

FORMULARIO ESSENZIALE DI STATICA E RESISTENZA

Le formule giuste
guidano soluzioni
sicure!

Equilibrio, sforzi, travi, torsione e deformazioni

1 EQUILIBRIO STATICO

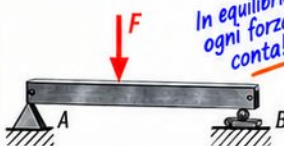
Condizione di equilibrio

- ✓ Somma delle forze nulla
- ✓ Somma dei momenti nulla
- ✓ Diagramma del corpo libero
- ✓ Vincoli e reazioni vincolari
- ✓ Sistema di forze complanari

$$\sum F = 0$$

$$\sum M = 0$$

In equilibrio
ogni forza
conta!



2 SFORZO NORMALE

Trazione e compressione

- ✓ Sforzo normale: $\sigma = F/A$
- ✓ Trazione ($\sigma > 0$)
- ✓ Compressione ($\sigma < 0$)
- ✓ Sezione resistente A
- ✓ Distribuzione uniforme (sezione costante)

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ [Pa]}$$



Trazione



Compressione

3 SFORZO DI TAGLIO

Sforzo tangenziale

- ✓ Sforzo di taglio: $\tau = V/A$
- ✓ Forza di taglio V
- ✓ Sezione resistente A
- ✓ Distribuzione non uniforme
- ✓ Tipico in connessioni e travi

$$\tau = \frac{V}{A} \text{ [Pa]}$$



Il taglio
genera
tensioni
tangenziali!

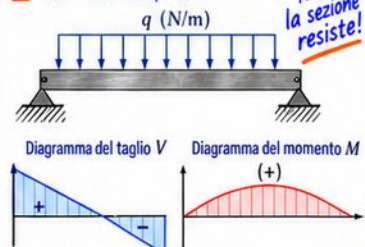
4 FLESSIONE DELLE TRAVI

Momenti, tagli e tensioni

- ✓ Momento flettente M
- ✓ Forza di taglio V
- ✓ Diagrammi di taglio e momento
- ✓ Tensione di flessione: $\sigma = My/I$
- ✓ Sezione resistente (I)
- ✓ Fibre tese e compresse

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

Il momento
flette,
la sezione
resiste!



5 TORSIONE

Alberi e coppie torcenti

- ✓ Sforzo di taglio: $\tau = Tr/J$
- ✓ Coppia torcente T
- ✓ Momento polare d'inerzia J
- ✓ Alberi circolari pieni o cavi
- ✓ Angolo di torsione: $\phi = TL/GJ$

$$\tau = \frac{Tr}{J} \text{ [Pa]}$$



La torsione
trasmette
potenza!

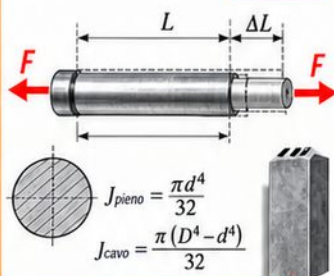
6 DEFORMAZIONI E LEGGE DI HOOKE

Relazione sforzo-deformazione

- ✓ Deformazione: $\epsilon = \Delta L/L$
- ✓ Legge di Hooke: $\sigma = E\epsilon$
- ✓ Modulo di elasticità E
- ✓ Campo elastico (reversibile)
- ✓ Deformazioni longitudinali

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\sigma = E\epsilon$$



$$J_{\text{pieno}} = \frac{\pi d^4}{32}$$

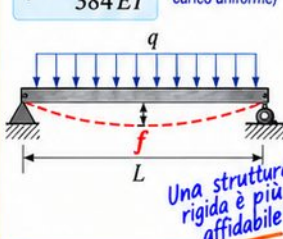
$$J_{\text{cavo}} = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{32}$$

7 FRECCIA E RIGIDEZZA

Deflessione delle travi

- ✓ Freccia massima f
- ✓ Dipende da carichi, vincoli ed E
- ✓ Maggiore rigidità = minore freccia
- ✓ Per travi semplici: $f \propto 1/(EI)$
- ✓ Verifica dei limiti di deformazione

$$f = \frac{5 q L^4}{384 EI} \text{ (trave appoggiata carico uniforme)}$$



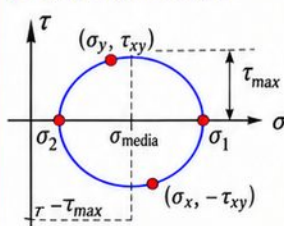
Una struttura
rigida è più
affidabile!

8 CERCHIO DI MOHR

Stati di tensione

- ✓ Stati piani di tensione
- ✓ Tensioni principali σ_1, σ_2
- ✓ Sforzo di taglio massimo τ_{max}
- ✓ Orientazione dei piani principali
- ✓ Utile per verifiche complesse

Una visione
completa
degli stati
di tensione!



9 FATTORE DI SICUREZZA E VERIFICA

Progettare in sicurezza

- ✓ Tensione ammissibile: $\sigma_{\text{amm}} = \sigma_{\text{lim}}/n$
- ✓ Snervamento: σ_y
- ✓ Resistenza a rottura: σ_u
- ✓ Carichi variabili e fatica
- ✓ Scelta del fattore di sicurezza n
- ✓ Verifica: $\sigma_{\text{calcolata}} \leq \sigma_{\text{amm}}$

Valori tipici di n	
Carichi statici	1,5 - 3
Carichi variabili	2 - 4
Fatica	3 - 6
Componenti critici	4 - 8



Meglio
un progetto
sicuro oggi
che un guasto
domani!

La sicurezza
non è un'opzione!

10 CHECKLIST FINALE DI SOLUZIONE

Dai dati alla verifica

- 1 Raccogli e analizza i dati
Carichi, geometria, vincoli, materiali
- 2 Definisci il modello
Schema statico e ipotesi semplificative
- 3 Scegli le formule appropriate
In base al problema (trazione, flessione, ecc.)
- 4 Esegui i calcoli
Controlla le unità di misura
- 5 Verifica i risultati
Equilibrio, ordini di grandezza, segno, limiti
- 6 Confronta con i criteri di progetto
Tensioni ammissibili, freccia, fattore di sicurezza
- 7 Traccia conclusioni
La soluzione è valida? Serve ottimizzazione?

Metodo, ordine
e attenzione
portano al successo!



Un buon
ingegnere
verifica sempre!

DALLE FORZE ALLE VERIFICHE, PROGETTA CON PIÙ CONSAPEVOLEZZA.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



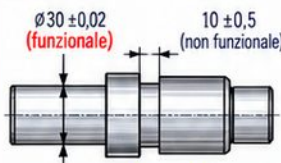
GUIDA VISUALE A TOLLERANZE, ACCOPPIAMENTI E GD&T

La precisione
fa funzionare
tutto!

Come leggere quote, simboli geometrici, rugosità e accoppiamenti funzionali

1 QUOTE FUNZIONALI E QUOTE NON FUNZIONALI

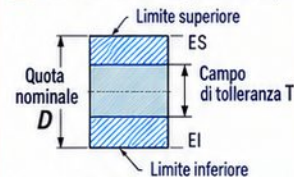
- ✓ Quote funzionali: influenzano il funzionamento, l'accoppiamento o la sicurezza
- ✓ Quote non funzionali: non determinano la funzione, ma facilitano la produzione
- ✓ Identifica le quote critiche



Non tutte le quote hanno la stessa importanza!

2 TOLLERANZE DIMENSIONALI: CAMPO, DEVIAZIONE, ISO 286

- ✓ La tolleranza è la differenza tra limite superiore e inferiore
- ✓ Scostamenti superiori (ES, es) e inferiori (EI, ei)
- ✓ Sistemi di tolleranze ISO 286
- ✓ Gradi di tolleranza (IT01 ÷ IT18)



$$T = ES - EI$$

Piccole tolleranze, grandi differenze!

3 ACCOPPIAMENTI FORO-ALBERO: CON GIOCO, INTERFERENZA, TRANSIZIONE

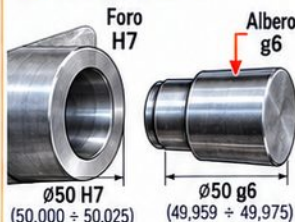
- ✓ Accoppiamento con gioco: sempre un gioco positivo
- ✓ Accoppiamento con interferenza: sempre un'interferenza
- ✓ Accoppiamento di transizione: può avere gioco o interferenza
- ✓ Scelta in base alla funzione

Tipo di accoppiamento	Condizione	Applicazioni
Con gioco	Gioco sempre positivo	Scorimento, rotazione libera
Di transizione	Gioco o interferenza	Centraggio, posizionamento
Con interferenza	Interferenza sempre positiva	Accoppiamenti permanenti, alta trasmissione

L'accoppiamento giusto per ogni funzione!

4 ESEMPIO H7/g6 CON ILLUSTRAZIONE

- ✓ Sistema ISO foro base (H)
- ✓ H7: scostamento inferiore EI = 0
- ✓ g6: albero con scostamento negativo
- ✓ Calcola il gioco massimo e minimo
- ✓ Verifica l'applicazione



Dal disegno alla realtà: quote che si incontrano!

5 RUGOSITÀ SUPERFICIALE: Ra, SIMBOLI ISO 1302

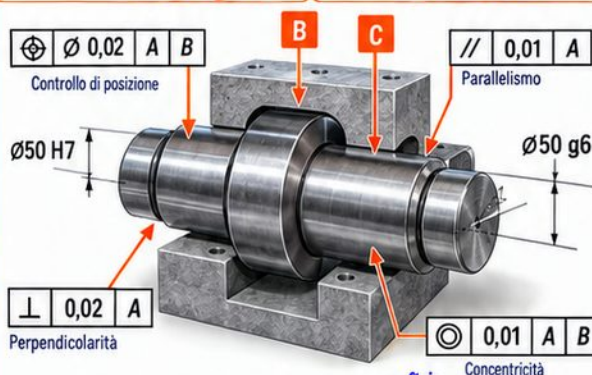
- ✓ La rugosità influenza attrito, usura e tenuta
- ✓ Parametro più usato: Ra
- ✓ Simboli secondo ISO 1302
- ✓ Specificare il metodo di lavorazione se necessario



Esempi di valori tipici di Ra (µm)

0,1 ÷ 0,4	Superfici di tenuta, cuscinetti
0,8 ÷ 1,6	Accoppiamenti, superfici funzionali
3,2 ÷ 6,3	Superfici generiche
12,5 ÷ 25	Superfici non funzionali

Superfici più lisce, prestazioni migliori!



Geometria, tolleranze e superfici: insieme per un componente perfetto!

6 SIMBOLI GD&T PRINCIPALI

I simboli GD&T definiscono la tolleranza geometrica di forma, orientamento e posizione

- ✓ Riferimento alla norma ISO 1101
- ✓ Riduce le ambiguità del disegno
- ✓ Utilizza i datum per il controllo

Simbolo	Significato	Esempio
	Planarità	0,05
	Parallelismo	// 0,02 A
	Perpendicolarità	⊥ 0,03 A
	Concentricità	◎ 0,02 A
	Posizione	⊕ Ø 0,05 A B

Un linguaggio universale per la precisione!

7 DATUM E RIFERIMENTI A-B-C

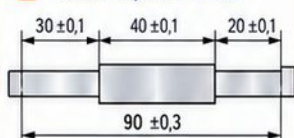
- ✓ I datum sono superfici, assi o punti di riferimento
- ✓ Definiscono il sistema di misura
- ✓ Usa una sequenza logica A → B → C
- ✓ I datum devono essere stabili, ripetibili e realizzabili



Tutto parte da un buon riferimento!

8 CATENA DI QUOTE E ACCUMULO DEGLI ERRORI

- ✓ Le quote in serie si sommano generando tolleranze cumulative
- ✓ Analizza le catene dimensionali
- ✓ Usa costruzioni a quote in parallelo (o per tolleranze) quando possibile
- ✓ Verifica l'impatto funzionale



Un piccolo errore può diventare un grande problema!

9 CONTROLLO METROLOGICO: CALIBRO, MICROMETRO, COMPARATORE, CMM

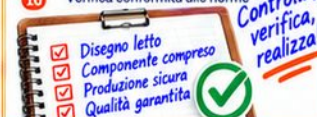
- ✓ Strumenti per misure esterne, interne e di forma
- ✓ Scegli lo strumento in base a precisione e campo di misura
- ✓ Verifica la taratura
- ✓ Confronta sempre con i requisiti del disegno



Misurare è conoscere!

10 CHECKLIST FINALE DI LETTURA DEL DISEGNO

- 1 Identifica le quote funzionali
- 2 Verifica tolleranze dimensionali
- 3 Controlla accoppiamenti e giochi
- 4 Leggi i simboli GD&T
- 5 Conferma i datum A-B-C
- 6 Verifica rugosità e note
- 7 Analizza la catena di quote
- 8 Controlla requisiti di forma e posizione
- 9 Valuta la fattibilità produttiva
- 10 Verifica conformità alle norme



Controlla, verifica, realizza!



MISURA MEGLIO, ASSEMBLA MEGLIO, FUNZIONA MEGLIO.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



SCELTA RAPIDA DEI PROCESSI DI FABBRICAZIONE

Ogni processo
lascia forma,
costo e qualità!

Asportazione, fusione, deformazione, saldatura e additive manufacturing

1 COME PARTIRE DALLA FUNZIONE DEL PEZZO

- ✓ Definisci la funzione e i requisiti
- ✓ Analizza forma e complessità
- ✓ Valuta materiale e prestazioni
- ✓ Stabilisci tolleranze e finitura
- ✓ Considera volumi produttivi
- ✓ Confronta costi e tempi
- ✓ Scegli il processo più adatto



Dalla funzione
alla forma!

2 TORNITURA Pezzi cilindrici, finitura, costi

- ✓ Ideale per pezzi cilindrici e assialsimmetrici
- ✓ Ottima finitura superficiale
- ✓ Elevata precisione e ripetibilità
- ✓ Adatta a piccoli e medi lotti
- ✓ Costi contenuti per geometrie semplici
- ✓ Usa utensili a inserti (metallo duro)



Precisione e
finitura eccellente!

3 FRESATURA Superfici, cave, geometrie complesse

- ✓ Adatta a superfici piane e 3D
- ✓ Realizza cave, asole e tasche
- ✓ Ideale per geometrie complesse
- ✓ Buona precisione dimensionale
- ✓ Versatile su diversi materiali
- ✓ Tempi più lunghi rispetto alla tornitura



Libertà di forma
e massima versatilità!

4 FORATURA E FILETTATURA Fori, precisione, utensili

- ✓ Foratura con punte elicoidali
- ✓ Alesatura per alta precisione
- ✓ Filettatura con maschi e filiere
- ✓ Ampia gamma di utensili dedicati
- ✓ Precisione e qualità del foro
- ✓ Attenzione a profondità e evacuazione truciolo



Il foro giusto
al posto giusto!

5 FUSIONE E COLATA Forme complesse, grandi lotti, limiti

- ✓ Ideale per forme complesse
- ✓ Adatta a grandi lotti produttivi
- ✓ Varie tecnologie: sabbia, conchiglia, pressione, cera persa
- ✓ Ampia scelta di materiali
- ✓ Finitura e tolleranze inferiori alle lavorazioni per asportazione
- ✓ Richiede stampi e attrezzature



Forme complesse
in un solo pezzo!

6 STAMPAGGIO E DEFORMAZIONE PLASTICA Laminazione, piegatura, tranciatura

- ✓ Laminazione per lamiere e profilati
- ✓ Piegatura per ottenere angoli e profili
- ✓ Tranciatura per taglio di lamiere
- ✓ Imbutitura per forme cave
- ✓ Elevata produttività e bassi costi
- ✓ Adatta a grandi serie
- ✓ Limiti su geometrie molto complesse



Resistenza
da deformazione!

7 SALDATURA E GIUNZIONE MIG/MAG, TIG, brasatura, punti critici

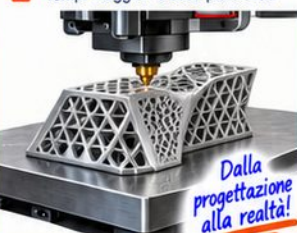
- ✓ Processi principali: MIG/MAG, TIG
- ✓ Brasatura per materiali e spessori sottili
- ✓ Unisce materiali simili o dissimili
- ✓ Verifica resistenza e qualità del giunto
- ✓ Attenzione a distorsioni e tensioni residue
- ✓ Controlli non distruttivi per applicazioni critiche



Unisce idee
e materiali!

8 MANIFATTURA ADDITIVA Vantaggi, limiti, reticoli e prototipi

- ✓ Crea forme molto complesse
- ✓ Ideale per prototipi e piccole serie
- ✓ Realizza strutture reticolari (lattice)
- ✓ Riduce sprechi di materiale
- ✓ Libertà di progettazione
- ✓ Finitura e proprietà meccaniche ancora limitate
- ✓ Tempi maggiori e costi più elevati



Dalla
progettazione
alla realtà!

9 FINITURA E TRATTAMENTI POST-PROCESSO Rettifica, lucidatura, sbavatura

- ✓ Rettifica per alta precisione
- ✓ Lucidatura per migliore finitura
- ✓ Sbavatura per eliminare spigoli vivi
- ✓ Trattamenti termici e superficiali
- ✓ Migliora estetica, resistenza e durata
- ✓ Spesso indispensabile dopo fusione, stampaggio e additive



Più qualità,
più durata!

10 MATRICE DECISIONALE FINALE Geometria, materiale, tolleranza, volume produttivo, costo

Processo	Geometria tipica	Materiali comuni	Tolleranza tipica	Volume produttivo	Costo relativo	Note principali
Tornitura	Cilindrica, assialsimmetrica	Metalli	±0,01–0,1 mm	Basso – Medio	€€	Ottima finitura
Fresatura	Piane, cave, 3D complesse	Metalli, plastiche	±0,01–0,1 mm	Basso – Medio	€€€	Geometrie complesse
Foratura/Filettatura	Fori, filetti	Metalli, plastiche	±0,02–0,2 mm	Medio – Alto	€	Rapido e versatile
Fusione/Colata	Forme complesse	Metalli, leghe	±0,5–2 mm	Alto	€	Grandi lotti, stampi
Stampaggio e deformazione	Lamiere, profili, forme cave	Metalli duttili	±0,1–1 mm	Alto	€	Alta produttività
Saldatura/Giunzione	Assemblaggi	Metalli (simili/dissimili)	±0,1–1 mm	Basso – Alto	€€	Unione permanente
Additive manufacturing	Forme complesse, reticoli	Metalli, plastiche	±0,05–0,5 mm	Basso – Medio	€€€	Prototipi, piccole serie
Finitura/Trattamenti	Superfici	Tutti	±0,001–0,05 mm	Qualsiasi	€	Migliora qualità e durata



SCEGLI IL PROCESSO GIUSTO, OTTieni IL PEZZO GIUSTO.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

GUIDA VISUALE AI TRATTAMENTI TERMICI E SUPERFICIALI

Tempra, rinvenimento, cementazione, nitrurazione, anodizzazione e rivestimenti

La superficie giusta cambia durata e prestazioni!

1 OBIETTIVO DEI TRATTAMENTI

Migliorare le proprietà del materiale

- ✓ Aumentare la durezza
- ✓ Migliorare la resistenza all'usura
- ✓ Aumentare la resistenza alla corrosione
- ✓ Migliorare la fatica e la durata
- ✓ Ottimizzare la lavorabilità
- ✓ Adattare le proprietà all'applicazione



Stesso materiale, nuove possibilità!

2 TEMpra

Riscaldamento e raffreddamento rapido

- ✓ Riscaldamento oltre la temperatura di austenitizzazione
- ✓ Mantenimento per omogeneità
- ✓ Raffreddamento rapido (olio, acqua, polimeri, aria)
- ✓ Formazione di martensite
- ✓ Elevata durezza e resistenza all'usura



3 RINVENIMENTO

Riduzione della fragilità

- ✓ Riscaldamento a temperatura inferiore alla tempra (150-650 °C)
- ✓ Riduzione delle tensioni interne
- ✓ Maggiore tenacità e duttilità
- ✓ Equilibrio durezza-tenacità
- ✓ Stabilità dimensionale

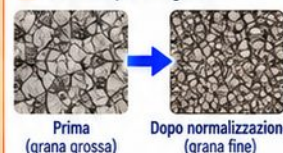


Durezza e tenacità in equilibrio!

4 RICOTTURA E NORMALIZZAZIONE

Struttura e lavorabilità

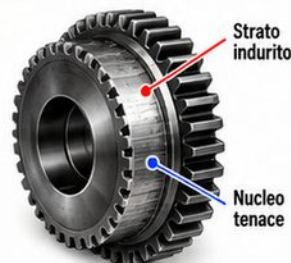
- ✓ Ricottura: ammorbidisce, riduce le tensioni, migliora la lavorabilità
- ✓ Normalizzazione: grana più fine e uniforme, migliori proprietà meccaniche
- ✓ Elimina effetti di lavorazioni precedenti
- ✓ Struttura più omogenea



5 CEMENTAZIONE E NITRURAZIONE

Indurimento superficiale

- ✓ Cementazione: arricchimento di carbonio (900-950 °C)
- ✓ Nitrurazione: arricchimento di azoto (500-580 °C)
- ✓ Elevata durezza superficiale
- ✓ Nucleo tenace e resistente
- ✓ Ideale per ingranaggi, alberi, perni



6 INDUZIONE E TEMpra SUPERFICIALE

Riscaldamento rapido e localizzato

- ✓ Riscaldamento per induzione elettromagnetica
- ✓ Tempra solo superficiale
- ✓ Elevata durezza dello strato
- ✓ Nucleo invariato e tenace
- ✓ Ideale per alberi, piste, dentature



Solo dove serve! Rapido ed efficiente!

7 ANODIZZAZIONE E ZINCATURA

Protezione anticorrosione

- ✓ Anodizzazione (alluminio): strato di ossido duro e resistente
- ✓ Zincatura (acciaio): protezione galvanica contro la corrosione
- ✓ Maggiore resistenza agli agenti atmosferici
- ✓ Migliore aspetto estetico
- ✓ Disponibili vari colori e finiture



Protezione che dura nel tempo!

8 RIVESTIMENTI PVD/CVD E VERNICIATURE TECNICHE

Prestazioni elevate per applicazioni critiche

- ✓ PVD: deposizione fisica in vuoto (TiN, CrN, DLC...)
- ✓ CVD: deposizione chimica ad alta temperatura (TiC, Al₂O₃...)
- ✓ Elevata durezza e resistenza all'usura
- ✓ Basso coefficiente d'attrito
- ✓ Verniciature tecniche: protezione chimica, termica e ambientale



Rivestimenti ad alte prestazioni!

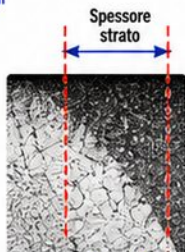
9 COME LEGGERE I RISULTATI

Profondità di strato, durezza e profili

Profilo di durezza dopo cementazione



Leggi i dati, scegli con consapevolezza!



10 TABELLA COMPARATIVA DEI PRINCIPALI TRATTAMENTI

Trattamento	Effetto principale	Durezza tipica (HV)	Applicazioni tipiche
Tempra	Alta durezza (martensite)	600 - 800	Utensili, ingranaggi, alberi
Rinvenimento	Maggiore tenacità	300 - 600	Componenti temprati
Ricottura	Ammorbidimento	100 - 250	Lavorabilità, eliminazione tensioni
Normalizzazione	Grana fine e uniforme	150 - 300	Pezzi strutturali, saldati
Cementazione	Durezza superficiale	700 - 900	Ingranaggi, perni, alberi
Nitrurazione	Durezza e resistenza usura	900 - 1200	Stampi, alberi, componenti di precisione
Tempra a induzione	Durezza superficiale locale	500 - 700	Alberi, piste, dentature
Anodizzazione	Protezione anticorrosione	200 - 400	Componenti in alluminio
Zincatura	Protezione anticorrosione	—	Componenti in acciaio
Rivestimenti PVD/CVD	Alta durezza e basso attrito	1000 - 3000	Utensili da taglio, stampi, componenti critici
Verniciature tecniche	Protezione ambientale	—	Strutture, macchinari, ambienti aggressivi



TRATTA IL MATERIALE, MOLTIPLICA LE PRESTAZIONI.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

LETTURA RAPIDA DEL DISEGNO TECNICO MECCANICO

Viste, sezioni, quote, filetti, distinte base e note di fabbricazione

Un disegno
letto bene
evita errori
in officina!

1 CARTIGLIO: TITOLO, SCALA, MATERIALE, REVISIONE

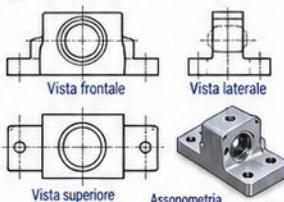
- ✓ Titolo e codice disegno
- ✓ Scala di rappresentazione
- ✓ Materiale e trattamenti
- ✓ Tolleranze generali
- ✓ Data, disegnatore, revisione

TITOLO SUPPORTO CUSCINETTO			
CODICE	MC-001		
MATERIALE	EN AW-7075		
SCALA	1:2	REV.	A
DISEGN.	Rossi	DATA	12/05/2024

Il cartiglio contiene
tutte le informazioni chiave!

2 VISTE ORTOGONALI E ASSONOMETRIA

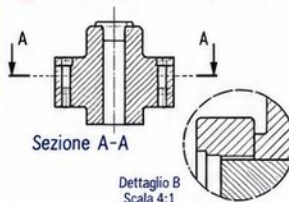
- ✓ Vista frontale, superiore, laterale
- ✓ Allineamento tra le viste
- ✓ Linee di centro e di simmetria
- ✓ Assonometria per la comprensione
- ✓ Proiezioni secondo norme ISO



Le viste descrivono completamente
la forma del pezzo!

3 SEZIONI E DETTAGLI INGRANDITI

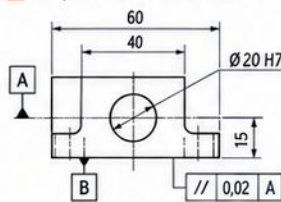
- ✓ Piani di sezione e convenzioni
- ✓ Tratteggio dei materiali
- ✓ Sezioni parziali e locali
- ✓ Dettagli ingranditi con scala
- ✓ Indicazione con lettere (A, B, ...)



Le sezioni mostrano
l'interno del pezzo!

4 QUOTATURA CORRETTA E RIFERIMENTI

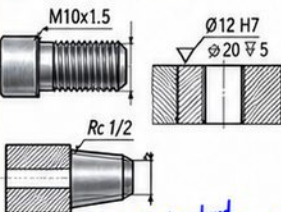
- ✓ Quote funzionali e non ridondanti
- ✓ Quote con tolleranze
- ✓ Riferimenti (datum) e basi di misura
- ✓ Quote di posizione e allineamento
- ✓ Rispetto delle norme (ISO 129-1)



Quote chiare,
meno errori in produzione!

5 SIMBOLI DI FILETTATURA E FORI

- ✓ Filetti metrici (M, passo)
- ✓ Filetti cilindrici e conici (G, Rc)
- ✓ Fori, lamature, svasature
- ✓ Simboli normalizzati ISO
- ✓ Indicazioni di profondità



Simboli standard,
comunicazione universale!

UN ESEMPIO COMPLETO

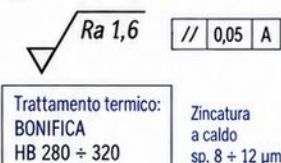
Dal disegno al componente



Dal disegno
al pezzo reale,
passo dopo passo!

6 RUGOSITÀ, TRATTAMENTI E NOTE TECNICHE

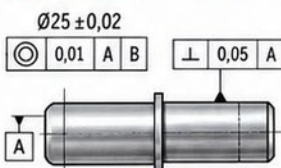
- ✓ Simboli di rugosità (Ra, Rz)
- ✓ Trattamenti termici e superficiali
- ✓ Indicazioni di durezza
- ✓ Note di fabbricazione e controllo
- ✓ Saldature e processi speciali



Le note tecniche evitano
equivoci in officina!

7 TOLLERANZE DIMENSIONALI E GEOMETRICHE

- ✓ Tolleranze generali e specifiche
- ✓ Simboli geometrici (ISO 1101)
- ✓ Parallelismo, perpendicolarità
- ✓ Planarità, coassialità, concentricità
- ✓ Forma, posizione e oscillazione



Le tolleranze definiscono
la qualità del pezzo!

8 DISTINTA BASE ED ESPLOSO DI ASSEMBLIE

- ✓ Elenco componenti con codici
- ✓ Quantità e materiali
- ✓ Numerazione nel disegno esploso
- ✓ Sottoassiemi e riferimenti
- ✓ Note di montaggio



La distinta base
organizza l'insieme!

9 ERRORI COMUNI NELLA LETTURA DEL DISEGNO

- ✓ Confondere le viste
- ✓ Trascurare la scala
- ✓ Non considerare le tolleranze
- ✓ Interpretare male sezioni e filetti
- ✓ Ignorare note e revisioni
- ✓ Usare quote ridondanti
- ✓ Non verificare il materiale
- ✓ Non controllare la distinta base



10 CHECKLIST FINALE PER PRODUZIONE E CONTROLLO

- ✓ Tutte le viste presenti e coerenti
- ✓ Quote complete e corrette
- ✓ Tolleranze e rugosità definite
- ✓ Trattamenti e trattamenti indicati
- ✓ Note di fabbricazione chiare
- ✓ Distinta base verificata
- ✓ Conformità alle norme
- ✓ Disegno revisionato e approvato
- ✓ Pronto per la produzione



LEGGI IL DISEGNO, CAPISCI IL PRODOTTO, COSTRUISCI SENZA DUBBI.

STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK

IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE

CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

SIMBOLI E SCHEMI DEI SISTEMI A FLUIDO

Idraulica, pneumatica e circuiti funzionali in lettura rapida

Leggere uno schema significa capire subito il sistema!

1 UNITÀ E GRANDEZZE BASE

Le misure fondamentali nei sistemi a fluido

Simbolo	Significato	Unità SI
p	Pressione	Pa (bar)
Q	Portata volumetrica	m ³ /s (L/min)
v	Velocità del fluido	m/s
F	Forza	N

$$Q = A \cdot v \quad F = p \cdot A$$

Stesse leggi, due mondi:
idraulica (liquidi) e pneumatica (gas)!

2 SIMBOLI DI POMPE, SERBATOI E MOTORI IDRAULICI

Simboli principali secondo ISO 1219

Simbolo	Significato
	Pompa idraulica (a portata fissa)
	Pompa a portata variabile
	Motore idraulico
	Serbatoio
	Sfizio / filtro sul serbatoio

La pompa trasforma l'energia meccanica in energia del fluido!

3 SIMBOLI DI VALVOLE DIREZIONALI E DI NON RITORNO

Comando, distribuzione e sicurezza

Simbolo	Significato
	Valvola direzionale (es. 4/3 vie)
	Valvola di non ritorno
	Valvola di regolazione della portata
	Valvola di massima pressione
	Valvola di sequenza

Le valvole controllano la direzione, la portata e la pressione!

4 ATTUATORI: CILINDRI E MOTORI

Trasformano l'energia del fluido in lavoro meccanico

Simbolo	Significato
	Cilindro a doppio effetto
	Cilindro a semplice effetto (con molla)
	Motore pneumatico/idraulico
	Attuatore rotativo (a palette)

Dai simboli al movimento reale!

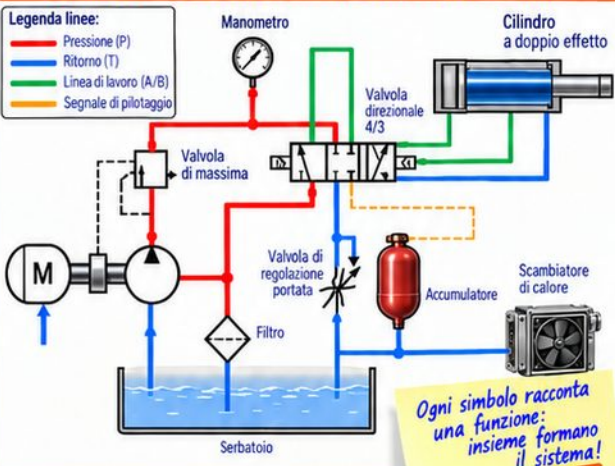
5 FILTRI, SCAMBIATORI, ACCUMULATORI, REGOLATORI

Condizionano, proteggono e stabilizzano

Simbolo	Significato
	Filtro
	Scambiatore di calore
	Accumulatore
	Regolatore di pressione
	Riduttore di pressione

Un fluido pulito e alla giusta pressione fa durare il sistema!

SCHEMA ESEMPLIFICATIVO: CIRCUITO IDRAULICO FUNZIONALE



6 STRUMENTAZIONE

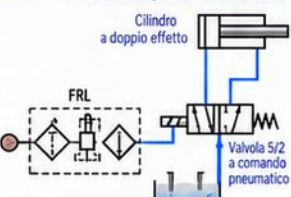
Misura, controllo e monitoraggio

Simbolo	Significato
	Manometro (pressione)
	Flussometro (portata)
	Termometro (temperatura)
	Sensore di pressione (elettrico)
	Sensore di livello

Misurare è conoscere: il controllo parte dai dati!

7 ESEMPIO DI CIRCUITO PNEUMATICO SEMPLICE

Alimentazione, comando e attuatore



8 ESEMPIO DI CIRCUITO IDRAULICO SEMPLICE

Pompa, valvola, cilindro e ritorno



9 ERRORI COMUNI NELLA LETTURA DEGLI SCHEMI

Non confondere i simboli e le funzioni

- Scambiare P (pressione) e T (ritorno)
- Invertire A e B sugli attuatori
- Confondere valvola di non ritorno con regolatrice di flusso
- Non considerare la posizione di riposo delle valvole
- Trascurare i segnali di pilotaggio
- Ignorare i simboli di sicurezza
- Non controllare le unità di misura
- Interpretare male i collegamenti incrociati
- Non verificare la legenda fornita



Un piccolo errore di lettura può cambiare tutto il funzionamento!

10 CHECKLIST FINALE

Verifica prima di progettare o utilizzare

- Simboli corretti e normalizzati (ISO 1219)
- Pressioni e portate compatibili
- Dimensionamento attuatori adeguato
- Perdite di carico verificate
- Valvole di sicurezza presenti
- Filtri e manutenzione previsti
- Temperatura di esercizio nei limiti
- Compatibilità dei materiali e fluidi
- Legenda e documentazione completa
- Controllo finale del ciclo di lavoro

Sicurezza
Affidabilità
Efficienza
Lunga durata

Verifica, conferma, realizza con sicurezza!

DAL SIMBOLO AL CIRCUITO, CONTROLLA IL FLUSSO CON CHIAREZZA.

STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK

IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE

CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ



La scelta del componente decide efficienza e affidabilità!

MAPPA DECISIONALE DI CUSCINETTI, GIUNTI E TRASMISSIONI

Come scegliere il componente giusto in base a carico, velocità e ambiente

1 PARAMETRI INIZIALI

Definisci le condizioni di lavoro

- ✓ Carico (radiale, assiale, combinato)
- ✓ Velocità di rotazione (rpm)
- ✓ Spazio disponibile (ingombri)
- ✓ Precisione richiesta
- ✓ Ambiente (temperatura, polvere, umidità, corrosione)
- ✓ Durata e manutenzione
- ✓ Costo target



2 CUSCINETTI A SFERE

La scelta più versatile

- ✓ Adatti a carichi radiali e assiali moderati
- ✓ Basse perdite per attrito
- ✓ Alte velocità di rotazione
- ✓ Disponibili in molte esecuzioni (rigidi, obliqui, a contatto angolare)
- ✓ Adatti a precisione elevata



3 CUSCINETTI A RULLI E CONICI

Per carichi elevati

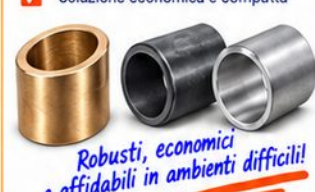
- ✓ Rulli cilindrici: alti carichi radiali
- ✓ Rulli conici: carichi radiali e assiali
- ✓ Rulli sferici: tollerano disallineamenti
- ✓ Elevata capacità di carico
- ✓ Maggiore ingombro rispetto ai cuscinetti a sfere
- ✓ Ideali per applicazioni gravose



4 BOCCOLE E CUSCINETTI RADENTI

Semplicità e robustezza

- ✓ Adatti a movimenti lenti o oscillanti
- ✓ Senza elementi volventi
- ✓ Resistenti a urti, vibrazioni e sporco
- ✓ Richiedono lubrificazione adeguata
- ✓ Disponibili in bronzo, polimeri, compositi e autolubrificanti
- ✓ Soluzione economica e compatta



5 GIUNTI RIGIDI, ELASTICI E A LAMELLE

Collegano alberi e compensano disallineamenti

- ✓ Giunti rigidi: per perfetto allineamento
- ✓ Giunti elastici: assorbono urti e vibrazioni
- ✓ Giunti a lamelle: alta precisione e rigidità torsionale
- ✓ Scelta in base a coppia, disallineamento e condizioni ambientali



6 TRASMISSIONI A INGRANAGGI

Potenza e precisione

- ✓ Trasmettono alte coppie
- ✓ Rapporto di trasmissione costante
- ✓ Elevata efficienza
- ✓ Soluzioni: cilindrici, conici, a vite senza fine, epicicloidali
- ✓ Richiedono lubrificazione e allineamento accurato



7 CINGHIE E PULGEGGE

Semplici, economiche e silenziose

- ✓ Adatte a medie potenze e velocità elevate
- ✓ Assorbono urti e vibrazioni
- ✓ Nessuna lubrificazione
- ✓ Tipi: cinghie trapezoidali, dentate (sincrone), piane, poly-V
- ✓ Facili da installare e sostituire



8 CATENE E PIGNONI

Per ambienti gravosi

- ✓ Adatte a carichi elevati
- ✓ Trasmissione positiva senza slittamento
- ✓ Resistenti a polvere, umidità e alte temperature
- ✓ Richiedono lubrificazione
- ✓ Tipi: a rulli, silenziose, per alte velocità
- ✓ Utilizzate in macchine industriali e movimentazione



9 TENUTE E LUBRIFICAZIONE

Proteggono e prolungano la vita

- ✓ Le tenute impediscono l'ingresso di contaminanti
- ✓ Tipi: paraoli, tenute meccaniche, labirinto, O-ring
- ✓ La lubrificazione riduce attrito, usura e temperatura
- ✓ Tipi: grasso (lungo periodo) o olio (alte velocità)
- ✓ Considera temperatura, ambiente e manutenzione
- ✓ Una buona tenuta evita guasti prematuri



10 CHECKLIST FINALE E MATRICE DI SCELTA

Confronta le soluzioni in base alle tue esigenze

Criterio	Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli/conici	Boccole radenti	Giunti	Ingranaggi	Cinghie	Catene
Carico (supportabile)	Basso-Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Medio	Alto
Velocità (rpm)	Alta	Media	Bassa	Media	Media-Alta	Alta	Media
Precisione	Alta	Media	Bassa	Media	Alta	Media	Media
Manutenzione	Bassa	Media	Media	Bassa	Media	Bassa	Media
Costo	Medio	Medio-Alto	Basso	Medio	Medio-Alto	Basso	Medio
Ambiente (difficile)	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Alto
Applicazioni tipiche	Motori, mandrini	Macchine pesanti	Movimenti lenti	Collegamento alberi	Riduttori, macchine utensili	Ventilatori, pompe	Movimentazione, macchine industriali

Confronta, valuta, scegli meglio!



SCEGLI IL COMPONENTE GIUSTO, AUMENTA LA VITA DEL SISTEMA.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERI LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

IDEE • CONCETTI • COMPETENZE • INGEGNERIA

266

Un futuro migliore si costruisce con la conoscenza!



MANUTENZIONE E DIAGNOSTICA INDUSTRIALE

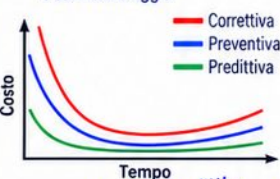
Prevenzione, monitoraggio, analisi guasti e continuità operativa

Controllare oggi
evita fermate
domani!

1 TIPI DI MANUTENZIONE

Strategie e caratteristiche

- ✓ **Preventiva:** programmata nel tempo o per ore di lavoro
- ✓ **Correttiva:** dopo un guasto
- ✓ **Predittiva:** basata sullo stato e sul monitoraggio



La manutenzione predittiva riduce costi e fermi macchina!

2 ISPEZIONI VISIVE E CHECKLIST GIORNALIERE

Cosa controllare

- ✓ Perdite, rumori, vibrazioni anomale
- ✓ Stato di cavi, tubazioni e fissaggi
- ✓ Livelli di olio, temperatura, pressione
- ✓ Pulizia e condizioni generali
- ✓ Segnalazioni e allarmi
- ✓ Rispetto delle condizioni operative

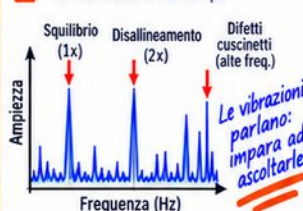


Pochi minuti di controllo fanno la differenza!

3 ANALISI VIBRAZIONALE

Frequenza, squilibrio, disallineamento

- ✓ Rileva difetti in fase iniziale
- ✓ Analisi spettrale (FFT)
- ✓ Individua squilibrio, disallineamento, usura cuscinetti
- ✓ Misura ampiezza e frequenza
- ✓ Tendenze nel tempo

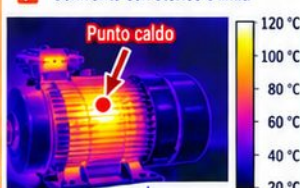


Le vibrazioni parlano: impara ad ascoltarle!

4 TERMOGRAFIA

Punti caldi e anomalie

- ✓ Individua surriscaldamenti
- ✓ Controllo di motori, quadri elettrici, cuscinetti, connessioni
- ✓ Rileva anomalie prima del guasto
- ✓ Analisi termica senza contatto
- ✓ Confronto con storico e limiti



Il calore rivela ciò che l'occhio non vede!

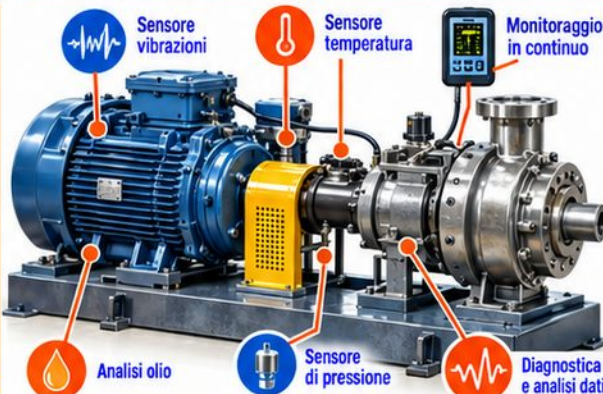
5 LUBRIFICAZIONE E ANALISI DELL'OLIO

Migliora la vita dei componenti

- ✓ Scelta del lubrificante corretto
- ✓ Rispetto di quantità e intervalli
- ✓ Analisi olio: contaminanti, usura, viscosità, acqua
- ✓ Controllo di filtri e tenute
- ✓ Riduce attrito, usura e temperatura



Un buon olio allunga la vita della macchina!



Dati, analisi e azioni per una produzione sempre attiva!

6 ALLINEAMENTO ALBERI E BILANCIAMENTO

Precisione e affidabilità

- ✓ Allineamento riduce vibrazioni e usura
- ✓ Strumenti laser e comparatori
- ✓ Bilanciamento elimina squilibri
- ✓ Migliora efficienza e durata
- ✓ Verifica periodica dopo manutenzioni



Un allineamento corretto elimina problemi a monte!

7 GUASTI FREQUENTI

Cause, sintomi e soluzioni



Conoscere i guasti più comuni aiuta a prevenirli!

8 KPI DI MANUTENZIONE

Misurare per migliorare

- ✓ **MTBF:** tempo medio tra i guasti
- ✓ **MTTR:** tempo medio di riparazione
- ✓ **Disponibilità:** % tempo operativo
- ✓ **OEE:** efficacia complessiva
- ✓ Costi di manutenzione
- ✓ Trend e analisi nel tempo

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tempo di funzionamento}}{\text{Numero di guasti}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo di riparazione}}{\text{Numero di guasti}}$$

$$\text{Disponibilità} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilità} \times \text{Prestazioni} \times \text{Qualità}$$

Ciò che si misura si migliora!

9 RCA / ANALISI DELLE CAUSE RADICE

Dal problema alla soluzione

- ✓ Raccolta dati e fatti
- ✓ Analisi delle cause (es. 5 Perché, Ishikawa, FMEA)
- ✓ Individuazione della causa radice
- ✓ Definizione azioni correttive
- ✓ Verifica dell'efficacia
- ✓ Standardizzazione e condivisione

- 1 Definisci il problema
- 2 Raccogli i dati
- 3 Analizza le cause
- 4 Trova la causa radice
- 5 Definisci e implementa le azioni
- 6 Verifica e monitora

Elimina le cause, non solo i sintomi!



10 CHECKLIST FINALE DI MANUTENZIONE SICURA

Prima di rimettere in servizio

- ✓ Interventi completati e verificati
- ✓ Stato di fissaggi e protezioni
- ✓ Collegamenti elettrici e idraulici
- ✓ Livelli e lubrificazione
- ✓ Prove di funzionamento e assenza perdite
- ✓ Sicurezza e ripristino delle protezioni
- ✓ Documentazione aggiornata



Una macchina sicura è una macchina produttiva!

MONITORA, PREVEDI, INTERVieni, MIGLIORA.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

Preparazione
chiara,
risultati migliori!

CHECKLIST DI PREPARAZIONE A ESAMI E PROGETTI

Metodo di studio, revisione tecnica, presentazione e autovalutazione

1 DEFINISCI OBIETTIVI E SCADENZE

- ✓ Stabilisci l'obiettivo finale
- ✓ Suddividi in attività intermedie
- ✓ Definisci le scadenze
- ✓ Usa il metodo SMART
- ✓ Considera margini di sicurezza



2 ORGANIZZA APPUNTI, MAPPE MENTALI E FORMULARI

- ✓ Raccogli e riorganizza gli appunti
- ✓ Crea mappe mentali sintetiche
- ✓ Prepara un formulario personale
- ✓ Usa schemi e colori
- ✓ Mantieni tutto aggiornato



3 RIPASSO ATTIVO E SPACED REPETITION

- ✓ Ripeti attivamente (senza rileggere)
- ✓ Usa la ripetizione dilazionata
- ✓ Fai domande a te stesso
- ✓ Spiega i concetti con parole tue
- ✓ Alterna teoria ed esercizi



4 ESERCIZI PROGRESSIVI E SIMULAZIONI D'ESAME

- ✓ Inizia da esercizi semplici
- ✓ Aumenta gradualmente la difficoltà
- ✓ Esegui simulazioni d'esame
- ✓ Controlla tempi e precisione
- ✓ Analizza e correggi gli errori



5 PREPARAZIONE DEL PROGETTO: REQUISITI, TEMPI, DELIVERABLE

- ✓ Analizza il problema e i requisiti
- ✓ Definisci obiettivi e specifiche
- ✓ Pianifica le attività e le scadenze
- ✓ Individua i deliverable principali
- ✓ Coordina eventuale lavoro di gruppo



6 CAD, CALCOLI, DISTINTA BASE E DOCUMENTAZIONE

- ✓ Sviluppa i modelli CAD 3D/2D
- ✓ Esegui calcoli e verifiche tecniche
- ✓ Crea la distinta base (BOM)
- ✓ Prepara disegni tecnici e tolleranze
- ✓ Organizza la documentazione



7 RELAZIONE TECNICA E SLIDE DI PRESENTAZIONE

- ✓ Scrivi una relazione chiara e logica
- ✓ Usa grafici, tabelle e immagini
- ✓ Prepara slide sintetiche ed efficaci
- ✓ Evidenzia risultati e conclusioni
- ✓ Cura il layout e la qualità visiva



8 ERRORI COMUNI DA EVITARE SOTTO STRESS

- ✓ Gestione del tempo inefficace
- ✓ Studio solo all'ultimo momento
- ✓ Trascurare esercizi e applicazioni
- ✓ Non rileggere le consegne
- ✓ Risposte affrettate e poco motivate
- ✓ Ignorare unità di misura e segni
- ✓ Scarsa revisione e controllo
- ✓ Mancanza di pianificazione



9 AUTOVALUTAZIONE CON MINI-QUIZ / SEMAFORO ROSSO-GIALLO-VERDE

- ✓ Verifica cosa sai e cosa devi rivedere
- ✓ Usa mini-quiz a risposta multipla
- ✓ Classifica gli argomenti con un semaforo
- ✓ Concentrati sulle aree critiche (rosso)
- ✓ Ripeti periodicamente il test

Esempio di autovalutazione	Rosso	Giallo	Verde
Statica	●	○	●
Resistenza materiali	●	○	●
Termodinamica	○	●	●
Meccanica dei fluidi	○	○	●
Macchine	○	●	●
Trasmissioni	●	○	●
Materiali	○	○	●
Disegno tecnico	●	○	●

PUNTEGGIO TOTALE

24 / 30

80%

Conosci i tuoi punti forti e lavora su quelli deboli!

10 PIANO OPERATIVO DEGLI ULTIMI 7 GIORNI

- ✓ Definisci il piano giorno per giorno
- ✓ Bilancia studio, esercizi e ripasso
- ✓ Prepara materiali e simulazioni
- ✓ Dedica a revisione finale e quiz
- ✓ Riposa adeguatamente
- ✓ Controlla tutto il giorno prima



PIANO DI STUDIO - ULTIMI 7 GIORNI

Giorno	Attività principale	✓
Giorno 1	Ripasso teoria + mappe	○
Giorno 2	Esercizi e quiz	○
Giorno 3	Simulazione d'esame	○
Giorno 4	Revisione errori	○
Giorno 5	Progetto / CAD	○
Giorno 6	Relazione e slide	○
Giorno 7	Ripasso finale + riposo	○

Piccoli passi ogni giorno, grandi risultati!



STUDIA CON METODO, PRESENTA CON SICUREZZA, CHIUDI CON SUCCESSO.

STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOKIMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONECONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ

IDEE • CONCETTI • COMPETENZE • INGEGNERIA

269

La preparazione di oggi è il successo di domani!



MAPPA SINOTTICA FINALE DELL'INGEGNERIA MECCANICA

Concetti chiave, collegamenti e visione d'insieme del percorso

Unisci i concetti
e l'ingegneria
prende forma!

1 STATICA E RESISTENZA

- ✓ Equilibrio di corpi rigidi
- ✓ Sforzi e deformazioni
- ✓ Travi e flessione
- ✓ Torsione e taglio
- ✓ Verifiche di resistenza



2 TERMODINAMICA

- ✓ Energia e sistemi termodinamici
- ✓ Primo principio della termodinamica
- ✓ Secondo principio ed entropia
- ✓ Cicli termodinamici
- ✓ Macchine termiche



3 TRASMISSIONE DEL CALORE

- ✓ Conduzione, convezione, irraggiamento
- ✓ Coefficienti di scambio
- ✓ Scambiatori di calore
- ✓ Analisi termica e progettazione
- ✓ Isolamento e efficienza energetica



4 FLUIDI, IDRAULICA E PNEUMATICA

- ✓ Proprietà dei fluidi
- ✓ Pressione e portata
- ✓ Circuiti idraulici e pneumatici
- ✓ Valvole e attuatori
- ✓ Applicazioni e controllo



5 ELEMENTI DI MACCHINE

- ✓ Alberi e assi
- ✓ Giunti e accoppiamenti
- ✓ Cuscinetti e supporti
- ✓ Molle e organi elastici
- ✓ Viti, bulloni e collegamenti



10 METROLOGIA, DISEGNO E SICUREZZA

- ✓ Strumenti e misure
- ✓ Tolleranze e accoppiamenti
- ✓ Lettura del disegno tecnico
- ✓ Norme e controlli di qualità
- ✓ Sicurezza sul lavoro



9 MANUTENZIONE, TRIBOLOGIA E DIAGNOSTICA

- ✓ Attrito, usura e lubrificazione
- ✓ Tenute e affidabilità
- ✓ Manutenzione preventiva
- ✓ Condition monitoring
- ✓ Diagnostica e analisi guasti



8 MATERIALI E TRATTAMENTI

- ✓ Proprietà meccaniche e fisiche
- ✓ Diagramma ferro-carbonio
- ✓ Trattamenti termici
- ✓ Trattamenti superficiali
- ✓ Materiali innovativi e compositi



6 INGRANAGGI E TRASMISSIONI

- ✓ Ruote dentate e treni d'ingranaggi
- ✓ Cinghie e pulegge
- ✓ Catene e pignoni
- ✓ Riduttori e moltiplicatori
- ✓ Analisi cinematica e dinamica



7 PROCESSI DI FABBRICAZIONE

- ✓ Lavorazioni per asportazione
- ✓ Formatura e deformazione
- ✓ Giunzione e saldatura
- ✓ Manifattura additiva (3D)
- ✓ Automazione e CNC



FORMULE SIMBOLO

- ✓ Equilibrio: $\Sigma F = 0 \quad \Sigma M = 0$
- ✓ Sforzo normale: $\sigma = F / A$
- ✓ Flessione: $\sigma = M y / I$
- ✓ Torsione: $\tau = T r / J$
- ✓ Termodinamica: $\Delta U = Q - W$
- ✓ Bernoulli: $p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = cost$
- ✓ Trasmissione calore: $\dot{Q} = U A \Delta T$
- ✓ Potenza: $P = T \omega = F v$

Le formule raccontano la realtà!

COMPETENZE CHIAVE

- Analizzare**
Comprendere i problemi e identificare le soluzioni
- Progettare**
Sviluppare idee e modelli efficaci ed efficienti
- Verificare**
Applicare norme, calcoli e controlli
- Migliorare**
Innovare, ottimizzare e creare valore



CHIUDI IL PERCORSO, APRI IL FUTURO DELL'INGEGNERIA.



STUDIA DOVE E QUANDO VUOI
SU SMARTPHONE, TABLET E NOTEBOOK



IMPARA IN MODO VISIVO
E ACCELERA LA MEMORIZZAZIONE



CONCENTRATI SU CIÒ CHE CONTA DAVVERO
E IMPARA DI PIÙ