



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

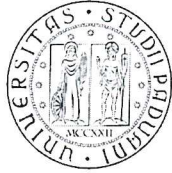
***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025***

TEMA 1: Aerospaziale Aeronautico

Il candidato analizzi i requisiti sul sottosistema propulsivo e sui dispositivi ipersostentatori per il soddisfacimento delle prestazioni richieste nelle varie fasi rispetto al velivolo individuato nella prova precedente. Si forniscano giustificazioni quantitative rispetto ai requisiti analizzati.

Si valutino inoltre i requisiti di stabilità e la loro variazione rispetto a possibili perturbazioni durante le varie fasi di volo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025***

TEMA 2: Aerospaziale Spaziale

Il candidato analizzi quantitativamente le manovre propulsive necessarie, i requisiti di ΔV e massa di propellente necessarie in uno degli scenari individuati nella precedente prova. Studi le possibili configurazioni orbitali attorno al pianeta, valutandone vantaggi e svantaggi in termini di copertura, illuminazione solare, visibilità con la Terra. Fornisca stime quantitative sui parametri orbitali più idonei.

3



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

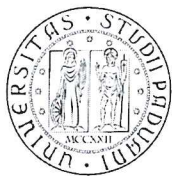
***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

Prima sessione 2025

Seconda prova scritta del 9 settembre 2025

TEMA 3: Bioingegneria

Si provveda al dimensionamento di massima per un fissatore spinale progettato per la fusione dei segmenti vertebrali lombari L4-L5, per un soggetto di massa 80 kg e altezza 1.85 m. Per il dimensionamento del dispositivo ci si riferisca alla normativa ISO in materia o, in alternativa, ci si basi su criteri personali improntati alla efficacia e alla sicurezza del fissatore spinale.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

TEMA 4: Chimica

Una portata di 100 mol/h di metano entra a 400K in una fornace e viene combusta con 2500 mol/h di aria. La conversione totale del CH₄ è del 96%; il contenuto di CO nei gas in uscita dalla fornace è di 5 mol/h. Calcolare:

1. Il % di eccesso di aria utilizzata nel processo;
2. la composizione del gas in uscita dalla fornace;
3. la temperatura adiabatica di fiamma del sistema.

Per eseguire i calcoli fare riferimenti ai dati nelle seguenti due tabelle.

Tabella 1 - Entalpie standard di formazione a 298 K

Composto	$\Delta\hat{H}_{f,i}^0$ [kJ/mol]
CH ₄	-74,85
CO	-110,52
CO ₂	-393,51
H ₂ O(g)	-241,83



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

Tabella 2 – Entalpie sensibili in funzione della temperatura [J/mol]

T [K]	N ₂	O ₂	Aria	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂ O
273	0	0	0	0	0	0	0
291	524	527	523	630	525	655	603
298	728	732	726	879	728	912	837
300	786	790	784	950	786	986	905
400	3695	3752	3696	4740	3699	4903	4284
500	6644	6811	6660	9100	6652	9204	7752
600	9627	9970	9673	14054	9665	13807	11326
700	12652	13225	12736	19585	12748	18656	15016
800	15756	16564	15878	25652	15899	23710	18823
900	18961	19970	19116	32204	19125	28936	22760
1000	22171	23434	22367	39204	22413	34308	26823
1100	25472	26940	25698	46567	25760	39802	31011
1200	28819	30492	29078	54308	29154	45404	35312
1300	32216	34078	32501	62383	32593	51090	39722
1400	35639	37693	35953	70709	36020	56860	44237
1500	39145	41337	39463	79244	39576	62676	48848
1750	47940	50555	48325	101556	48459	77445	60751
2000	56907	59914	57320	124725	57488	92466	73136



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

TEMA 5: Meccatronica e Automazione

Si richiede che il candidato fornisca una descrizione concisa ma rigorosa dei principali costrutti della programmazione concorrente, in particolare semafori e monitor, con riferimento al loro funzionamento e impiego nella sincronizzazione tra processi.

A partire da tali concetti, il candidato sviluppi una soluzione al problema proposto nel seguito, secondo le specifiche fornite e i vincoli di priorità indicati.

L'obiettivo del vostro lavoro è l'automazione della gestione dei loro camion di un'azienda per il trasporto delle merci.

Un enorme capannone dell'azienda è dedicato alla gestione dei camion, cioè il loro *scarico/carico*, *rifornimento* e *riparazione*. Quest'area ha le seguenti caratteristiche:

- ha una capacità massima pari a `MAX_CAMION`;
- permette di rifornire un solo camion alla volta e solo quando è disponibile del carburante all'interno di un deposito di dimensioni pari a: `CAPACITA_CARBURANTE`;
- ha a disposizione `STAZ_RIP` postazioni di riparazione;
- ha a disposizione `STAZ_CARICO` postazioni per lo scarico/carico delle merci.

I camion devono tornare in sede per i seguenti motivi, con priorità via via crescente nell'accesso al capannone:

- per *scarico/carico*.

- per *rifornimento*. Per semplicità si supponga che il rifornimento sia uguale per ogni camion e pari a `CAPACITA_SERBATOIO`. Dopo essersi rifornito, il camion si metterà a disposizione per *scarico/carico* di merci.

- per essere *riparati*. In tal caso, dopo aver compiuto la riparazione, il camion andrà a *rifornirsi* e si metterà a disposizione per lo *scarico/carico* delle merci.

Quando il contenuto del serbatoio scende sotto un valore pari a: `CAPACITA_SERBATOIO * 5`, viene segnalato a un camion cisterna che, una volta entrato nell'area camion (anche lui è un camion, quindi occupa un posto), procederà a riportare il livello del carburante nel deposito alla sua capacità



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

***Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025***

massima. Vista l'urgenza, il *camion cisterna* ha priorità superiore a tutti gli altri camion nell'accesso al capannone.

Rabboccare il deposito di carburante è una operazione molto lenta e poiché non è possibile svolgerla in contemporanea ai rifornimenti, si decide di fare uscire dal capannone tutti i camion in attesa di rifornirsi e non permettere ad altri camion che attendono il *rifornimento* di entrare. Questo permette di poter utilizzare in modo più efficace lo spazio disponibile all'interno del capannone. Una volta che il camion cisterna ha terminato ed è uscito dal capannone, si dovranno fare rientrare tutti i camion che sono usciti durante la sua operazione per poi tornare all'usuale processo di priorità.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025*

TEMA 6: Sicurezza

Con riferimento alla prevenzione incendi nei luoghi di lavoro, il candidato svolga i seguenti approfondimenti.

1. Spiegare la normativa attualmente in vigore in materia di prevenzione incendi, illustrandone obiettivi e ambiti di applicazione.
Proporre inoltre una panoramica dell'evoluzione delle normative in materia di prevenzione incendi in Italia negli ultimi 20 anni, esplicitandone i cambiamenti più rilevanti.
2. Immaginare un sistema produttivo a piacere e descrivere, per tale sistema produttivo, le principali caratteristiche che hanno rilevanza in materia di prevenzione incendi.
Con riferimento al sistema produttivo scelto, proporre opportune tecniche di analisi e valutazione per progettare in modo sicuro l'ambiente di lavoro in modo da minimizzare il rischio incendio.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

TEMA 7: Elettrica

I parametri relativi al circuito equivalente semplificato riferito al secondario di un trasformatore trifase (potenza nominale $P_n = 400$ kVA, tensione nominale secondaria $V_{2n} = 690$ V, frequenza $f = 50$ Hz, rapporto spire $n = 50.2$, collegamento triangolo/stella) sono i seguenti:

resistenza e reattanza a vuoto	$R_{20} = 240 \Omega$	$X_{20} = 76.5 \Omega$
resistenza e reattanza di corto circuito	$R'' = 9.2 \text{ m}\Omega$	$X'' = 46.1 \text{ m}\Omega$

La macchina alimenta un carico alla tensione $V_2 = V_{2n}$ erogando 235 kW con fattore di potenza 0.92 in ritardo.

a) Determinare

- corrente e perdite a vuoto percentuali;
- tensione e perdite di corto circuito percentuali;
- tensione di alimentazione, corrente assorbita al primario e rendimento nelle condizioni di carico considerate.

Si supponga che il carico sia costituito da un motore asincrono trifase (tensione nominale V_{2n} , numero di poli $2p = 4$, collegamento fasi a stella) di cui si dispone dei seguenti dati:

Resistenza di una fase di statore	$R_l = 54 \text{ m}\Omega$	
Coppia di avviamento alla tensione nominale	$C_a = 710 \text{ Nm}$	
Prova a vuoto (tensione di alimentazione 660 V)	$P_{10} = 5.2 \text{ kW}$	$I_{10} = 26.2 \text{ A}$

b) Con riferimento al circuito equivalente semplificato, determinare

- resistenza R_{l2} e reattanza X ;
- velocità e rendimento nelle condizioni di carico considerate.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

TEMA 8: Energetica

Una pompa di calore funzionante con fluido refrigerante ammoniaca è utilizzata per il riscaldamento di una portata d'aria $V_{aria} = 8333 \text{ m}^3/\text{h}$ dalla temperatura $t_{ai} = +20^\circ\text{C}$ alla temperatura $t_{au} = +40^\circ\text{C}$. La macchina è composta da un compressore adiabatico, da un condensatore, da una valvola di laminazione e da un evaporatore.

Il fluido refrigerante all'uscita del condensatore si trova allo stato di liquido saturo (stato 1); poi passa attraverso la valvola di laminazione che porta il fluido alla pressione dell'evaporatore (stato 2). All'uscita dell'evaporatore il fluido è nelle condizioni di vapore saturo secco (stato 3), entrando poi nel compressore che porta il fluido alla pressione del condensatore (stato 4). La temperatura di condensazione t_{cond} e quella di evaporazione t_{evap} dell'ammoniaca sono rispettivamente $+50^\circ\text{C}$ e $+10^\circ\text{C}$. Il rendimento isoentropico della compressione è $\eta_{ic} = 0.9$.

All'evaporatore circola una portata di acqua $m_{acqua} = 8000 \text{ kg/h}$ con temperatura di ingresso $t_i = 20^\circ\text{C}$ e il coefficiente globale di scambio è $U = 1500 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C})$.

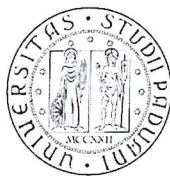
I parametri non esplicitati possono essere assunti dal/la candidato/a.

Quesiti:

1. Si traccino le trasformazioni termodinamiche che hanno luogo sul diagramma T-s allegato, riportando la temperatura di fine compressione, t_f [$^\circ\text{C}$].

Inoltre, si calcolino:

2. la potenza termica scambiata al condensatore [kW];
3. la temperatura di uscita t_u dell'acqua dall'evaporatore, [$^\circ\text{C}$];
4. la superficie di scambio dell'evaporatore, [m^2];
5. il coefficiente di effetto utile del ciclo, COP [-];
6. l'efficienza termica del condensatore, ε_{cond} [%].
7. Si commentino in modo opportuno i risultati trovati, evidenziando in che modo è possibile migliorare l'efficienza della pompa di calore esaminata e quali sono vantaggi e svantaggi del fluido refrigerante considerato.

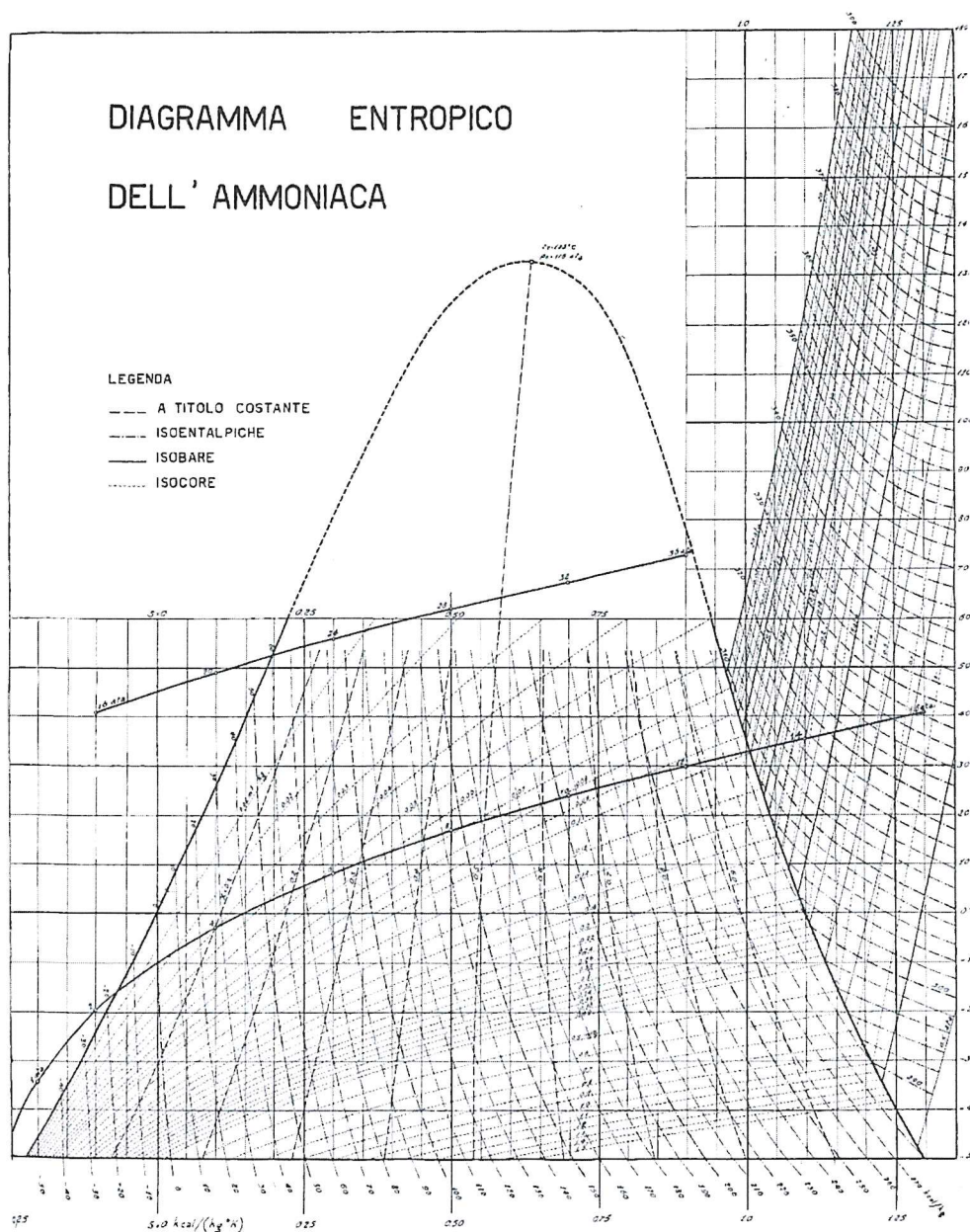


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025*

AII, 3 – A. BOECHE – A. CAVALLINI – S. DEL GIUDICE – PROBLEMI DI TERMODINAMICA APPLICATA



SL



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025*

TEMA 9: Gestionale

Un'azienda realizza due prodotti, PF-A e PF-B, secondo la logica make-to-stock. Le Tabelle 1 e 2 riportano le previsioni di vendita e gli ordini già acquisiti dei due prodotti per i successivi 12 periodi di pianificazione, mentre le Tabelle 3 e 4 riportano le loro distinte base.

L'azienda utilizza questi dati per sviluppare il piano principale di produzione (Master Production Schedule – MPS) e definire anche gli Available To Promise (ATP) per i due prodotti finiti. L'azienda gestisce inoltre tutti gli articoli utilizzati nella produzione di PF-A e PF-B con logica Material Requirements Planning (MRP), e in particolare utilizza gli output dei record MPS per i prodotti finiti come input per il calcolo dei record MRP.

Tabella 1

PERIODI	1	2	3	4	5	6
Previsioni	20	15	30	10	50	10
Ordini	7	7	15	8	22	6
PERIODI	7	8	9	10	11	12
Previsioni	30	10	10	10	20	30
Ordini	22	8	7	6	8	8

Tabella 2

PERIODI	1	2	3	4	5	6
Previsioni	15	30	5	35	10	10
Ordini	5	5	3	10	5	5
PERIODI	7	8	9	10	11	12
Previsioni	5	20	5	5	40	5
Ordini	3	5	3	3	10	3

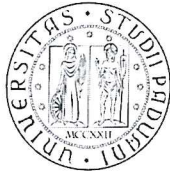
Tabella 3

Livello	Codice articolo	Coefficiente d'impiego
0	PF-A	-
.1	SL-A	1
..2	MP-A	10
.1	SL-B	1
..2	MP-B	10
..2	SL-D	1
...3	MP-A	10
...3	MP-C	10

Tabella 4

Livello	Codice articolo	Coefficiente d'impiego
0	PF-B	-
.1	SL-A	1
..2	MP-A	10
.1	SL-C	1
..2	MP-B	20
..2	SL-D	1
...3	MP-A	10
...3	MP-C	10

La Tabella 5 riporta – per ciascun articolo – la giacenza iniziale, la scorta di sicurezza, il lead time, il lead time di sicurezza e la politica di riordino (o strategia di pianificazione per l'MPS). Nel caso per un articolo sia prevista una scorta di sicurezza, l'azienda segue la regola secondo cui la giacenza dell'articolo può scendere fino a, ma non sotto, il valore assegnato alla scorta di sicurezza.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

Tabella 5

Codice articolo	Giacenza iniziale (pz)	Scorta di sicurezza (pz)	Lead time (periodi)	Lead time di sicurezza (periodi)	Politica di riordino (o strategia di pianificazione per MPS)
PF-A	50	15	1	-	MPS - strategia a lotto multiplo di 20 pz
PF-B	30	10	1	-	MPS - strategia a lotto multiplo di 15 pz
SL-A	100	20	1	0	A periodo di copertura fisso di 2 periodi con lotto multiplo di 50 pz
SL-B	30	10	2	0	Lotto multiplo di 20 pz
SL-C	25	0	1	0	Lotto minimo di 20 pz
SL-D	55	15	1	0	A fabbisogno puro
MP-A	800	150	1	0	A periodo di copertura fisso di 3 periodi
MP-B	500	250	1	1	Lotto multiplo di 400 pz
MP-C	600	200	1	2	Lotto multiplo di X pz

Si chiede di:

- Disegnare la distinta base ad albero di entrambi i prodotti.
- Calcolare i record MPS, completi anche di ATP, per entrambi i prodotti.
- Simulare l'arrivo dei seguenti ordini per il prodotto PF-B e indicare quali possono essere accettati:
 - ORDINE 1: richiesta di 50 pezzi nel periodo 3
 - ORDINE 2: richiesta di 30 pezzi nel periodo 4
 - ORDINE 3: richiesta di 15 pezzi nel periodo 8
 - ORDINE 4: richiesta di 45 pezzi nel periodo 9

Inoltre, evidenziare sul record MPS i cambiamenti alla luce degli ordini accettati, aggiornando la riga degli ordini, degli ATP e delle scorte (Nota: non è richiesto di rilanciare nuovi ordini MPS – si utilizzino quelli già calcolati per l'integrazione con i record MRP).

- Calcolare i record MRP di tutti gli articoli utilizzati nella produzione di PF-A e PF-B nello stesso orizzonte di pianificazione, tenendo presente che per il periodo 1 è previsto il versamento a magazzino di 400 unità di MP-B e di altrettante unità di MP-C, mentre per il periodo 2 è previsto il versamento a magazzino di altre 100 unità di MP-B e di altrettante unità di MP-C.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

Prima sessione 2025

Seconda prova scritta del 9 settembre 2025

- Per finalizzare il record MRP dell'articolo MP-C, calcolare l'entità ottimale del lotto X – anche denominata 'lotto economico' di riordino – sapendo che il prezzo dell'articolo è pari a 480€/pz, il costo di preparazione di un ordine di acquisto è pari a 25€/ordine, il tasso di rendimento di un investimento alternativo al tenere l'articolo a scorta è del 10% annuo, e la domanda annua stimata dell'articolo è di 15,000 pz.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025*

TEMA 10: Meccanica e Innovazione del Prodotto

Il semilavorato grezzo per l'ottenimento di una ruota dentata corrisponde ad un cilindro cavo di diametro 65 mm avente un foro centrale di diametro pari a 21 mm ed altezza pari a 30mm. Il materiale del grezzo è un acciaio al carbonio C40, caratterizzato da una densità pari a 7850 kg/m^3 .

- I) Per la sua realizzazione si considerino le due metodologie di fabbricazione seguenti: **A)** metallurgia delle polveri e **B)** stampaggio ad impronta.

CASO A

Si determini la forza necessaria di compattazione al fine di ottenere una densità finale pari al 90% della densità nominale dell'acciaio. Si assuma che il ritiro dovuto alla sinterizzazione è pari a circa il 7% e si scelga la dimensione della polvere che permetta di ottenere le migliori prestazioni meccaniche.

Al fine della risoluzione dell'esercizio si considerino le polveri di ferro equivalenti a quelle dell'acciaio.

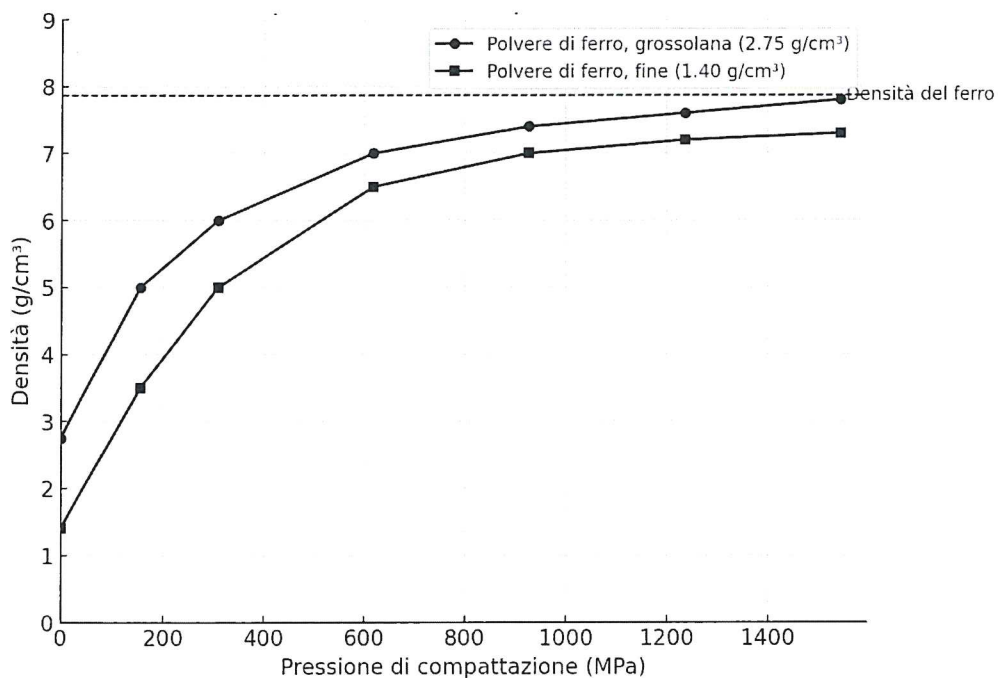
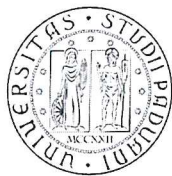


Figura 1. Densità al verde del ferro in funzione della pressione di compattazione.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

CASO B

Il processo viene condotto alla temperatura di 1120°C adottando una velocità dello stampo pari a $V = 0.2$ m/s. Dopo aver disegnato lo stampo con le opportune quote, si determini la forza di forgiatura, calcolando le costanti reologiche del materiale a partire dalla figura sottostante per una deformazione pari a $\epsilon = 0.1$.

Si spieghino opportunamente le scelte relative alla progettazione dello stampo.

Per il calcolo dell'altezza della bava (s) e della sua lunghezza (b) si utilizzino le seguenti formule, dove D rappresenta il diametro del componente in corrispondenza della linea di separazione degli stampi:

$$s = 0.017D + \frac{1}{\sqrt{D+5}}$$
$$\frac{b}{s} = \frac{62.5}{\sqrt{D}}$$

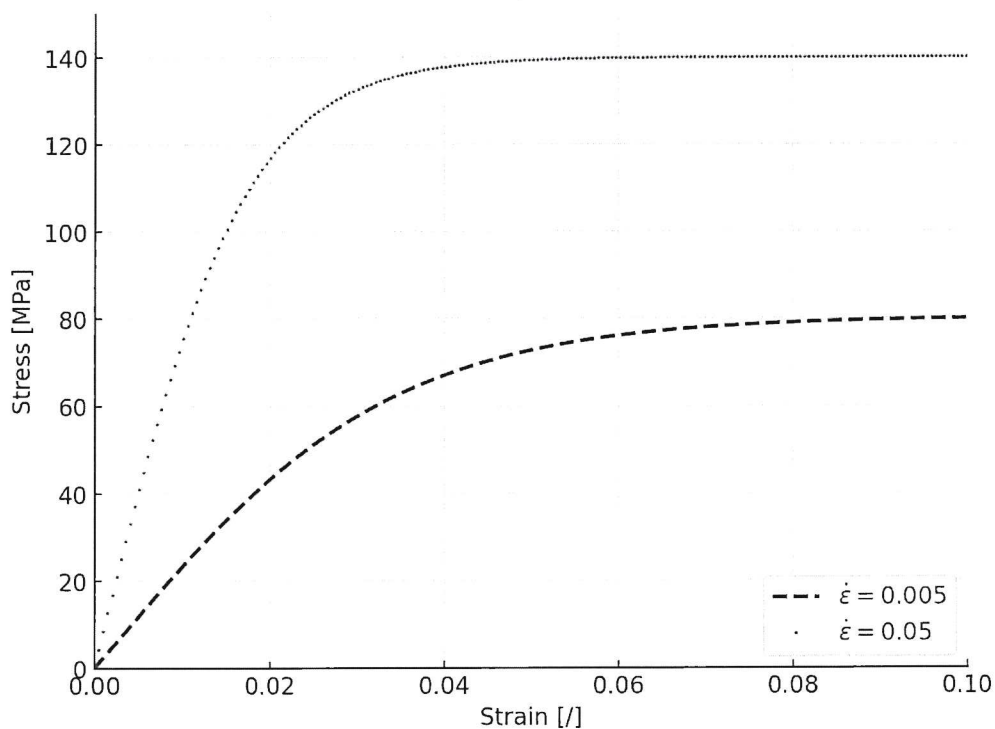


Figura 2. Curve di flusso per l'acciaio C40 a diverse velocità di deformazione alla temperatura del processo.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE***

Prima sessione 2025

Seconda prova scritta del 9 settembre 2025

II) Si commenti, con riferimento alle caratteristiche meccaniche derivanti dalle due tecnologie di fabbricazione considerate anche aiutandosi con uno schema, la microstruttura indotta.

III) Si commenti, in linea generale, in merito agli aspetti economici delle due tecnologie di fabbricazione considerate.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

*Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025*

TEMA 11: Materiali

Una cella Hall-Héroult per la produzione di alluminio opera in criolite fusa a 960 °C con i seguenti dati operativi:

Corrente totale: $I = 300 \text{ kA}$

Tensione di cella: $V = 4,2 \text{ V}$

Efficienza di Faraday: $\eta_F = 0,92$

Temperatura di alimentazione di anodi (C) e allumina (Al_2O_3): 25°C

Temperatura dei gas in uscita: 960 °C

Rapporto primario di ossidazione anodica del carbonio: 90% moli a CO_2 , 10% a CO

Reazioni principali

Riduzione al catodo: $\text{Al}^{3+} + 3e^- \Rightarrow \text{Al}$

Dissociazione dell'allumina: $\text{Al}_2\text{O}_3 \Rightarrow 2\text{Al} + \frac{3}{2}\text{O}_2$

Ossidazione anodica primaria (rapporto in moli di C):

$\text{C} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2$ (90%) $2\text{C} + \text{O}_2 \Rightarrow 2\text{CO}$ (10%)

Reazioni secondarie considerate

Reazione di Boudouard (endotermica): $\text{CO}_2 + \text{C} \Rightarrow 2\text{CO}$ $\Delta H^0 = +172 \text{ kJ/mol}$

Si assume che il 20% della CO_2 formata all'anodo reagisca ulteriormente con C.

Reazione di ossidazione parassita (esotermica): $\text{C} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2$ $\Delta H^0 = -395.5 \text{ kJ/mol}$

Si assume che avvenga l'ossidazione parassita con 0,03 mol di O_2 per mol di Al_2O_3 alimentata.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025
Seconda prova scritta del 9 settembre 2025**

Dati termodinamici

$$\Delta H_f^0(\text{Al}_2\text{O}_3) = -1676,5 \text{ kJ/mol} \quad C_{p(\text{Al}_2\text{O}_3)} = 0,90 \text{ kJ Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta H_f^0(\text{CO}_2\text{gas}) = -393,5 \text{ kJ/mol} \quad C_{p(\text{CO}_2)} = 0,0374 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta H_f^0(\text{COgas}) = -110,5 \text{ kJ/mol} \quad C_{p(\text{CO})} = 0,0291 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$C_{p(\text{C})} = 0,71 \text{ kJ Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Calcolare:

1. La portata di produzione di alluminio (mol/h e kg/h).
2. I consumi di Al_2O_3 e C (incluso l'extra dovuto alle reazioni secondarie).
3. Le portate dell'off-gas (CO_2 e CO, in mol/h e Nm^3/h) e la composizione.
4. La potenza elettrica assorbita e il consumo specifico elettrico (kWh/kg Al).
5. Eseguire il bilancio termico della cella, distinguendo tra: calore assorbito dalla reazione complessiva (con secondarie), riscaldamento sensibile dei reagenti in ingresso (C e Al_2O_3), raffreddamento sensibile dei gas in uscita, perdite necessarie a parete per mantenere la cella a 960°C .