380-245-180	495-415-335	560-405-295	510-365-265
P1.3.Z.AN	01.3	C = 0.55-0.80%	1700	170	510-425-340	430-365-295	530-385-275	460-330-240
P2.1.Z.AN	02.1	Acciaio debolmente legato (elementi leganti ≤5%) Non trattato	1700	180	480-400-320	375-320-255	610-410-285	560-370-260
P2.1.Z.AN	02.12	Acciaio per cuscinetti a sfera	1800	210	-	-	530-350-250	460-305-215
P2.5.Z.HT	02.2	Temprato	1850	275	285-235-190	200-165-135	330-230-175	300-210-155
P2.5.Z.HT	02.2	Temprato	2050	350	230-190-150	160-135-110	265-185-140	240-170-125
P3.0.Z.AN	03.11	Acciaio fortemente legato (elementi leganti >5%) Ricotto	1950	200	395-330-250	260-215-175	445-295-215	405-270-200
P3.0.Z.HT	03.21	Acciaio per utensili bonificato	3000	325	195-165-130	140-115-90	220-140-105	200-130-95
P1.5.C.UT	06.1	Getti di acciaio Non legato	1550	180	260-215-175	225-185-145	335-235-185	300-215-170
P2.6.C.UT	06.2	Debolmente legato (elementi leganti ≤5%)	1600	200	270-225-170	175-145-105	290-205-155	260-185-140
P3.0.C.UT	06.3	Acciaio fortemente legato (elementi leganti >5%)	2050	225	200-165-125	140-115-85	225-150-115	205-135-105
ISO M	No. CMC	Acciaio inossidabile Materiale	Forza di taglio specificata k_{c1} N/mm ²	Durezza Brinell HB	<<<< RESISTENZA ALL'USURA			
					GC1115	GC1125	GC2015	GC2220
					h_{ex} , mm = avanzamento f_w , mm/giro			
					0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.2-0.4-0.6	0.2-0.4-0.6
Codice MC		Velocità di taglio (V_c), m/min						
P5.0.Z.AN	05.11	Ferritico/martensitico In barre/forgiato Non trattato	1800	200	335-255-200	280-215-170	260-220-200	-
P5.0.Z.PH	05.12	Invecchiato artificialmente	2850	330	185-150-120	155-125-100	125-100-80	-
P5.0.Z.HT	05.13	Trattato	2350	330	200-160-140	165-135-120	145-120-85	-
M1.0.Z.AQ	05.21	Austenitico In barre/forgiato Austenitico	1800	180	265-215-165	220-180-135	290-240-190	225-165-125
M1.0.Z.PH	05.22	Invecchiato artificialmente	2850	330	185-150-120	155-125-100	130-100-80	100-70-55
M2.0.Z.AQ	05.23	Superaustenitico	2250	200	220-190-155	185-160-130	160-135-100	130-100-75
M3.1.Z.AQ	05.51	Austenitico-ferritico (Duplex) In barre/forgiato Non saldabile ≥ C 0.05%	2000	230	250-205-155	210-170-130	220-185-145	190-150-110
M3.2.Z.AQ	05.52	Saldabile C < 0.05%	2450	260	230-170-130	190-140-110	190-150-120	150-120-90
P5.0.C.UT	15.11	Ferritico/martensitico Fuso Non trattato	1700	200	320-265-205	265-220-170	250-210-170	-
P5.0.C.HT	15.12	Invecchiato artificialmente	2450	330	160-130-95	135-110-80	100-70-55	-
P5.0.C.HT	15.13	Trattato	2150	330	175-145-110	145-120-90	110-90-60	-
M1.0.C.UT	15.21	Austenitico Fuso Austenitico	1700	180	280-225-170	230-185-145	220-180-140	200-155-115
M2.0.C.AQ	15.22	Invecchiato artificialmente	2450	330	160-130-95	135-110-80	105-80-60	85-55-40
M2.0.C.AQ	15.23	Superaustenitico	2150	200	210-180-150	175-150-125	145-115-95	130-90-65
M3.1.C.AQ	15.51	Austenitico-ferritico (Duplex) Fuso Non saldabile ≥ C 0.05%	1800	230	230-170-120	190-140-100	185-150-135	150-120-90
M3.2.C.AQ	15.52	Saldabile C < 0.05%	2250	260	205-155-110	170-130-90	160-140-105	125-105-80
ISO K	No. CMC	Ghisa Materiale	Forza di taglio specificata k_{c1} N/mm ²	Durezza Brinell HB	<<<< RESISTENZA ALL'USURA			
					CB7525	CB7925	CC6190	CC650
					h_{ex} , mm = avanzamento f_w , mm/giro			
					0.1-0.25-0.4	0.1-0.25-0.4	0.2-0.4-0.6	0.1-0.25-0.4
Codice MC		Velocità di taglio (V_c), m/min						
K1.1.C.NS	07.1	Ghisa malleabile Ferritica (truciolo corto)	790	130	-	-	810-660-550	800-700-600
K1.1.C.NS	07.2	Perlitica	900	230	-	-	700-660-550	700-600-500
K2.1.C.UT	08.1	Ghisa grigia Bassa resistenza	890	180	1700-1450-1200	1450-1200-1050	890-720-600	800-700-600
K2.2.C.UT	08.2	Alta resistenza	970	220	1450-1250-1050	1250-1050-890	790-620-500	760-650-540
K3.1.C.UT	09.1	Ferro nodulare (SG) Ferritica	900	160	-	-	-	610-550-450
K3.3.C.UT	09.2	Perlitica	1350	250	-	-	-	510-450-350
K3.4.C.UT	09.3	Martensitica	2100	380	-	-	-	350-305-260

Profondità di taglio e avanzamento consigliati

CoroTurn® 107, inserto per tornitura

Inserto	Profondità di taglio			Avanzamento		
	$a_p = \text{mm}$			$f_t = \text{mm/giro}$		
	Cons.	Min.	Max.	Cons.	Min.	Max.
CCET060201-UM	0.3	0.1	0.7	0.02	0.01	0.04
CCET060202-UM	0.4	0.2	0.7	0.02	0.01	0.06
CCET060204-UM	0.7	0.5	1	0.02	0.01	0.06
CCGT060201-UM	0.3	0.1	0.7	0.02	0.01	0.06
CCGT060202-UM	0.5	0.1	1.05	0.05	0.02	0.08
CCGT060204-UM	1	0.5	1.4	0.14	0.08	0.21
CCGT09T301-UM	0.3	0.1	0.7	0.02	0.01	0.06
CCGT09T302-UM	0.5	0.1	1.05	0.05	0.02	0.08
CCGT09T304-UM	1.25	0.5	2.1	0.11	0.08	0.18
CCGT09T308-UM	1.25	0.5	2.1	0.14	0.12	0.25
CCGW060202S01020F	0.07	0.04	0.1	0.07	0.03	0.1
CCGW060202T01030F	0.07	0.04	0.2	0.07	0.03	0.1
CCGW060204S01020F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
CCGW060204S01030F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2
CCGW060204S01520FWH	0.1	0.07	0.2	0.18	0.05	0.25
CCGW060204T01020F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2
CCGW060204T01030F	0.1	0.05	0.4	0.1	0.05	0.2
CCGW060204T01030FWH	0.1	0.07	0.4	0.18	0.05	0.25
CCGW060208S01020F	0.2	0.07	0.4	0.15	0.05	0.3
CCGW060208S01030F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
CCGW060208S01520FWH	0.2	0.07	0.4	0.28	0.05	0.35
CCGW060208T01030F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
CCGW060208T01030FWH	0.2	0.07	0.8	0.28	0.05	0.35
CCGW09T304S01020F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
CCGW09T304S01520FWH	0.1	0.07	0.2	0.18	0.05	0.25
CCGW09T304S01530F	0.1	0.05	0.5	0.1	0.05	0.2
CCGW09T304S01530FWH	0.1	0.05	0.3	0.18	0.05	0.25
CCGW09T304S02030F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
CCGW09T304T01020F	0.1	0.05	0.5	0.1	0.05	0.2
CCGW09T304T01020FWH	0.1	0.07	0.4	0.18	0.05	0.25
CCGW09T308S01020F	0.2	0.07	0.4	0.15	0.05	0.3
CCGW09T308S01520FWH	0.2	0.07	0.4	0.28	0.05	0.35
CCGW09T308S01530F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
CCGW09T308S02030F	0.2	0.07	0.4	0.15	0.05	0.3
CCGW09T308T01020F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
CCGW09T308T01020FWH	0.2	0.07	0.8	0.28	0.05	0.35
CCGW09T312S01020F	0.2	0.07	0.6	0.2	0.05	0.3
CCGW09T312S01520FWH	0.2	0.07	0.6	0.32	0.05	0.4
CCGX060202-AL	1	0.3	3	0.12	0.05	0.15
CCGX060204-AL	1	0.3	3	0.12	0.05	0.15
CCGX09T3L020-15FXA	0.12	0.05	0.2	0.3	0.2	0.4
CCGX09T304-AL	1.5	0.5	5	0.2	0.1	0.3
CCGX09T308-AL	1.5	0.5	5	0.3	0.15	0.6
CCGX120404-AL	1.5	0.5	7	0.2	0.1	0.3
CCGX120408-AL	1.5	0.5	7	0.3	0.15	0.6
CCMT060202-KF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.11
CCMT060202-MF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.03	0.11
CCMT060202-PF	0.3	0.06	1.7	0.06	0.05	0.11
CCMT060202-UF	0.4	0.1	1.5	0.07	0.05	0.15
CCMT060202-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
CCMT060204-KF	0.3	0.1	1.7	0.08	0.05	0.17
CCMT060204-KM	0.64	0.2	2.4	0.11	0.06	0.17
CCMT060204-MF	0.3	0.1	1.7	0.08	0.05	0.17
CCMT060204-MM	0.64	0.2	2.4	0.11	0.06	0.17
CCMT060204-PF	0.3	0.1	1.7	0.08	0.05	0.17
CCMT060204-PM	0.64	0.2	2.4	0.11	0.06	0.17
CCMT060204-UF	0.4	0.2	1.5	0.1	0.05	0.2
CCMT060204-UM	1	0.5	2.5	0.2	0.08	0.3
CCMT060204-UR	1.5	1	2.5	0.25	0.15	0.3
CCMT060204-WF	0.8	0.3	2	0.12	0.05	0.3
CCMT060208-KM	0.64	0.4	2.4	0.15	0.08	0.23
CCMT060208-KR	1.6	0.8	3.2	0.19	0.09	0.26
CCMT060208-MM	0.64	0.4	2.4	0.15	0.08	0.23
CCMT060208-MR	1.6	0.8	3.2	0.19	0.09	0.26
CCMT060208-PM	0.64	0.4	2.4	0.15	0.08	0.23
CCMT060208-PR	1.6	0.8	3.2	0.19	0.09	0.26
CCMT060208-UF	0.4	0.2	1.5	0.1	0.05	0.25
CCMT060208-UM	1	0.5	2.5	0.25	0.12	0.4
CCMT060208-WF	0.8	0.3	2	0.15	0.09	0.35
CCMT060208-WM	1.2	0.5	2.5	0.2	0.1	0.4
CCMT09T302-MF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
CCMT09T302-PF	0.35	0.08	2	0.08	0.05	0.15
CCMT09T302-UF	0.4	0.1	2	0.07	0.05	0.15
CCMT09T302-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15

Inserto	Profondità di taglio			Avanzamento		
	$a_p = \text{mm}$			$f_t = \text{mm/giro}$		
	Cons.	Min.	Max.	Cons.	Min.	Max.
CCMT09T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
CCMT09T304-KM	0.64	0.25	3	0.15	0.08	0.23
CCMT09T304-MF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
CCMT09T304-MM	0.64	0.25	3	0.15	0.08	0.23
CCMT09T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
CCMT09T304-PM	0.64	0.25	3	0.15	0.08	0.23
CCMT09T304-UF	0.4	0.2	2	0.1	0.05	0.2
CCMT09T304-UM	1.25	0.5	4	0.2	0.08	0.3
CCMT09T304-UR	2	1	4	0.25	0.15	0.3
CCMT09T304-WF	1	0.3	3	0.2	0.07	0.3
CCMT09T304-WM	1.5	0.5	4	0.25	0.12	0.4
CCMT09T308-KF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
CCMT09T308-KM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
CCMT09T308-KR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
CCMT09T308-MF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
CCMT09T308-MM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
CCMT09T308-MR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
CCMT09T308-PF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
CCMT09T308-PM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
CCMT09T308-PR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
CCMT09T308-UM	1.25	0.5	4	0.25	0.12	0.4
CCMT09T308-UR	2	1	4	0.3	0.15	0.5
CCMT09T308-WF	1	0.3	3	0.25	0.12	0.5
CCMT09T308-WM	1.5	0.7	4	0.3	0.15	0.5
CCMT09T312-KR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
CCMT09T312-MR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
CCMT09T312-PR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
CCMT120404-KM	0.96	0.3	3.6	0.18	0.09	0.27
CCMT120404-MF	0.42	0.14	2.4	0.14	0.07	0.27
CCMT120404-MM	0.96	0.3	3.6	0.18	0.09	0.27
CCMT120404-PF	0.42	0.14	2.4	0.14	0.07	0.27
CCMT120404-PM	0.96	0.3	3.6	0.18	0.09	0.27
CCMT120404-WM	2	0.5	4	0.25	0.15	0.4
CCMT120408-KM	0.96	0.6	3.6	0.24	0.12	0.36
CCMT120408-KR	2.4	1.2	4.8	0.3	0.14	0.42
CCMT120408-MM	0.96	0.6	3.6	0.24	0.12	0.36
CCMT120408-MR	2.4	1.2	4.8	0.3	0.14	0.42
CCMT120408-PM	0.96	0.6	3.6	0.24	0.12	0.36
CCMT120408-PR	2.4	1.2	4.8	0.3	0.14	0.42
CCMT120408-UM	1.5	0.5	4	0.25	0.12	0.4
CCMT120408-UR	2.5	1	4	0.3	0.15	0.5
CCMT120412-KR	2.4	1.44	4.8	0.36	0.17	0.5
CCMT120412-MM	0.96	0.72	3.6	0.29	0.14	0.3
CCMT120412-MR	2.4	1.44	4.8	0.36	0.17	0.5
CCMT120412-PM	0.96	0.72	3.6	0.29	0.14	0.43
CCMT120412-PR	2.4	1.44	4.8	0.36	0.17	0.5
CCMT160508-UR	3	1	5	0.35	0.15	0.5
CCMW060204FP	0.5	0.1	2.3	0.1	0.05	0.2
CCMW09T304FP	0.5	0.1	3.4	0.1	0.05	0.2
CCMW09T308FP	1	0.1	3.4	0.15	0.05	0.4
DCET070200-UM	0.3	0.1	4	0.03	0.01	0.06
DCET070201-UM	0.5	0.1	4	0.03	0.01	0.06
DCET11T301-UM	0.3	0.1	4	0.03	0.01	0.06
DCET11T302-UM	0.3	0.2	4	0.03	0.01	0.06
DCET11T304-UM	1.25	0.5	4	0.05	0.02	0.1
DCGT070201-UM	0.3	0.1	1	0.03	0.01	0.08
DCGT070202-UM	0.5	0.1	1.5	0.07	0.02	0.16
DCGT070204-UM	1	0.3	2.5	0.15	0.08	0.25
DCGT070208-UM	1	0.3	2.5	0.2	0.12	0.3
DCGT11T301-UM	0.3	0.1	1	0.03	0.01	0.06
DCGT11T302-UM	0.3	0.1	1.5	0.03	0.01	0.06
DCGT11T304-UM	1.25	0.3	3	0.15	0.08	0.25
DCGT11T308-UM	1.25	0.3	3	0.2	0.12	0.3
DCGW070202S01020F	0.07	0.04	0.1	0.07	0.03	0.1
DCGW070202T01030F	0.07	0.04	0.2	0.07	0.03	0.1
DCGW070204S01020F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
DCGW070204S01030F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2
DCGW070204T01020F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2
DCGW070208S01030F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
DCGW11T302T01020F	0.07	0.04	0.2	0.07	0.05	0.1
DCGW11T304S01020F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
DCGW11T304S01020FWH	0.1	0.05	0.4	0.15	0.05	0.25
DCGW11T304S01520FWH	0.1	0.07	0.2	0.15	0.05	0.25
DCGW11T304S01530F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2

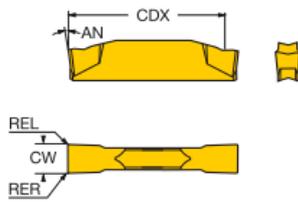
Profondità di taglio e avanzamento consigliati

CoroTurn® 107, inserto per tornitura

Inserto	Profondità di taglio			Avanzamento		
	a_p = mm			f_z = mm/giro		
	Cons.	Min.	Max.	Cons.	Min.	Max.
DCGW11T304S02030F	0.1	0.07	0.2	0.1	0.05	0.2
DCGW11T304T01020F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.2
DCGW11T308S01020F	0.2	0.07	0.4	0.15	0.05	0.3
DCGW11T308S01020FWH	0.2	0.07	0.8	0.2	0.05	0.3
DCGW11T308S01520FWH	0.2	0.07	0.4	0.2	0.05	0.3
DCGW11T308S01530F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
DCGW11T308S02030F	0.2	0.07	0.4	0.15	0.05	0.3
DCGW11T308T01020F	0.2	0.07	0.8	0.15	0.05	0.3
DCGW11T312S01020F	0.2	0.07	0.6	0.2	0.05	0.3
DCGW11T312S01530F	0.2	0.07	1.2	0.15	0.05	0.3
DCGX070202-AL	1	0.3	4	0.12	0.05	0.15
DCGX070204-AL	1.5	0.5	4	0.2	0.1	0.3
DCGX11T302-AL	1	0.3	5.5	0.12	0.05	0.15
DCGX11T304-AL	1.5	0.5	5.5	0.2	0.1	0.3
DCGX11T308-AL	1.5	0.5	5.5	0.3	0.15	0.6
DCMT070202-KF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
DCMT070202-MF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.03	0.11
DCMT070202-PF	0.26	0.06	1.5	0.06	0.05	0.11
DCMT070202-UF	0.4	0.1	1.5	0.07	0.05	0.15
DCMT070204-KF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
DCMT070204-KM	0.6	0.19	2.25	0.11	0.06	0.17
DCMT070204-MF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
DCMT070204-MM	0.6	0.19	2.25	0.11	0.06	0.17
DCMT070204-PF	0.26	0.08	1.5	0.08	0.05	0.17
DCMT070204-PM	0.6	0.19	2.25	0.11	0.06	0.17
DCMT070204-UF	0.4	0.2	1.5	0.1	0.05	0.2
DCMT070204-UM	1	0.3	2.5	0.2	0.06	0.3
DCMT070204-UM	1	0.5	2.5	0.2	0.08	0.3
DCMT070208-KM	0.6	0.38	2.25	0.15	0.08	0.23
DCMT070208-KM	0.6	0.38	2.25	0.15	0.08	0.23
DCMT070208-PM	0.6	0.38	2.25	0.15	0.08	0.23
DCMT070208-PM	0.6	0.38	2.25	0.15	0.08	0.23
DCMT070208-UM	1	0.5	2.5	0.25	0.12	0.35
DCMT11T302-KF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
DCMT11T302-MF	0.35	0.08	2	0.08	0.04	0.15
DCMT11T302-PF	0.35	0.08	2	0.08	0.05	0.15
DCMT11T304-KF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
DCMT11T304-KM	0.8	0.25	3	0.15	0.08	0.23
DCMT11T304-MF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
DCMT11T304-MM	0.8	0.25	3	0.15	0.08	0.23
DCMT11T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.23
DCMT11T304-PM	0.8	0.25	3	0.15	0.08	0.23
DCMT11T304-UF	0.4	0.2	2	0.1	0.05	0.2
DCMT11T304-UM	1.25	0.5	4	0.2	0.08	0.3
DCMT11T304-UR	2	1	4	0.25	0.15	0.3
DCMT11T308-KF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
DCMT11T308-KM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
DCMT11T308-KR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
DCMT11T308-MF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
DCMT11T308-MM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
DCMT11T308-MR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
DCMT11T308-PF	0.35	0.15	2	0.15	0.08	0.3
DCMT11T308-PM	0.8	0.5	3	0.2	0.1	0.3
DCMT11T308-PR	2	1	4	0.25	0.12	0.35
DCMT11T308-UF	0.4	0.2	2	0.1	0.05	0.25
DCMT11T308-UM	1.25	0.5	4	0.25	0.12	0.4
DCMT11T308-UR	2	1	4	0.3	0.15	0.5
DCMT11T312-KM	0.8	0.6	3	0.24	0.12	0.36
DCMT11T312-KR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
DCMT11T312-MM	0.8	0.6	3	0.24	0.12	0.36
DCMT11T312-MR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
DCMT11T312-PM	0.8	0.6	3	0.24	0.12	0.36
DCMT11T312-PR	2	1.2	4	0.3	0.14	0.42
DCMT11T312-UR	2	1	4	0.3	0.2	0.5
DCMW11T304FP	0.5	0.1	3.3	0.1	0.05	0.2
DCMW11T308FP	1	0.1	3	0.15	0.05	0.4
DCMX070202-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
DCMX070204-WF	0.7	0.3	2	0.12	0.05	0.25
DCMX070208-WF	0.7	0.3	2	0.15	0.09	0.35
DCMX11T302-WF	0.3	0.1	1.5	0.1	0.03	0.15
DCMX11T304-WF	1	0.3	3	0.2	0.07	0.3
DCMX11T304-WM	1.5	0.5	4	0.25	0.12	0.4
DCMX11T308-WF	1	0.3	3	0.25	0.12	0.4
DCMX11T308-WM	1.5	0.5	4	0.3	0.15	0.5

Inserto	Profondità di taglio			Avanzamento		
	a_p = mm			f_z = mm/giro		
	Cons.	Min.	Max.	Cons.	Min.	Max.
RCGX0602M0-AL	1	0.6	2.4	0.24	0.13	0.38
RCGX0803M0-AL	1.5	0.8	3.2	0.35	0.16	0.54
RCGX10T3M0-AL	2	1	4	0.36	0.16	0.63
RCGX1204M0-AL	2.5	1.2	4.8	0.46	0.19	0.79
RCMT0502M0	1	0.5	2	0.11	0.05	0.16
RCMT0602M0	1.5	0.5	2.4	0.15	0.05	0.17
RCMT060300	1.5	0.5	2.4	0.15	0.05	0.17
RCMT060300-SM	0.8	0.26	1.6	0.08	0.08	0.05
RCMT0803M0	2	0.8	3.2	0.2	0.05	0.25
RCMT0803M0-SM	1	0.33	2	0.08	0.08	0.06
RCMT09T300	2.5	1	4	0.25	0.06	0.32
RCMT09T300-M0	2.5	1	4	0.25	0.06	0.32
RCMT09T300-SM	1.5	0.4	2.5	0.1	0.09	0.08
RCMT10T3M0	2.5	1	4	0.25	0.06	0.32
RCMT10T3M0-SM	1.5	0.4	2.5	0.1	0.09	0.08
RCMT120400	3	1.2	4.8	0.3	0.08	0.38
RCMT120400	3	1.2	4.8	0.3	0.08	0.38
RCMT120400-M0	3	1.2	4.8	0.29	0.08	0.37
RCMT120400-SM	2	0.5	3	0.16	0.1	0.1
RCMT1204M0	3	1.2	4.8	0.3	0.08	0.38
RCMT1204M0-SM	2	0.5	3	0.12	0.1	0.1
RCMT1606M0	3.5	1.6	6.4	0.37	0.1	0.51
RCMT1606M0-SM	2.5	0.65	4	0.16	0.15	0.12
RCMT190600	4	2	8	0.45	0.13	0.63
RCMT2006M0	4	2	8	0.45	0.13	0.63
SCGW09T304S01030F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.21
SCGW09T304T01020F	0.1	0.07	0.4	0.1	0.05	0.21
SCGW09T308S01030F	0.2	0.07	0.8	0.16	0.05	0.31
SCGW09T308S01530F	0.1	0.07	0.8	0.1	0.05	0.21
SCGW09T308T01020F	0.1	0.07	0.8	0.1	0.05	0.21
SCGX09T308-AL	1.5	0.5	5	0.31	0.16	0.62
SCMT09T304-KM	0.8	0.25	3	0.16	0.08	0.24
SCMT09T304-MF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.24
SCMT09T304-MM	0.8	0.25	3	0.16	0.08	0.24
SCMT09T304-PF	0.35	0.11	2	0.11	0.06	0.24
SCMT09T304-PM	0.8	0.25	3	0.16	0.08	0.24
SCMT09T304-KM	0.8	0.25	3	0.16	0.08	0.24
SCMT09T308-KM	0.8	0.5	3	0.21	0.1	0.31
SCMT09T308-KR	2	1	4	0.26	0.12	0.36
SCMT09T308-MF	0.35	0.15	2	0.16	0.08	0.31
SCMT09T308-MM	0.8	0.5	3	0.21	0.1	0.31
SCMT09T308-MR	2	1	4	0.26	0.12	0.36
SCMT09T308-PF	0.35	0.15	2	0.16	0.08	0.31
SCMT09T308-PM	0.8	0.5	3	0.21	0.1	0.31
SCMT09T308-PR	2	1	4	0.26	0.12	0.36
SCMT09T308-UF	0.4	0.2	2	0.1	0.05	0.26
SCMT09T308-UM	1.25	0.5	4	0.26	0.12	0.41
SCMT09T308-UR	2	1	4	0.31	0.16	0.52
SCMT09T312-KR	2	1.2	4	0.31	0.14	0.43
SCMT09T312-MR	2	1.2	4	0.31	0.14	0.43
SCMT09T312-PR	2	1.2	4	0.31	0.14	0.43
SCMT120404-MM	0.96	0.3	3.6	0.19	0.09	0.28
SCMT120404-PM	0.96	0.3	3.6	0.19	0.09	0.28
SCMT120404-UR	2.5	1	5	0.26	0.16	0.31
SCMT120408-KM	0.96	0.6	3.6	0.25	0.12	0.37
SCMT120408-KR	2.4	1.2	4.8	0.31	0.14	0.43
SCMT120408-MM	0.96	0.6	3.6	0.25	0.12	0.37
SCMT120408-MR	2.4	1.2	4.8	0.31	0.14	0.43
SCMT120408-PM	0.96	0.6	3.6	0.25	0.12	0.37
SCMT120408-PR	2.4	1.2	4.8	0.31	0.14	0.43
SCMT120408-UM	1.5	0.5	4	0.26	0.12	0.41
SCMT120408-UR	2.5	1	4	0.31	0.16	0.52
SCMT120412-KR	2.4	1.44	4.8	0.37	0.18	0.52
SCMT120412-MM	0.96	0.72	3.6	0.3	0.14	0.45
SCMT120412-MR	2.4	1.44	4.8	0.37	0.18	0.52
SCMT120412-PM	0.96	0.72	3.6	0.3	0.14	0.45
SCMT120412-PR	2.4	1.44	4.8	0.37	0.18	0.52
SCMT120412-UM	1.5	0.5	4	0.26	0.16	0.41
TCEX050100L-F	0.15	0.05	0.8	0.04	0.01	0.06
TCEX050100R-F	0.15	0.05	0.8	0.04	0.02	0.06
TCEX050101L-F	0.15	0.05	0.8	0.05	0.01	0.07
TCEX050101R-F	0.15	0.05	0.8	0.06	0.02	0.1
TCEX06T100L-F	0.2	0.05	1	0.05	0.01	0.07
TCEX06T100R-F	0.5	0.05	1.5	0.05	0.01	0.07

Inserto CoroCut® 1-2 per scanalatura



CoroCut® 2-taglienti

Media	SSC	CW	REL	RER	CDX	Codice di ordinazione	Dimensioni, millimetri																	
							P			M			K			N			S			AN		
							1125	1145	2105	1125	1145	2105	1125	1145	2105	1125	1145	2105	1125	1145	2105			
	E	2.00	0.20	0.20	18.8	N123E2-0200-0002-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°	
		2.39	0.20	0.20	18.4	N123E2-0239-0002-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	G	3.00	0.30	0.30	18.2	N123G2-0300-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
		3.18	0.30	0.30	18.0	N123G2-0318-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	H	4.00	0.30	0.30	23.0	N123H2-0400-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	J	4.75	0.30	0.30	22.6	N123J2-0475-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
		5.00	0.40	0.40	22.9	N123J2-0500-0004-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	K	6.00	0.40	0.40	22.7	N123K2-0600-0004-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
		6.35	0.25	0.25	22.6	N123K2-0635-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	L	7.92	0.30	0.30	28.7	N123L2-0792-0003-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
		8.00	0.50	0.50	28.4	N123L2-0800-0005-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
	M	9.05	0.80	0.80	28.0	N123M2-0900-0008-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°
		10.00	0.80	0.80	28.0	N123M2-1000-0008-GM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7°

SSC = Deve corrispondere al codice di misura SSC sull'utensile.

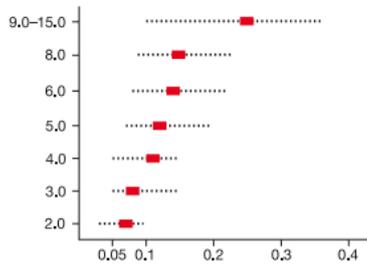
N = Neutra



123-GM

Avanzamento radiale

Larghezza inserto (CW), mm



Scanalatura in tutti i materiali

Ecezionale controllo truciolo.
Riduce la larghezza del truciolo realizzando buone finiture.

Sceita per avanzamenti medi

Misura M

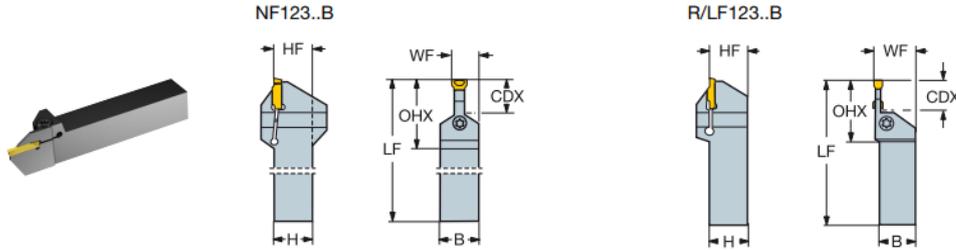
sede

CW, mm 9-11

Avanzamento (f), mm/giro

Utensile a stelo CoroCut® 1-2 per troncatura e scanalatura

Bloccaggio a vite



SSC	CZC _{MS}	CDX	OHX	Codice di ordinazione	Dimensioni, millimetri							MIID
					B	H	LF	WF	HF	⌀NM	⌀KG	
D	16 x 16	8.0	25.5	R/LF123D08-1616B	16.0	16.0	100.0	17.0	16.0	2.5	0.22	N123D2-0150-0002-CM
	16 x 16	15.0	33.5	R/LF123D15-1616B	16.0	16.0	100.0	17.0	16.0	3.5	0.20	N123D2-0150-0002-CM
	20 x 20	8.0	25.5	R/LF123D08-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	2.5	0.40	N123D2-0150-0002-CM
	20 x 20	15.0	33.5	R/LF123D15-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	3.5	0.38	N123D2-0150-0002-CM
	25 x 25	8.0	25.5	R/LF123D08-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	2.5	0.72	N123D2-0150-0002-CM
25 x 25	15.0	33.5	R/LF123D15-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	3.5	0.72	N123D2-0150-0002-CM	
E	16 x 16	8.0	25.5	R/LF123E08-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	2.5	0.26	N123E2-0200-0002-CM
	16 x 16	15.0	33.5	R/LF123E15-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	4.0	0.25	N123E2-0200-0002-CM
	20 x 20	8.0	25.5	R/LF123E08-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	2.5	0.38	N123E2-0200-0002-CM
	20 x 20	15.0	33.5	R/LF123E15-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	4.0	0.36	N123E2-0200-0002-CM
	25 x 25	8.0	25.5	R/LF123E08-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	2.5	0.72	N123E2-0200-0002-CM
25 x 25	15.0	33.5	R/LF123E15-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	4.0	0.69	N123E2-0200-0002-CM	
F	16 x 16	10.0	29.0	R/LF123F10-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	3.0	0.26	N123F2-0250-0002-CM
	16 x 16	20.0	22.4	R/LF123F20-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	4.0	0.25	N123F2-0250-0002-CM
	20 x 20	10.0	29.0	R/LF123F10-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	3.0	0.35	N123F2-0250-0002-CM
	20 x 20	20.0	22.4	R/LF123F20-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	4.0	0.36	N123F2-0250-0002-CM
	25 x 25	10.0	29.0	R/LF123F10-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	3.0	0.72	N123F2-0250-0002-CM
25 x 25	20.0	22.4	R/LF123F20-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	4.0	0.67	N123F2-0250-0002-CM	
32 x 25	20.0	40.0	R/LF123F20-3225B	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	4.0	0.99	N123F2-0250-0002-CM	

G	16 x 16	10.0	22.4	R/LF123G10-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	3.5	0.26	N123G2-0300-0003-TF
	16 x 16	20.0	41.0	R/LF123G20-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	5.0	0.26	N123G2-0300-0003-TF
	20 x 20	10.0	22.4	R/LF123G10-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	3.5	0.40	N123G2-0300-0003-TF
	20 x 20	20.0	41.0	R/LF123G20-2020B	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	5.0	0.36	N123G2-0300-0003-TF
	25 x 25	10.0	22.4	R/LF123G10-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	3.5	0.73	N123G2-0300-0003-TF
	25 x 25	20.0	41.0	R/LF123G20-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	5.0	0.68	N123G2-0300-0003-TF
	32 x 25	10.0	30.0	R/LF123G10-3225B	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	3.5	1.05	N123G2-0300-0003-TF
	32 x 25	20.0	41.0	R/LF123G20-3225B	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	5.0	0.99	N123G2-0300-0003-TF
32 x 32	20.0	41.0	R/LF123G20-3232B	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	5.0	1.24	N123G2-0300-0003-TF	
H	16 x 16	13.0	34.0	R/LF123H13-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	4.5	0.21	N123H2-0400-0004-TF
	16 x 16	25.0	47.0	R/LF123H25-1616B	16.0	16.0	125.0	17.0	16.0	7.0	0.26	N123H2-0400-0004-TF
	20 x 20	13.0	34.0	R/LF123H13-2020BM	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	4.5	0.41	N123H2-0400-0004-TF
	20 x 20	25.0	47.0	R/LF123H25-2020BM	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	7.0	0.39	N123H2-0400-0004-TF
	25 x 25	13.0	34.0	R/LF123H13-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	4.5	0.73	N123H2-0400-0004-TF
	25 x 25	25.0	47.0	R/LF123H25-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	7.0	0.68	N123H2-0400-0004-TF
	32 x 25	13.0	34.0	R/LF123H13-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	4.5	1.05	N123H2-0400-0004-TF
	32 x 25	25.0	47.0	R/LF123H25-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	7.0	0.97	N123H2-0400-0004-TF
32 x 32	13.0	34.0	R/LF123H13-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	4.5	1.31	N123H2-0400-0004-TF	
32 x 32	25.0	47.0	R/LF123H25-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	7.0	1.22	N123H2-0400-0004-TF	
J	20 x 20	13.0	34.0	R/LF123J13-2020BM	20.0	20.0	125.0	21.0	20.0	5.0	0.41	N123J2-0500-0002-CM
	25 x 25	13.0	34.0	R/LF123J13-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	5.0	0.73	N123J2-0500-0002-CM
	25 x 25	22.0	30.0	R/LF123J22-2525B	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	6.0	0.70	N123J2-0500-0004-TF
	25 x 25	32.0	57.0	R/LF123J32-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	7.5	0.68	N123J2-0500-0002-CM
	32 x 25	13.0	34.0	R/LF123J13-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	5.0	1.05	N123J2-0500-0002-CM
	32 x 25	32.0	57.0	R/LF123J32-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	7.5	0.97	N123J2-0500-0002-CM
	32 x 32	13.0	34.0	R/LF123J13-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	5.0	1.32	N123J2-0500-0002-CM
	32 x 32	32.0	57.0	R/LF123J32-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	7.5	1.21	N123J2-0500-0002-CM

SSC = Deve corrispondere al codice SSC sull'inserto.

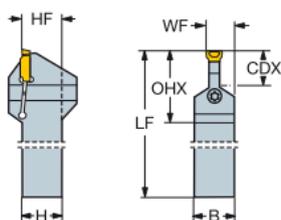
R = Destro, L = Sinistro

Utensile a stelo CoroCut® 1-2 per troncatura e scanalatura

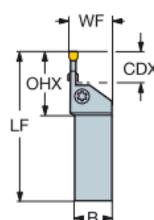
Bloccaggio a vite



NF123..B



R/LF123..B



		Dimensioni, millimetri											
SSC	CZC _{MS}	CDX	OHX	Codice di ordinazione	B	H	LF	WF	HF	NM	KG	MIID	
	K	25 x 25	16.0	39.0	R/LF123K16-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	5.5	0.74	N123K2-0600-0004-TF
		25 x 25	32.0	58.0	R/LF123K32-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	7.5	0.69	N123K2-0600-0004-TF
		32 x 25	16.0	39.0	R/LF123K16-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	5.5	1.03	N123K2-0600-0004-TF
		32 x 25	32.0	58.0	R/LF123K32-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	7.5	0.96	N123K2-0600-0004-TF
		32 x 32	16.0	39.0	R/LF123K16-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	5.5	1.29	N123K2-0600-0004-TF
		32 x 32	32.0	58.0	R/LF123K32-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	7.5	1.21	N123K2-0600-0004-TF
	L	25 x 25	16.0	41.0	R/LF123L16-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	6.5	0.74	N123L2-0800-0008-TF
		25 x 25	25.0	52.0	R/LF123L25-2525BM	25.0	25.0	150.0	26.0	25.0	7.0	0.74	N123L2-0800-0008-TF
		32 x 25	25.0	52.0	R/LF123L25-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	7.0	1.01	N123L2-0800-0008-TF
		32 x 25	32.0	60.0	R/LF123L32-3225BM	25.0	32.0	170.0	26.0	32.0	7.5	0.97	N123L2-0800-0008-TF
		32 x 32	32.0	60.0	R/LF123L32-3232BM	32.0	32.0	170.0	33.0	32.0	7.5	1.20	N123L2-0800-0008-TF
		32 x 32	32.0	63.9	R/LF123M32-3232B	32.0	32.0	250.0	34.0	32.0	9.0	2.13	N123M1-1100-0008-GM
	M	40 x 40	32.0	63.9	R/LF123M32-4040B	40.0	40.0	250.0	42.0	40.0	9.0	3.14	N123M1-1100-0008-GM
		40 x 40	50.0	63.9	R/LF123M50-4040B	40.0	40.0	250.0	42.0	40.0	4.5	2.78	N123M1-1100-0008-GM
		32 x 32	32.0	71.3	R/LF123R32-3232B	32.0	32.0	250.0	34.5	32.0	10.0	2.13	N123R1-1500-0010-GR
	R	40 x 40	32.0	71.3	R/LF123R32-4040B	40.0	40.0	250.0	42.5	40.0	10.0	3.15	N123R1-1500-0010-GR
		40 x 40	50.0	71.3	R/LF123R50-4040B	40.0	40.0	250.0	42.5	40.0	4.5	2.76	N123R1-1500-0010-GR
		40 x 40	32.0	63.9	NF123M32-4040B	40.0	40.0	250.0	25.7	40.0	9.0	3.00	N123M1-1100-0008-GM
	R	40 x 40	32.0	71.3	NF123R32-4040B	40.0	40.0	250.0	27.5	40.0	10.0	3.14	N123R1-1500-0010-GR

Velocità di taglio consigliate

Le raccomandazioni si riferiscono ad un impiego con fluido da taglio.

B	ISO P	No. CMC	Acciaio	Forza di taglio specifica k_{c1}	Durezza Brinell	<<<< RESISTENZA ALL'USURA		
						CT525 GC3115 GC4325		
						h_{res} , mm - avanzamento f_n , mm/giro		
						0.05-0.5 0.05-0.5 0.05-0.5		
C	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Non legato		
						C = 0.1-0.25%		
						C = 0.25-0.55%		
D	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Debolmente legato <5%		
						Non trattato		
						Bonificato		
E	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Fortemente legato >5%		
						Ricotto		
						Acciaio per utensili trattato		
F	ISO M	No. CMC	Acciaio inossidabile	Forza di taglio specifica k_{c1}	Durezza Brinell	<<<< RESISTENZA ALL'USURA		
						CT525 GC1105 GC1005		
						h_{res} , mm - avanzamento f_n , mm/giro		
						0.05-0.5 0.05-0.5 0.05-0.5		
G	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Ferritico/martensitico		
						In barre/forgiato		
						Non trattato		
H	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Austenitico		
						In barre/forgiato		
						Austenitico		
I	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Austenitico-ferritico (Duplex)		
						In barre/forgiato		
						Non saldabile $\geq C$ 0.05%		
J	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Ferritico/martensitico		
						Fuso		
						Non trattato		
K	ISO K	No. CMC	Ghisa	Forza di taglio specifica k_{c1}	Durezza Brinell	<<<< RESISTENZA ALL'USURA		
						GC3115 GC4225 GC1125		
						h_{res} , mm - avanzamento f_n , mm/giro		
						0.05-0.5 0.05-0.5 0.05-0.5		
L	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Malleabile		
						Ferritica (truciolo corto)		
						Perlitica (truciolo lungo)		
M	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Griglia		
						Bassa resistenza		
						Alta resistenza		
N	Codice MC	No. CMC	Materiale	N/mm ²	HB	Velocità di taglio (V_c), m/min		
						Ferro nodulare (SG)		
						Ferritica		
						Martensitica		
	P1.1.Z.AN	01.1	C = 0.1-0.25%	1500	125	235-170	355-185	340-180
	P1.2.Z.AN	01.2	C = 0.25-0.55%	1600	150	220-155	330-140	315-140
	P1.3.Z.AN	01.3	C = 0.55-0.80%	1700	170	210-145	300-125	290-120
	P2.1.Z.AN	02.1	Non trattato	1700	180	205-145	290-135	280-130
	P2.5.Z.HT	02.2	Bonificato	1850	275	185-120	270-105	265-100
	P2.5.Z.HT	02.2	Bonificato	2050	350	150-100	220-85	215-80
	P3.0.Z.AN	03.11	Ricotto	1950	200	130-100	260-115	255-105
	P3.0.Z.HT	03.21	Acciaio per utensili trattato	3000	325	80-55	205-75	195-75
	P1.5.C.UT	06.1	Non legato	1550	180	150-100	175-75	165-70
	P2.6.C.UT	06.2	Debolmente legato (elementi leganti<5%)	1600	200	135-85	200-90	190-85
	P3.0.C.UT	06.3	Acciaio fortemente legato (elementi leganti >5%)	2050	225	115-70	160-75	130-95
	P3.2.C.AQ	06.33	Acciaio al manganese, Mn 12-14%	2900	250	75-50	90-50	85-45
	P5.0.Z.AN	05.11	Ferritico/martensitico	1800	200	195-135	235-110	210-100
	P5.0.Z.PH	05.12	Invecchiato artificialmente	2850	330	135-95	185-85	170-75
	P5.0.Z.HT	05.13	Trattato	2350	330	150-100	200-90	180-80
	M1.0.Z.AQ	05.21	Austenitico	1800	180	190-130	265-125	240-110
	M1.0.Z.PH	05.22	Invecchiato artificialmente	2850	330	115-80	185-90	165-80
	M2.0.Z.AQ	05.23	Superaustenitico	2250	200	130-90	200-95	180-85
	M3.1.Z.AQ	05.51	Austenitico-ferritico (Duplex)	2000	230	115-90	225-105	200-95
	M3.2.Z.AQ	05.52	In barre/forgiato	2450	260	90-70	185-90	165-80
	P5.0.C.UT	15.11	Ferritico/martensitico	1700	200	165-115	-	-
	P5.0.C.HT	15.13	Fuso	2150	330	110-75	-	-
	M1.0.C.UT	15.21	Austenitico	1700	180	160-110	-	-
	M1.0.C.UT	15.22	Fuso	2450	330	95-65	-	-
	M3.1.C.AQ	15.51	Austenitico-ferritico (Duplex)	1800	230	100-80	-	-
	M3.2.C.AQ	15.52	In barre/forgiato	2250	260	80-60	-	-
	K1.1.C.NS	07.1	Malleabile	790	130	340-170	320-170	255-125
	K1.1.C.NS	07.2	Ferritica (truciolo corto)	900	230	250-115	235-110	170-95
	K2.1.C.UT	08.1	Griglia	890	180	290-140	275-130	210-110
	K2.2.C.UT	08.2	Ferritica (truciolo lungo)	970	220	250-120	240-115	175-90
	K3.1.C.UT	09.1	Ferro nodulare (SG)	900	160	260-115	250-105	185-95
	K3.3.C.UT	09.2	Ferritica	1350	250	205-100	195-90	150-75
	K3.4.C.UT	09.3	Perlitica	2100	380	145-70	140-70	100-55

(f) Modello di ciclo di lavorazione:

		Ciclo di lavorazione		Ciclo n:
		Denominazione pezzo:		
N.:	Descrizione operazione (schizzo)	Macchina Utensile:	Codice Utensile	
10				
20				
...				

DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI	CONDIZIONI DI TAGLIO						Tempi macc. (s)
	v_c (m/min)	n (giri/min)	f (mm/giro)	a_p (mm)	n. pass.	corsa (mm)	
10							
20							
...							

Tema n. 5 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

1. OGGETTO E FINALITÀ

La prova richiede lo sviluppo di un progetto meccanico completo, comprendente:

- 1) dimensionamento preliminare rispetto ad un caso di carico.
- 2) verifiche statiche e/o a fatica rispetto a due casi di carico (differenti da quello scelto per il dimensionamento).
- 3) dimensionamento delle viti della giunzione bullonata usata per il collegamento alla corona.
- 4) redazione di uno schizzo d'assieme quotato con tolleranze essenziali. Per comodità del/della candidato/a, lo schizzo può essere separato in 2-3 sottoassiemi (ad es. il gruppo pedale, pedivella ed il gruppo movimento centrale). Non essendo un elemento strutturale d'interesse per la prova, il corpo del pedale può essere rappresentato come un parallelepipedo pieno con un foro per ospitare l'albero di collegamento alla pedivella.

La soluzione deve dimostrare autonomia progettuale nel definire casi di carico ragionevoli, nell'impostare ipotesi coerenti e nel motivare le scelte tecniche adottate.

2. DATI E VINCOLI DI PROGETTO

Geometria/ingombri di riferimento (questi valori non vincolano il/la candidato/a ma servono come linea guida):

- Lunghezza pedivella: $L_{pa} = 175$ mm (dall'asse dell'albero del movimento centrale all'asse dell'albero del pedale).
- Larghezza pedale: $L_{pe} = 80$ mm.
- Larghezza scatola del movimento centrale (telaio): $L_{mc} = 70$ mm.
- Interasse pedivelle (Q-factor): $Q_f = 150$ mm.
- Posizione dei fori di fissaggio con la corona che trasmette il moto alla ruota posteriore: N.4 viti equidistanti (90°) su un diametro $D_{fc} = 120$ mm.

3. DEFINIZIONE DEI CASI DI CARICO.

Si richiede al/candidato/a di definire e motivare la scelta di tre casi di carico. Si utilizzi successivamente uno dei tre casi di carico per effettuare un dimensionamento di massima dei componenti: pedivelle, albero di pedivella/movimento centrale, movimento centrale, albero del pedale.

I casi di carico individuati possono essere sia statici che di fatica (a termine o a vita infinita), e il/candidato/a può considerare le seguenti linee guida (non vincolanti):

- Massa dell'utilizzatore pari a 100 kg (arrotondabile a 1 kN).
- Coefficiente di carico sul pedale (in spinta massima) pari a 1.5x massa dell'utilizzatore.
- Frequenza di una pedalata "standard": i 50-100 rpm.
- Coefficiente di sicurezza pari ad almeno 1.5.
- In caso di carichi impulsivi (urti) si suggerisce l'assunzione di un coefficiente dinamico pari a tra 1.5 e 2.5.

4. ALTRE INFORMAZIONI D'INTERESSE PER IL PROGETTO:

- Il mozzo in cui viene montato il movimento centrale può essere filettato da nessuna, una, o entrambe le parti a seconda della scelta progettuale. Si vedano una rappresentazione schematica di tutto l'assieme e alcune immagini rappresentative di soluzioni in commercio nelle figure allegate.
- La pedivella può essere rappresentata con una sezione geometricamente semplice (ad es. rettangolare, eventualmente variabile rispetto all'asse della stessa) in modo da consentire il calcolo analitico.
- La parte terminale della pedivella integra una croce per predisporre il collegamento con la corona. La geometria di questa parte terminale è trascurabile e non ne è richiesto il dimensionamento/verifica/disegno.
- Il/candidato/a è libero di effettuare qualsiasi scelta di calcolo ritenga opportuna, a patto che sia ragionevolmente motivata e commentata.
- Dimensionamenti e verifiche vanno accompagnate da diagrammi delle azioni interne e/o vanno chiaramente indicate quali azioni interne vengono considerate e perché.
- La scelta del materiale è libera ma deve essere giustificata brevemente in funzione dei componenti in esame e quindi del progetto.
- Non è richiesta la conformità a standard di settore ciclistico; la valutazione riguarda coerenza meccanica e qualità del progetto.

- Gli schizzi POSSONO non essere in scala in quanto funzionali al dimensionamento e alla verifica strutturale dei componenti. Le principali quote, tolleranze e sezioni devono tuttavia essere correttamente indicati. Eventuali guarnizioni, paraolio e tenute, possono essere trascurati.
- Se, a valle delle verifiche, il dimensionamento risultasse inadeguato, il/la candidato/a NON è tenuto a effettuare altre iterazioni di dimensionamento e verifica per soddisfare il coefficiente di sicurezza scelto. Sarà sufficiente indicare e commentare i risultati delle verifiche e suggerire opportune modifiche alle geometrie scelte.

5. ORGANIZZAZIONE DELL'ATTIVITA':

Si consiglia al/alla candidato/a di procedere come segue:

- Identificare lo schema cinematico e i componenti meccanici coinvolti.
- Realizzare uno o più schizzi dell'assieme o dei sottoassiemi da calcolare.
- Individuare e schematizzare i casi di carico motivandone la scelta.
- Realizzare i diagrammi delle azioni interne (o indicare chiaramente quali azioni interne vengono considerate, quali sono le sezioni più critiche, e perché).
- Scegliere i materiali ed effettuare tutti i dimensionamenti (incluso quello delle viti per il collegamento con la corona) richiesti utilizzando un caso di carico.
- Completare gli schizzi con eventuali quote mancanti.
- Effettuare le verifiche utilizzando gli altri due casi di carico.

6. ALLEGATI

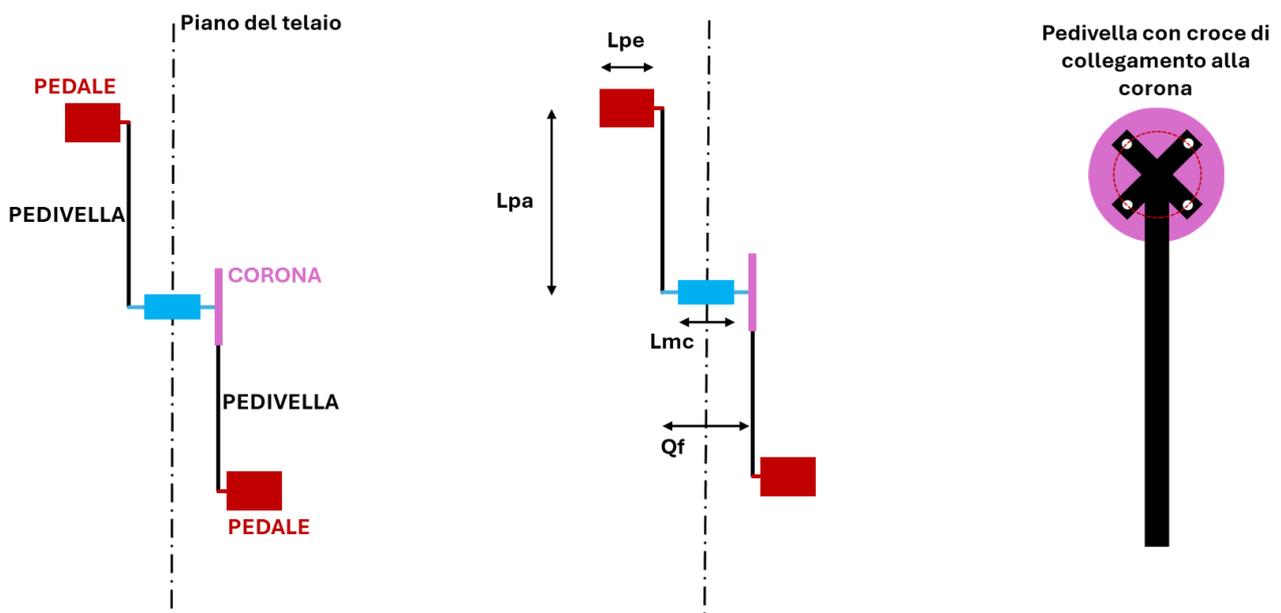


Figura 1 – schema rappresentativo della disposizione dei componenti d'interesse: pedali, pedivelle, corona e movimento centrale.



Figura 2 – esempio di mozzi in cui viene alloggiato il movimento centrale.



Figura 3 – esempio di movimenti centrali: entrambi con cartuccia (senza cuscinetti esposti), uno con albero e uno senza (albero integrato nella pedivella).



Figura 4 – esempio di pedivelle con integrato il collegamento alla corona (in questo caso a cinque fori).



Figura 5 – esempi di pedivelle con albero integrato: a sinistra con doppio albero e giunto e a destra con albero singolo (completamente integrato solo su una pedivella).

Tema n. 6 (valido per tutte le classi del Settore: LM-25 - Ingegneria dell'automazione, LM-30 - Ingegneria energetica e nucleare, LM-31 - Ingegneria gestionale, LM-33 - Ingegneria meccanica):

EcoGarden Center Srl è una catena specializzata nella vendita di prodotti per il giardinaggio e la cura degli spazi verdi, con numerosi punti vendita distribuiti nelle principali regioni del Nord Italia. Gli articoli EcoGarden vengono venduti esclusivamente attraverso la propria rete di negozi, che operano in regime di franchising. Tutti i punti vendita vengono riforniti dal magazzino centrale di EcoGarden, situato a Pavia.

Il **Sig. Verdi** è il nuovo responsabile del punto vendita di Concesio, uno dei negozi più forniti e apprezzati della rete EcoGarden in tutta la provincia di Brescia, da poco subentrato alla precedente gestione. A causa dell'investimento iniziale per la rilevazione del punto vendita, il Sig. Verdi si trova in una situazione finanziaria delicata, con un tasso di interesse passivo applicato dalla banca pari al **10% annuo**.

Dall'analisi dei dati gestionali, il Sig. Verdi osserva che, per gli oltre **200 articoli di irrigazione e minuteria da giardino** venduti nel suo punto vendita, la domanda media settimanale complessiva è pari a **40 unità di carico (UdC)**, con una **deviazione standard di 4 UdC/settimana**. In media, **100 clienti** entrano ogni settimana nel punto vendita di Concesio per acquistare prodotti di questo tipo.

Il costo di **stoccaggio** in negozio è stimato attorno a **58 €/UdC*anno**, includendo sia i costi legati all'occupazione dello spazio sia il costo dell'addetto che, part-time, si occupa delle attività di magazzino.

Il costo di **riordino** per il reintegro delle scorte è stimato in **12 €** per ordine, principalmente legato al controllo delle giacenze in negozio e alla stima del fabbisogno futuro.

Il **costo medio di acquisto** degli articoli di minuteria da parte del negozio (acquisto effettuato tramite la centrale EcoGarden) è pari a **80 €/UdC**. A tale costo si aggiungono le **spese di trasporto**, i cui valori sono indicati nella tabella seguente. Ogni autocarro utilizzato da EcoGarden per la consegna può trasportare fino a **32 UdC**.

Tariffa di trasporto		Distanza da deposito centrale (a/r in Km)
Costo fisso viaggio [€/furgone]	Costo Variabile [€/km]	
25	0,95	140

Il **prezzo medio di vendita** applicato dal Sig. Verdi per gli articoli di irrigazione e minuteria da giardino è pari a **125 €/UdC**.

Attualmente, seguendo le prassi consolidate dalla gestione precedente, ogni **venerdì mattina** il Sig. Verdi emette l'**ordine di approvvigionamento** per i materiali (minuteria da giardino e altri articoli) rivolto al magazzino centrale di **EcoGarden Center**. I prodotti ordinati vengono generalmente **consegnati il giovedì mattina**, fatta eccezione per le rare situazioni di **stock-out** presso il deposito centrale.

Per fronteggiare eventuali richieste straordinarie o ordini urgenti di grande entità, il Sig. Verdi mantiene una **scorta di sicurezza** per gli articoli di minuteria da giardino pari al **10% della domanda settimanale**.

Durante una recente **convention aziendale** organizzata da EcoGarden, il Sig. Verdi ha avuto modo di confrontarsi informalmente con altri responsabili di punto vendita. Seduti a tavola, davanti a un buon bicchiere di **vino rosso** e qualche specialità lombarda, è emerso che **non tutti i negozi ordinano con cadenza settimanale** al magazzino centrale

Altri colleghi, ad esempio, effettuano gli ordini **solo ogni due giovedì**, mentre altri ancora – soprattutto chi ha **spazi di magazzino ridotti** o non vuole immobilizzare troppo capitale in scorte – preferiscono emettere **due ordini a settimana**, solitamente il **lunedì e il giovedì**.

Inoltre, molti responsabili di punto vendita mantengono **scorte di sicurezza superiori** rispetto a quelle del Sig. Verdi. Alcuni adottano una scorta del **20% della domanda settimanale**, mentre altri, più orientati alla **massima disponibilità per il cliente**, arrivano a mantenere scorte pari al **30% della domanda media settimanale**.

Qualche giorno dopo la convention, incuriosito dalle diverse strategie emerse nel confronto con i colleghi, il Sig. Verdi decide di **valutare con attenzione le alternative possibili** in termini di **frequenza di riordino** e di **livello di scorta di sicurezza**, per comprendere se **una modifica della politica attuale possa risultare economicamente più vantaggiosa**.

Ritenete che il Sig. Verdi deciderà di mantenere la situazione attuale (1 riordino a settimana, scorte di sicurezza pari al 10% della domanda), oppure adotterà una soluzione differente (con riferimento a quelle discusse nella convention)?

Discutere inoltre:

- Quali fattori dovrebbe considerare il Sig. Verdi per decidere la frequenza ottimale di riordino?
- Qual è il ruolo della scorta di sicurezza nella gestione delle scorte? Come varia l'impatto economico al variare del livello di servizio desiderato?
- In un contesto di franchising come quello di EcoGarden, in che modo le decisioni operative locali (come la politica di riordino) possono influenzare la performance complessiva della rete?