



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

**TEMA 1: Bioingegneria**

Si esponga un problema di ambito protesico che risulti non totalmente soddisfacente per efficacia e sicurezza del paziente, sulla base dello stato attuale dell'arte. Si delinei, di conseguenza, un progetto di ricerca volto al miglioramento del sistema protesico, definendo i seguenti aspetti:

- caratteristiche delle soluzioni attuali e loro limiti;
- miglioramenti da conseguire attraverso la proposta progettuale;
- elencazione delle attività da sviluppare per il raggiungimento del punto precedente;
- organizzazione della compagine multi-disciplinare che consenta lo sviluppo delle attività di progetto;
- stima dei costi associati allo sviluppo del progetto e individuazione delle strategie di reperimento dei finanziamenti necessari.

*Ef*



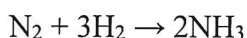
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

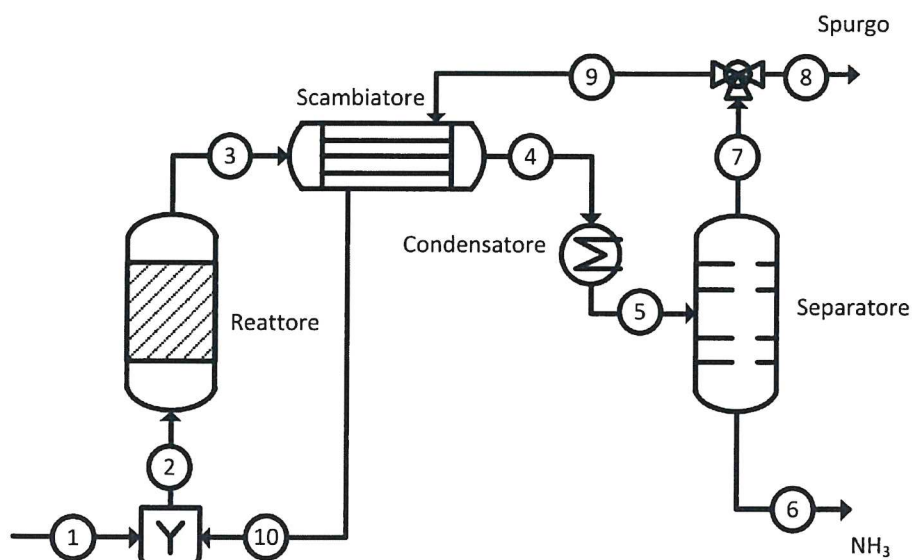
**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 2: Chimica**

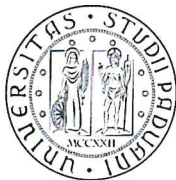
La sintesi di ammoniaca è condotta industrialmente mediante il processo Haber-Bosch che prevede la reazione tra azoto e idrogeno secondo la seguente equazione stechiometrica:



Il processo, riportato nella figura sottostante, viene alimentato con una portata contenente l'1% molare di argon e  $\text{N}_2$  e  $\text{H}_2$  in quantità stechiometriche. Il reattore viene alimentato con 150 moli/min con una portata contenente il 15% molare di argon, il 21,25% molare di  $\text{N}_2$  e il 63,75% di  $\text{H}_2$ . La temperatura in ingresso al reattore è di  $400^\circ\text{C}$ . La conversione frazionaria di  $\text{N}_2$  a  $\text{NH}_3$  nel reattore è di 0,15 moli  $\text{N}_2$  reagite/mole di  $\text{N}_2$  alimentate al reattore. L'effluente caldo del reattore viene utilizzato per il riscaldamento del gas di riciclo dal separatore in uno scambiatore di calore. Dopo il passaggio nello scambiatore di calore l'effluente dal reattore viene inviato ad un condensatore dove l' $\text{NH}_3$  prodotta viene condensata. L'ammoniaca liquida viene successivamente separata dai gas riciclati non condensabili. Una corrente di spurgo viene impiegata per mantenere il tenore di argon al 15% su base molare nell'alimentazione al reattore. In questo processo la reazione viene condotta adiabaticamente.



El



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

Al candidato viene richiesto di determinare le portate (mol/min) di:

1. Alimentazione al processo
2. Spurgo del processo
3. Riciclo

In aggiunta:

4. Determinare la portata giornaliera di ammoniaca prodotta in kg/giorno
5. Determinare la quantità di calore in kW da fornire/sottrarre per condurre la reazione isotermicamente, assumendo di operare a 1 atm
6. Stimare la temperatura di uscita dei gas dal reattore sotto l'ipotesi di adiabaticità, assumendo di operare a 1 atm
7. Stimare la temperatura di uscita dallo scambiatore dell'effluente del reattore sotto l'ipotesi che la corrente di riciclo entri nello scambiatore a 50°C ed esca a 400°C (si assuma che non vi sia condensazione di ammoniaca nello scambiatore)

I dati termodinamici dei composti coinvolti sono riportati in Tabella 1, nella quale compaiono i coefficienti per il calcolo del calore specifico secondo l'equazione:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

dove T è in K e  $C_p$  è in J/mol-K.

| Composto        | $\Delta H_{f,298K}^0$<br>[kJ/mole] | A     | $B \cdot 10^{-1}$ | $C \cdot 10^{-3}$ | $D \cdot 10^{-8}$ |
|-----------------|------------------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N <sub>2</sub>  | 0                                  | 31.15 | -0.1357           | 0.0268            | -1.168            |
| H <sub>2</sub>  | 0                                  | 27.14 | 0.09274           | -0.0138           | 0.7645            |
| NH <sub>3</sub> | -45.94                             | 27.31 | 0.2383            | 0.0171            | -1.185            |
| Argon           | 0                                  | 20.8  | 0                 | 0                 | 0                 |



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 3: Meccatronica e Automazione**

**Introduzione**

L'agricoltura è un settore critico per soddisfare un bisogno primario della popolazione mondiale. Per raggiungere questo obiettivo e affrontare i problemi legati al riscaldamento globale, l'agricoltura moderna si affida sempre più alla tecnologia per migliorare l'efficienza, aumentare le rese e promuovere pratiche sostenibili. Uno degli sviluppi più rilevanti è l'uso di sistemi autonomi per monitorare i campi agricoli, raccogliendo dati che consentono agli agricoltori di prendere decisioni informate riguardo alla semina, all'irrigazione, alla fertilizzazione e al controllo dei parassiti.

In questo progetto si chiede al candidato di progettare una simulazione software di un **Sistema di Monitoraggio Agricolo sul Campo**. Il sistema prevede l'impiego di unità autonome (come veicoli terrestri o droni) equipaggiate con sensori per raccogliere dati in ampie aree agricole. Questi dati includono livelli di umidità del suolo, temperatura, umidità dell'aria e indicatori dello stato di salute delle colture.

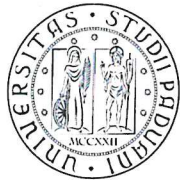
L'obiettivo è mostrare la capacità del candidato di identificare e progettare le classi necessarie, i metodi principali e la struttura concorrente del sistema. Non è richiesto l'uso di un linguaggio specifico: la descrizione può essere presentata con pseudocodice, diagrammi o altro formalismo chiaro.

**Descrizione del Progetto**

Di seguito sono introdotti i principali componenti da sviluppare.

Il primo passo consiste nel progettare un *ambiente agricolo simulato*. Esso dovrà rappresentare un campo agricolo con condizioni variabili che influenzano le letture dei sensori, come diversi tipi di suolo, livelli di umidità e distribuzione delle colture. L'algoritmo dovrà essere in grado di gestire condizioni differenti in posizioni diverse del campo.

Sarà poi necessario sviluppare delle *unità autonome* dotate di sensori che escono sul campo e raccolgono i dati. Le unità autonome possono essere dei veicoli terrestri o dei droni e sono equipaggiate con uno o più sensori. I veicoli terrestri saranno in grado di raccogliere dati vicino al suolo mentre i droni, veicoli aerei senza pilota che sorvolano i campi, sono in grado di catturare immagini aeree e dati sensoriali.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

Il simulatore dovrà quindi rappresentare un'unità autonoma in grado di muoversi sul campo e di raccogliere dati. La fase di navigazione può essere modellata con diversi livelli di complessità:

- spostamento istantaneo nella posizione assegnata (semplice ma poco realistico),
- navigazione progressiva verso la destinazione,
- strategie più avanzate (ad esempio pattugliamento di una zona).

Per aumentare il realismo si può includere la gestione della durata della batteria/consumo energetico e degli ostacoli (ad esempio, altre unità presenti sul campo).

Tutte le unità autonome devono inoltre comunicare con il centro di controllo, informandolo della loro posizione e trasmettendo le letture effettuate.

È poi necessario modellare i sensori, simulando dispositivi che raccolgono dati dall'ambiente. I sensori richiesti sono:

- Sensori di umidità del suolo: misurano il contenuto d'acqua nel terreno e supportano l'ottimizzazione dell'irrigazione.
- Sensori di temperatura: monitorano le temperature ambientali e del suolo, che influenzano la crescita delle piante.
- Sensori di umidità: misurano il contenuto di vapore nell'aria.
- Sensori di salute delle colture: utilizzano una fotocamera per catturare immagini del campo.

L'ultimo elemento della simulazione è il sistema di controllo, ovvero un centro che coordina le unità autonome assegnando loro compiti (ad esempio, aree da monitorare o posizioni da raggiungere). Oltre al controllo, deve elaborare i dati ricevuti per supportare il processo decisionale (ad esempio, segnalare aree secche che necessitano di irrigazione) o generare rapporti destinati agli agricoltori.

### **Concorrenza**

Ogni unità autonoma deve essere rappresentata come un thread separato, così come il sistema di controllo e il modulo di processamento dei dati. Il progetto deve specificare quali primitive di sincronizzazione utilizzare per gestire le risorse condivise (es. buffer dei dati, canali di comunicazione) e quali variabili condizione impiegare per coordinare le azioni tra le unità autonome e il centro di controllo.

La simulazione deve procedere secondo un ciclo che, periodicamente, esegue le seguenti fasi:

- Il centro di controllo assegna compiti alle unità (ad esempio, spostarsi in specifiche aree del campo).
- Le unità si muovono nelle posizioni assegnate.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

- Le unità raccolgono dati tramite i sensori.
- Le unità inviano i dati raccolti al centro di controllo.
- Il centro di controllo riceve e memorizza i dati.
- Il centro di controllo analizza periodicamente i dati.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

### **TEMA 4: Sicurezza**

#### **Analisi dei rischi e progetti di mitigazione in un impianto di verniciatura industriale**

Il candidato, nel ruolo di ingegnere incaricato della sicurezza, elabori un **progetto tecnico-gestionale** volto a migliorare le condizioni di sicurezza del caso studio descritto nelle pagine seguenti, svolgendo 4 attività divise in due parti.

#### **PARTE 1: identificazione e trattamento dei rischi di processo**

NB: per lo svolgimento, il candidato deve fare riferimento alle informazioni riportate nella Scheda 1 del caso studio;

- 1. Identificazione dei rischi:** in riferimento al contesto industriale descritto di seguito (processo che include impianto + aree di servizio), si richiede di:
  - elencare e spiegare brevemente i principali riferimenti normativi applicabili al processo in esame;
  - eseguire la procedura di **HazId** (Hazard Identification) qualitativa in forma di **What-If** per identificare e classificare 5 scenari incidentali che si ritiene essere più rilevanti per il processo in esame.
- 2. Misure di trattamento per la riduzione del rischio:** in riferimento ai rischi identificati al punto 1., si richiede di:
  - stabilire opportune misure di **prevenzione**, distinguendo tra interventi **tecnici** e interventi **gestionali**;
  - definire opportune misure di **protezione**, distinguendo tra misure **collettive** e **individuali**.

#### **PARTE 2: analisi tecnica e quantificazione dei rischi dell'impianto**

NB: per lo svolgimento, il candidato deve fare riferimento alle informazioni riportate nella Scheda 2 del caso studio.

- 3. Analisi dei guasti e degli eventi:** in riferimento al sistema di erogazione del serbatoio della vernice collegato alla cabina di verniciatura (figura 2) si richiede di:
  - eseguire una analisi **Hazop** (analisi di pericolo e operabilità);
  - individuare i **Top Event** ritenuti plausibili;
  - costruire il **Fault Tree** (albero dei guasti) in relazione ad uno dei Top Event individuati.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**CASO STUDIO: processo di verniciatura a polvere con impianto industriale**

All'interno dello stabilimento produttivo di un'azienda metalmeccanica è attivo un sistema di verniciatura a polveri di componenti metallici, che opera con impianto automatizzato.

**SCHEMA 1: Descrizione del processo**

NB: Le informazioni seguenti sono necessarie per lo svolgimento della parte 1 dell'elaborato (quesiti 1 e 2).

Descrizione del processo

Il processo si compone di un **impianto** e di **aree di servizio**, descritti di seguito.

L'**impianto** è composto dai seguenti elementi, rappresentati schematicamente in figura 1:

- Zona sabbiatura e fotosgrassaggio,
- Area lavaggio con acqua di rete e acqua demineralizzata;
- Cabina di verniciatura a spruzzo;
- Forno di essiccazione a gas;
- Sistema di trattamento dell'aria mediante aspirazione e filtrazione con ventilazione forzata;
- Forno di cottura per polimerizzazione finale.

All'impianto sono associate **aree di servizio**, tra cui:

- Aree di movimentazione dei componenti metallici;
- Area di programmazione e controllo dell'impianto;
- Magazzino dei componenti metallici da verniciare;
- Magazzino dei prodotti finiti (manufatti verniciati);
- Zone di stoccaggio dei solventi e degli altri materiali utilizzati nel processo;
- Zone di stoccaggio degli scarti e dei reflui;
- Impianto di trattamento degli scarichi idrici.

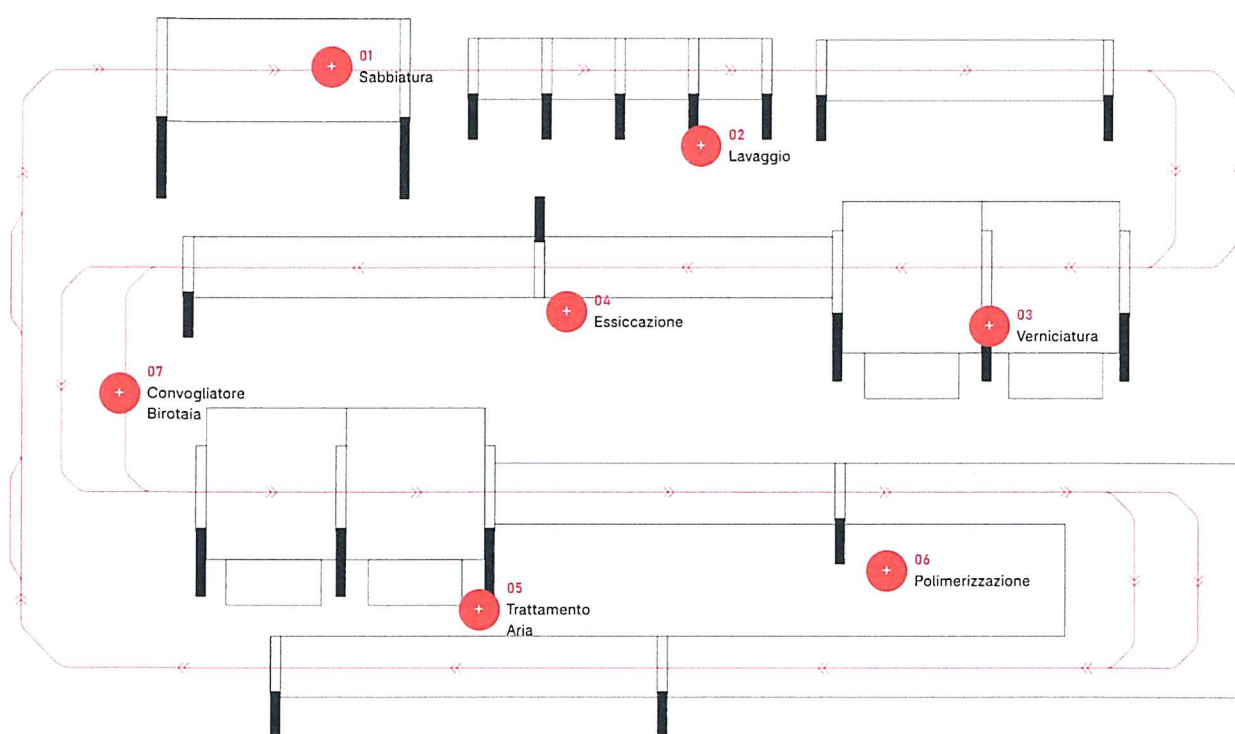


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

Figura 1: Schema di flusso semplificato dell'impianto automatizzato





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

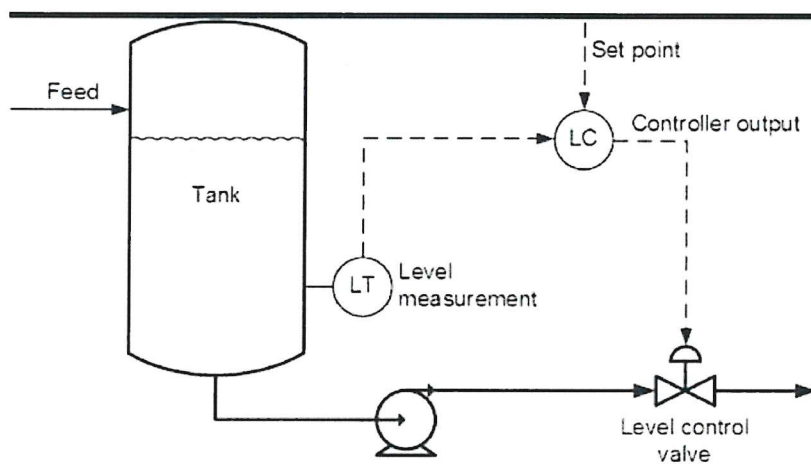
**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

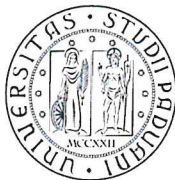
**SCHEDA 2: Specifica tecnica di impianto**

NB: Le informazioni seguenti sono necessarie per lo svolgimento della parte 2 dell'elaborato (quesito 3).

All'interno dell'impianto, la cabina di verniciatura è servita da un sistema di erogazione del serbatoio della vernice a polvere, rappresentato in figura 2.

Figura 2: Schema del sistema di erogazione del serbatoio della vernice collegato alla cabina di verniciatura.





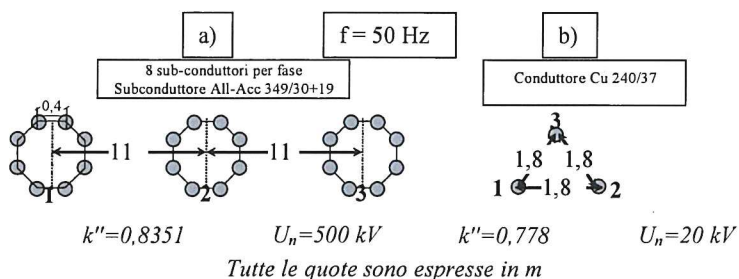
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

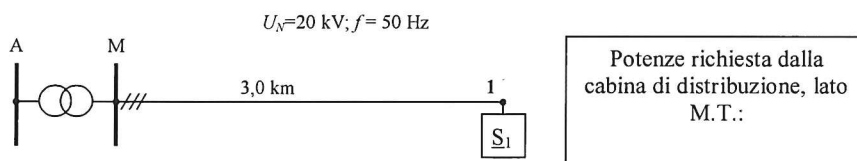
**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 5: Elettrica A**

1) Con riferimento alla figura, si calcolino l'impedenza longitudinale chilometrica e l'ammettenza trasversale chilometrica delle due configurazioni a) (la linea è trasposta) e b). Si assuma per la conduttanza trasversale valore nullo in entrambi i casi.



2) Con riferimento alla linea trifase di figura, esercita a tensione nominale  $U_n=20$  [kV], si richiede di:



- dimensionare la linea in cavo RG7H1RXY sapendo che si prevede l'utilizzo di tre cavi unipolari aerei con temperatura ambiente pari a  $40^\circ$  (i cavi sono protetti dall'esposizione al sole) e che la massima caduta di tensione ammissibile deve essere del 3 %;
- dopo il dimensionamento, calcolare la massima caduta di tensione percentuale;
- calcolare le perdite elettriche Joule complessive e quelle dielettriche ( $\tan\delta=2\cdot 10^{-3}$ );
- supponendo che le protezioni della conduttura in cavo intervengano in  $t=1$  s e che la corrente di corto circuito massima termicamente equivalente per tutto il tempo  $t$  sia 7,0 kA, verificare se la sezione scelta è adeguata ( $\vartheta_{\text{esercizio}}=90^\circ\text{C}$ ,  $\vartheta_{\text{massima}}=250^\circ\text{C}$ );
- Quale potrebbe essere la sezione del cavo di cui al punto a) se la posa fosse direttamente interrata (sempre a trifoglio) con  $R_t=200^\circ\text{C cm/W}$  e la temperatura del terreno fosse  $40^\circ\text{C}$ ?
- Quanto vale la tensione stellata all'arrivo per il cavo a vuoto (si consideri come stellata alla partenza la tensione 11 547 V)?

El

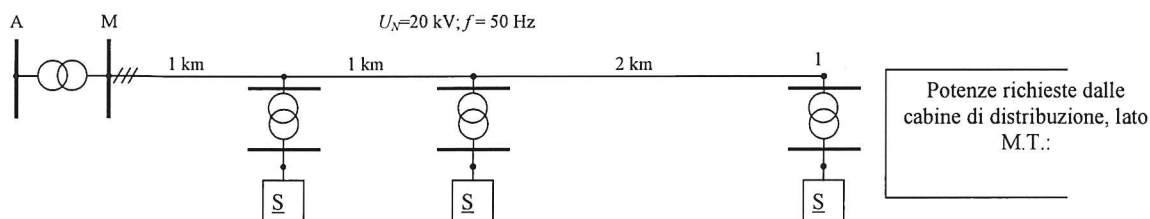


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

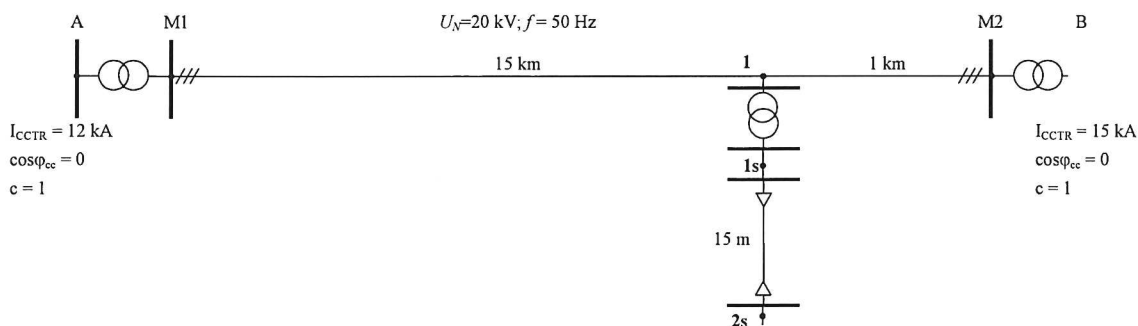
**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

3) Con riferimento alla rete trifase radiale (a neutro isolato) di figura, esercita a tensione nominale  $U_n=20$  [kV], e supponendo che la linea M1 sia aerea con parametri chilometrici longitudinali pari a  $r_{20^\circ}=0,118$  Ohm /km e  $\ell=1,048$  mH/km:



- a) Calcolare la massima caduta di tensione percentuale e le perdite elettriche;
- b) Calcolare la massima caduta di tensione percentuale **dopo** aver rifasato localmente i carichi  $\underline{S}$  fino a  $\cos\varphi=0,95$  e le perdite elettriche .

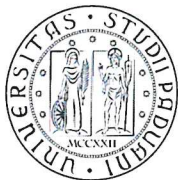
4) Si supponga che tutta la linea M1-M2 di figura sia costituita da conduttori in rame con induttanza chilometrica  $\ell = 1,2$  [mH/km] e resistenza chilometrica  $r = 0,1797$  [ $\Omega$ /km] e che la linea in cavo 1s-2s abbia  $r_d = 78$  [m $\Omega$ /km] e reattanza chilometrica  $x_d = 78$  [m $\Omega$ /km] e che inoltre si abbia  $z_0=3,5$   $\underline{z}_d$ :



Il trasformatore derivato nel punto 1 è di gruppo Dyn/11 e ha le seguenti caratteristiche:

| Potenza       | $U_1$      | $U_2$      | $u_{cc} \%$ | $\cos\varphi_{cc}$ |
|---------------|------------|------------|-------------|--------------------|
| 1000<br>[kVA] | 20<br>[kV] | 400<br>[V] | 4,0         | 0,22               |

*EJ*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

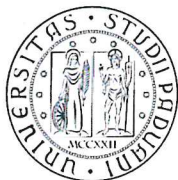
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

Si supponga inoltre che le sbarre MT  $M1$  e  $M2$  siano alimentate da trasformatori 132 kV/20 kV (**gruppo YNyn6;  $P = 40$  MVA;  $u_{cc} = 15$  %;  $\cos\phi_{cc} = 0,04$** ).

- a) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito trifase in 2s.
- b) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito bifase in 2s.
- c) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito monofase in 2s.
- d) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito monofase in 1s.
- e) Supponendo che tutta la rete di MT sia costituita complessivamente da 50 km (inclusi i 16 km mostrati in figura) di linee come la M1-M2 aventi capacità verso terra pari a 4 nF/km quale sarebbe la corrente di corto circuito monofase nel caso di guasto in 1.

*El*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 6: Elettrica B**

Progettare un motore asincrono trifase a 4 poli, di potenza nominale  $P = 25 \text{ kW}$ , servizio continuativo S1, tensione nominale  $V_n = 400 \text{ V}$ , frequenza nominale 50 Hz, asse orizzontale.

L'applicazione a cui è destinato il motore richiede una coppia massima  $T_{\max}$  circa uguale a  $2 T_{\text{nom}}$  ed una coppia di spunto sia  $T_{\text{spunto}}$  circa  $T_{\text{nom}}$ .

Il fattore di potenza nominale a pieno carico sia  $\cos\varphi > 0.80$ .

Presentare il progetto completo di calcoli, disegni ed avvolgimento di statore (e di rotore, se si adotta un rotore avvolto), compilando la seguente tabella riassuntiva:

| Scelte progettuali          |  | Note                 |  |                                        |  |
|-----------------------------|--|----------------------|--|----------------------------------------|--|
| Flusso magnetico per polo   |  |                      |  | Tipo di rotore                         |  |
| Induzione al traferro       |  |                      |  |                                        |  |
| Carico elettrico (A/m)      |  |                      |  |                                        |  |
| Densità di corrente statore |  |                      |  |                                        |  |
| Densità di corrente rotore  |  |                      |  |                                        |  |
|                             |  |                      |  |                                        |  |
| Statore                     |  | Avvolgimento         |  | Rotore                                 |  |
| Diametro esterno            |  | Numero di Cave       |  | Diametro esterno                       |  |
| Diametro interno            |  | N. conduttori / fase |  | Numero di Cave                         |  |
| Lunghezza assiale           |  | Diametro filo        |  | Altezza dente                          |  |
| Altezza dente               |  | Paralleli filo       |  | Larghezza dente                        |  |
| Larghezza dente             |  | Percorsi parallelo   |  | Diametro albero                        |  |
| Altezza corona              |  | Sezione conduttore   |  | Induzione dente                        |  |
| Induzione dente             |  | Passo cava           |  | Induzione corona                       |  |
| Induzione corona            |  |                      |  |                                        |  |
|                             |  |                      |  |                                        |  |
| Circuito magnetico (Vn)     |  | Pesi e Perdite       |  | VERIFICHE                              |  |
| FMM (traferro)              |  | Avvolgim. statore    |  | Perdite totali                         |  |
| FMM (denti stat.)           |  | conduttore rotore    |  | Rendimento                             |  |
| FMM (corona stat.)          |  | Ferro statore        |  | scorrimento nom.                       |  |
| FMM (denti rotore)          |  | Ferro rotore         |  | cosφ nominale                          |  |
| FMM (corona rot.)           |  | Perdite Joule stat.  |  | T <sub>max</sub> / T <sub>nom</sub>    |  |
| Corr. Magnetizz.            |  | Perdite Joule rot.   |  | T <sub>spunto</sub> / T <sub>nom</sub> |  |
| Corrente a vuoto            |  | Perdite ferro        |  | Corrente di spunto                     |  |
| valore %                    |  | Perdite meccanic.    |  |                                        |  |



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 7: Energetica**

Parte di un edificio storico viene recuperata e destinata ad uso uffici. Il locale di forma rettangolare ha le seguenti dimensioni:

- 10 m esposti ad Ovest
- 20 m esposti a Sud
- 4 m di altezza.

Le superfici disperdenti sono: il tetto, la superficie esposta a Sud e la superficie esposta ad Ovest. La muratura in mattoni a vista delle pareti esterne è vincolata per motivi storici e non può essere modificata; lo spessore è di 25 cm e la trasmittanza termica è  $U = 1.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . Il tetto piano è stato in parte isolato termicamente e si presenta come una struttura leggera con trasmittanza termica  $U = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ .

Sulla parete esposta ad Ovest è presente una vetrata di superficie  $15 \text{ m}^2$  con trasmittanza termica globale  $U = 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ , mentre sulla parete esposta a Sud la vetrata ha una superficie di  $15 \text{ m}^2$  con trasmittanza termica globale di  $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ .

All'interno dell'ambiente saranno presenti 15 persone con 15 computer in modo continuativo dalle ore 8:00 alle ore 18:00. La potenza termica di progetto estiva è pari a 14.55 kW.

Come indicato dalla Committenza, i materiali usati per le finiture e gli oggetti d'arredo dovranno rispettare i Criteri Ambientali Minimi relativi alle emissioni inquinanti negli ambienti indoor.

Le condizioni interne di progetto sono:

- Estate: temperatura dell'aria interna di  $26^\circ\text{C}$  e l'umidità relativa compresa tra 40 e 60%.
- Inverno: temperatura dell'aria interna di  $20^\circ\text{C}$  e umidità relativa tra 40% e 60%.

Le condizioni esterne di progetto sono:

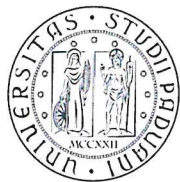
- Estate: temperatura massima dell'aria di  $34^\circ\text{C}$ , umidità specifica  $13.5 \text{ g}_v/\text{kg}_{\text{as}}$ .
- Inverno: temperatura dell'aria di  $-5^\circ\text{C}$ , umidità relativa del 90%.

L'edificio sarà climatizzato tramite un impianto a tutta aria.

Quesiti:

- Dimensionare la centrale di trattamento dell'aria per la climatizzazione, giustificando le scelte progettuali adottate e tracciando le trasformazioni sui diagrammi psicrometrici allegati.

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



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**Allegato 1. Tassi di ventilazione**

Si valuti la portata d'aria di rinnovo come

$$Q_{v,tot} = n_p \cdot Q_{v,p} + A_b \cdot Q_{v,b}$$

dove  $n$  è il numero di persone presenti (valore di progetto) e  $A_b$  la superficie in pianta del locale considerato ( $m^2$ ).

Tabella 1. Tassi di ventilazione minimi secondo EN 16798 per edifici non residenziali.

| Categoria IAQ | $Q_{v,p}$ [l/(s<br>persona)]<br>per persone<br>“non-adattate” | $Q_{v,b}$ [l/(s $m^2$ )]                 |                                 |                                        |
|---------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
|               |                                                               | Edificio con<br>emissioni molto<br>basse | Edificio con<br>emissioni basse | Edificio con<br>emissioni non<br>basse |
| I             | 10                                                            | 0.50                                     | 1.00                            | 2.00                                   |
| II            | 7                                                             | 0.35                                     | 0.70                            | 1.40                                   |
| III           | 4                                                             | 0.20                                     | 0.40                            | 0.80                                   |
| IV            | 2.5*                                                          | 0.15                                     | 0.30                            | 0.60                                   |

\* La norma EN 16798-1 richiede una ventilazione totale minima di 4 l/s per persona per garantire la salute degli occupanti.

EF

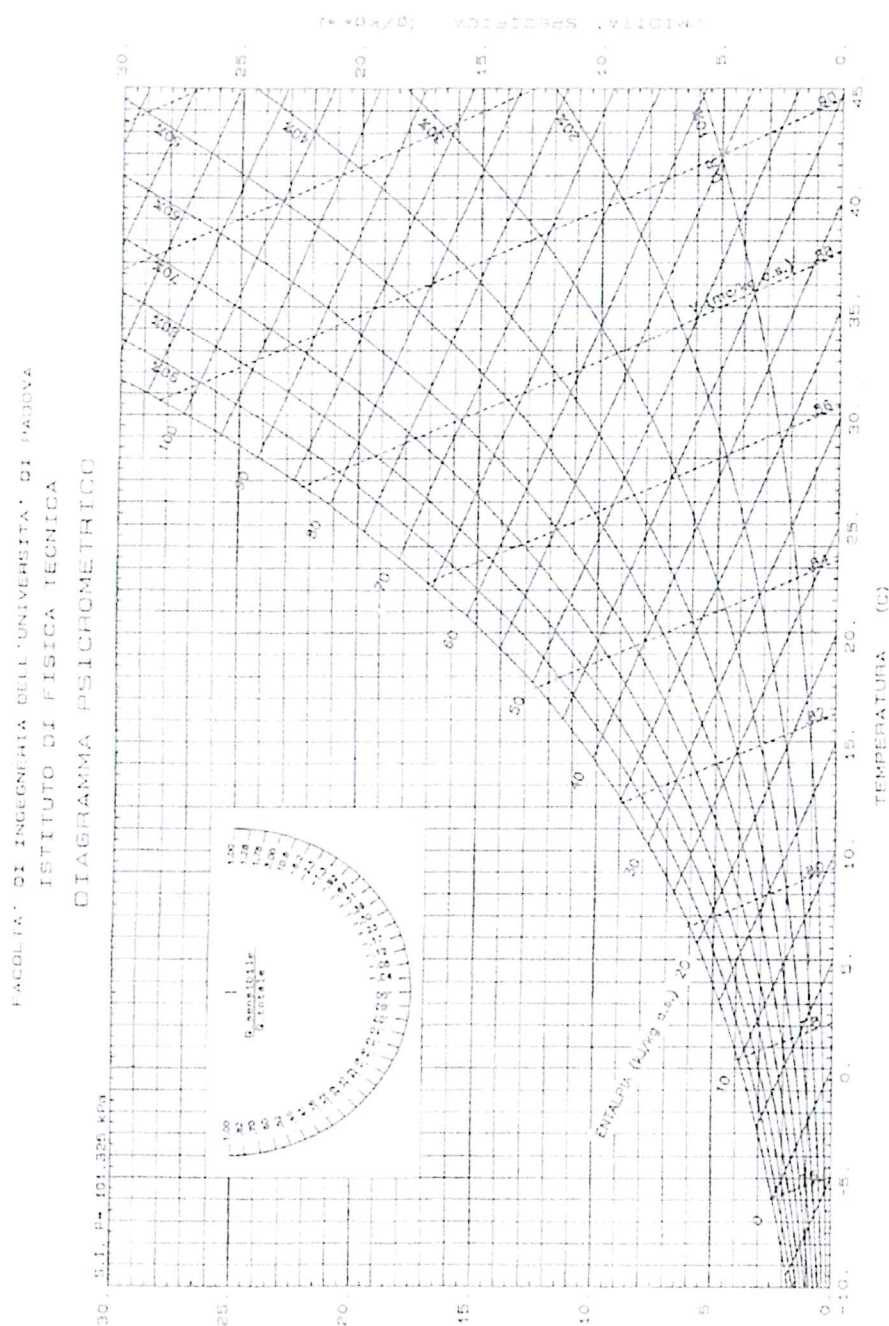


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

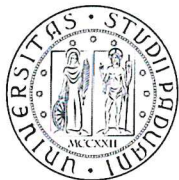
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE**

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

Allegato 2. Diagramma psicrometrico per il riscaldamento invernale



EL

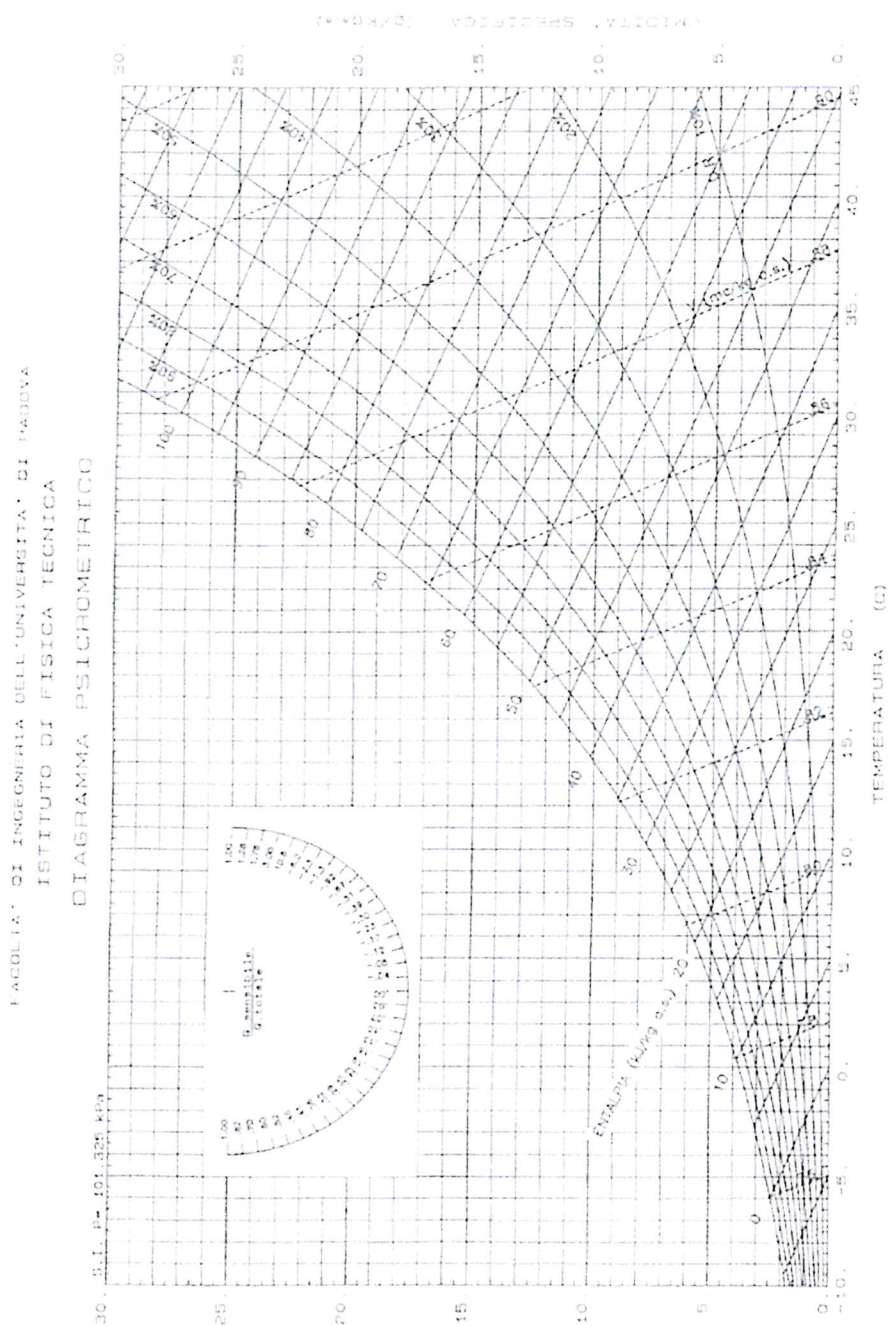


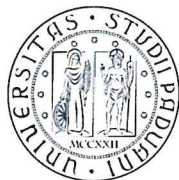
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

Allegato 3. Diagramma psicrometrico per il raffrescamento estivo





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

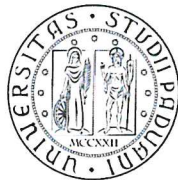
**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 8: Gestionale**

Noti i dati contabili della Gamma Srl riportati nella tabella sottostante, relativi agli ultimi tre esercizi:

- Si riclassifichi il Conto Economico secondo lo schema “a ricavi e costo del venduto”, specificando i valori di: costo della produzione venduta, margine lordo industriale, reddito operativo della gestione caratteristica, reddito operativo globale, reddito ordinario, reddito ante imposte, reddito netto
- Si riclassifichi lo Stato Patrimoniale secondo lo schema “finanziario”, specificando i valori di: attivo corrente, attivo immobilizzato, attivo netto, passivo corrente, passivo consolidato, totale passivo
- Si riclassifichi lo Stato Patrimoniale secondo lo schema “funzionale”, specificando i valori di: attivo corrente della gestione caratteristica, passivo corrente della gestione caratteristica, capitale circolante operativo netto, capitale investito netto nella gestione caratteristica, capitale investito netto
- calcolare, esplicitando le modalità di calcolo (incluse eventuali approssimazioni adottate) e arrotondando alla seconda cifra decimale, per ciascun anno i seguenti indici: ROE, ROA, ROI, ROI', ROS, rotazione del capitale investito netto nella gestione caratteristica, leva finanziaria e rispettivo effetto di leva finanziaria, indipendenza finanziaria, onerosità delle passività finanziarie, quoziente di indebitamento finanziario, grado di elasticità degli impieghi, grado di elasticità delle fonti, indice di disponibilità, indice di liquidità, indice di copertura delle immobilizzazioni, indice di autocopertura, durata dei crediti, durata dei debiti
- eseguire, per ogni biennio, l'analisi di redditività globale e operativa caratteristica e dell'equilibrio tra redditività degli investimenti e onerosità dei finanziamenti
- eseguire, per ogni biennio, l'analisi della struttura patrimoniale e della solidità finanziaria
- eseguire, per ogni biennio, l'analisi della liquidità
- sintetizzare (max 10 righe) i principali fenomeni emersi dall'analisi dei due bienni

| <i>Gamma Srl (dati contabili in migliaia di Euro)</i> | <b>2022</b> | <b>2023</b> | <b>2024</b> |
|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| interessi attivi                                      | 920         | 610         | 640         |
| salari e stipendi industriali                         | 2004        | 1474        | 1627        |
| sopravvenienze attive                                 | 158         | 103         | 264         |
| capitale sociale                                      | 1266        | 1266        | 1266        |
| debiti verso l'erario a breve                         | 290         | 282         | 6           |
| spese generali amministrative                         | 526         | 418         | 449         |
| denaro e valori in cassa                              | 10          | 22          | 10          |
| altri debiti commerciali a breve                      | 490         | 470         | 458         |

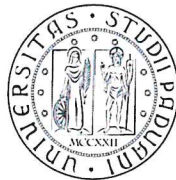


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

|                                                          |       |       |       |
|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| magazzini Finali prodotti finiti                         | 1500  | 1243  | 1280  |
| magazzini iniziali prodotti finiti                       | 725   | 827   | 830   |
| debiti verso fornitori                                   | 4446  | 2450  | 2932  |
| riserva legale                                           | 1350  | 1356  | 1666  |
| salari e stipendi commerciali e amministrativi           | 1110  | 830   | 831   |
| Mutuo (quota a medio-lungo termine)                      | 229   | 357   | 783   |
| crediti finanziari a medio lungo vs imprese collegate    | 1479  | 1562  | 2038  |
| costo per godimento di beni di terzi                     | 728   | 712   | 698   |
| altre riserve                                            | 1183  | 1272  | 1278  |
| cambiali commerciali attive                              | 2000  | 1562  | 2038  |
| impianti e macchinari netti                              | 2822  | 2386  | 2262  |
| plusvalenze                                              | 45    | 47    | 54    |
| ratei attivi operativi                                   | 104   | 138   | 496   |
| crediti verso clienti                                    | 3718  | 1972  | 2050  |
| accantonamento al fondo TFR commerciale e amministrativo | 143   | 190   | 224   |
| fabbricati                                               | 3349  | 3647  | 4271  |
| utile di esercizio                                       | 792   | 528   | 350   |
| minusvalenze                                             | 77    | 69    | 50    |
| Costi per lavorazioni esterne                            | 122   | 148   | 91    |
| conti correnti bancari attivi                            | 676   | 298   | 836   |
| oneri finanziari                                         | 740   | 730   | 902   |
| crediti finanziari a breve                               | 1351  | 1272  | 1600  |
| imposte di esercizio                                     | 714   | 666   | 298   |
| accantonamento al fondo di Ammortamento industriale      | 104   | 196   | 201   |
| conti correnti bancari passivi                           | 412   | 306   | 612   |
| ricavi di vendita                                        | 15075 | 15272 | 14297 |
| fondo trattamento di fine rapporto                       | 674   | 1054  | 1210  |
| fondo imposte                                            | 830   | 886   | 68    |
| altri costi commerciali                                  | 406   | 274   | 380   |
| Mutuo (quota a breve termine)                            | 516   | 516   | 516   |
| debiti finanziari a breve vs controllate                 | 3354  | 2446  | 4436  |
| consumi di materie prime                                 | 8757  | 10047 | 9431  |
| costi industriali vari                                   | 750   | 166   | 173   |



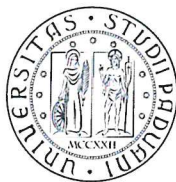
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

|                         |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|
| Anticipi a fornitori    | 40   | 42   | 25   |
| avviamento              | 285  | 280  | 285  |
| anticipi da cliente     | 10   | 10   | 5    |
| prestiti obbligazionari | 1612 | 1292 | 1744 |
| magazzini Finali MP     | 120  | 67   | 139  |

*El*



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

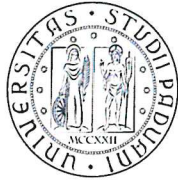
***ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI  
INGEGNERE INDUSTRIALE***

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

**TEMA 9: Meccanica e Innovazione del Prodotto**

In riferimento al disegno tecnico del pezzo finito, ottenuto tramite lavorazioni di asportazione di truciolo alle macchine utensili:

1. Individuare quale possa essere stato il processo di fabbricazione del grezzo, tenendo conto del materiale e del fatto che si debba produrre un solo pezzo;
2. Descrivere, sulla base del punto 1, i passaggi necessari per ottenere il grezzo;
3. Elaborare il ciclo di lavorazione alle macchine utensili per ottenere il pezzo finito rappresentato a disegno, partendo dal grezzo di cui al punto 2), considerando le tolleranze di rugosità superficiale e di posizione riportate. Per ogni lavorazione specificare: il tipo di operazione, il tipo di macchina utensile e l'utensile impiegato. Per ciascuna lavorazione si disegni il posizionamento del pezzo sulla macchina;
4. Prendere in esame la superficie A: dopo aver assunto un raggio di punta adatto per l'utensile, determinare l'avanzamento necessario per la lavorazione di tale superficie;
5. Con l'avanzamento stabilito al punto 4, calcolare la potenza richiesta dall'operazione, utilizzando la Tabella 1 e tenendo presente che la lavorazione è di finitura ed è eseguita alla massima velocità di taglio (numero massimo di giri del mandrino: 2500 giri/minuto).



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

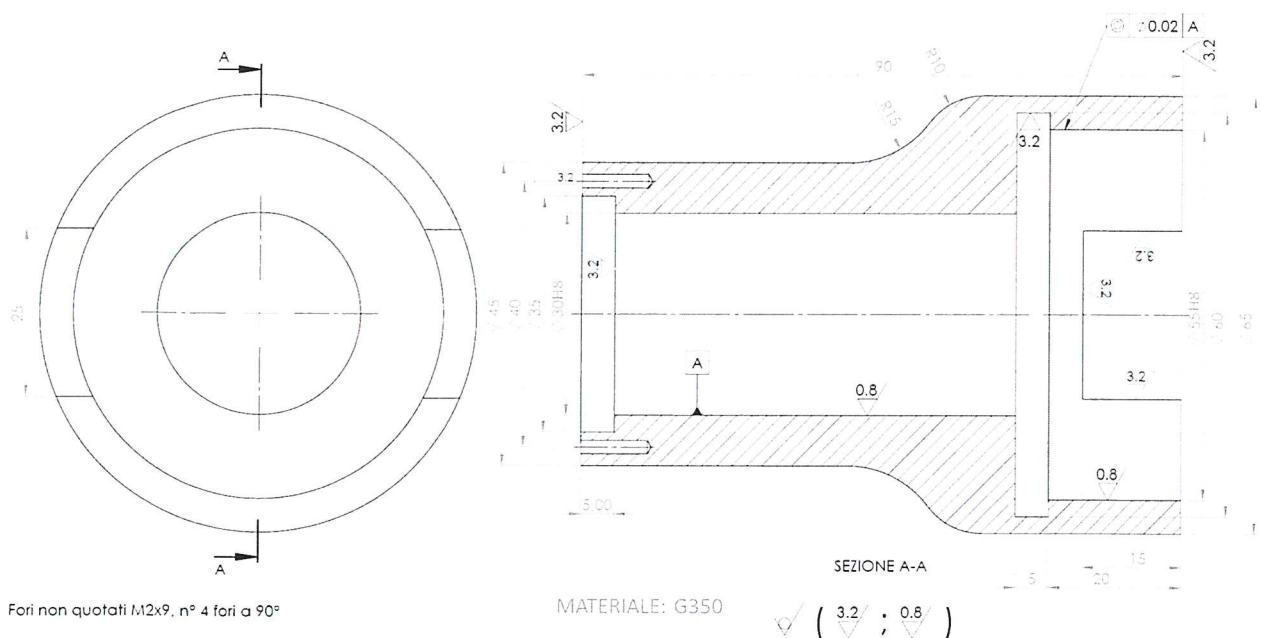
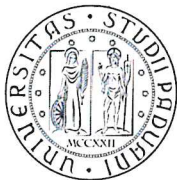


Figura 1. Disegno tecnico del carter di un componente da bricolage.

| Materiale                 | Energia specifica (W·s/mm <sup>3</sup> ) |
|---------------------------|------------------------------------------|
| Leghe di alluminio        | 0,4 - 1,1                                |
| Ghise                     | 1,6 - 5,5                                |
| Leghe di rame             | 1,4 - 3,3                                |
| Leghe ad alta temperatura | 3,3 - 8,5                                |
| Leghe di magnesio         | 0,4 - 0,6                                |
| Leghe di nichel           | 4,9 - 6,8                                |
| Leghe refrattarie         | 3,8 - 9,6                                |
| Acciai inossidabili       | 3,0 - 5,2                                |
| Acciai                    | 2,7 - 9,3                                |
| Leghe di titanio          | 3,0 - 4,1                                |

Tabella 1. Energia specifica di taglio al variare del materiale in lavorazione.

EL



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

**Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025**

**TEMA 10: Materiali**

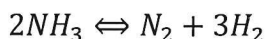
Un componente meccanico in acciaio 20CrMo4 (composizione tipica: C 0,20%, Cr 1,0%, Mo 0,20%, Fe bil.) deve ricevere un trattamento di nitrurazione gassosa per aumentare la resistenza ad usura.

L'obiettivo tecnologico è ottenere:

Durezza superficiale:  $HV_{0.1} \geq 800$  ; Profondità efficace (definita alla durezza 550 HV) pari a  $x_{550} = 0,40$  mm ; Durezza del cuore non superiore a 320 HV.

La nitrurazione si esegue in un forno a 520 °C, pressione totale 1,0 bar.

La miscela in ingresso è 70%  $NH_3$  / 30%  $N_2$  (in volume). Si assume che una quota dell'ammoniaca si dissocia parzialmente in camera secondo la reazione:



La frazione di dissociazione è pari a  $\alpha = 0,30$

**Dati**

Composizioni molari (per moli totali in ingresso = 1):

$$y_{NH_3} = 0,70(1 - \alpha), \quad y_{H_2} = 1,05\alpha, \quad y_{N_2} = 0,30 + 0,35\alpha$$

Potenziale di nitrurazione:  $r_N = \frac{y_{NH_3}}{\sqrt{y_{H_2}^3}}$  (unità:  $bar^{-1/2}$ ;  $p_{tot} = 1$  bar)

Valore critico a 520°C per ottenere  $HV \geq 800$ :  $r_{N,crit} = 0,30 \text{ bar}^{-1/2}$

Profondità di diffusione:  $x_e = k\sqrt{t}$ ,  $k(r_N) = k_{ref} \left( \frac{r_N}{r_{N,crit}} \right)^\beta$ ,  $k_{ref} = 0,06 \text{ mm}/\sqrt{h}$ ,  $\beta = 0,15$

Spessore dello strato dei composti  $s_c = k_c\sqrt{t}$ ,  $k_c = 2,0 \text{ }\mu\text{m}/\sqrt{h}$

Profilo di durezza nella zona di diffusione:  $HV(x) = HV_{cuore} + (HV_{superf} - HV_{cuore})e^{-x/\lambda}$   
con  $HV_{cuore} = 300$ ,  $HV_{superf} = 830$ ,  $\lambda = 0,18 \text{ mm}$



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

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

***Prima sessione 2025  
Prova pratica dell'11 settembre 2025***

**Calcolare:**

1. Il potenziale di nitrurazione  $r_N$  con  $\alpha=0,30$ . Verificare se è sufficiente a garantire una durezza superficiale  $HV \geq 800$
2. Il tempo di trattamento necessario per raggiungere  $x = 0,40$  mm
3. Lo spessore dello strato dei composti e verificare che sia compreso tra 10 e 20  $\mu m$ .
4. La profondità  $x$  alla quale  $HV(x)=550$  usando la legge esponenziale e confrontarla con i valori di progetto.
5. Proporre un ciclo di trattamento termico (preparazione, rampa, tenuta, raffreddamento) e discutere come la dissociazione dell'ammoniaca influenza il potenziale  $r_N$  e la qualità dello strato nitrurato.
6. Indicare le verifiche di qualità (prove di durezza, metallografia, controllo distorsioni) che si dovrebbero effettuare sul pezzo trattato.

31