

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 27 Luglio 2026**

Settore Civile-Ambientale

I Prova scritta

Il/la candidato/a scelga tra i seguenti temi:

TEMA 1

Con riferimento alla definizione di acque reflue urbane, il/la candidato/a esponga i possibili principali sistemi di raccolta, trasporto, sollevamento e trattamento di queste acque, discutendone vantaggi e svantaggi anche in relazione alle quantità attese. Inoltre, considerando le acque reflue urbane da avviare a trattamento finale, illustri e discuta le caratteristiche chimico fisiche attese di questi reflui, indicandone i potenziali inquinanti e le tecniche di contenimento più idonee. In particolare, per gli inquinanti da controllare, si indichino gli effetti sull'ambiente nonché la conseguente pericolosità per la salute umana.

TEMA 2

Il/la candidato/a descriva i criteri di progettazione antisismica delle strutture in cemento armato e in acciaio, evidenziandone analogie e differenze.

TEMA 3

La progettazione di un'opera pubblica costituisce un processo articolato nel quale gli aspetti architettonici, strutturali, impiantistici, economici, ambientali e amministrativi vengono progressivamente approfonditi fino a definire tutti gli elementi necessari alla realizzazione dell'intervento. Tale processo coinvolge il progettista, la stazione appaltante e numerosi soggetti chiamati a esprimere valutazioni, verifiche e autorizzazioni.

Il/la candidato/a illustri, con riferimento alla normativa vigente, il procedimento di progettazione di un'opera pubblica, affrontando - come suggerimento - i seguenti aspetti.

1. Il percorso progettuale previsto dalla normativa, a partire dal Documento di indirizzo alla progettazione fino al progetto esecutivo, illustrando le finalità dei diversi livelli progettuali e come essi rispondano alle esigenze della stazione appaltante e consentano di verificare la fattibilità dell'intervento.
2. Le principali categorie di elaborati che caratterizzano le diverse fasi della progettazione (elaborati architettonici, strutturali, impiantistici, relazioni specialistiche, documentazione economica, elaborati relativi alla sicurezza e alla manutenzione), commentandone le funzioni, il grado di approfondimento e il ruolo che essi assumono nell'evoluzione del progetto. (Non è richiesta una trattazione esaustiva degli elaborati previsti dalla normativa.)
3. Il ruolo dei diversi soggetti che intervengono nel procedimento progettuale (progettisti, responsabile unico del progetto, stazione appaltante, organismi incaricati della verifica ed enti chiamati a esprimere pareri o autorizzazioni), spiegando come le attività di verifica, validazione e approvazione contribuiscano a garantire la qualità del progetto, la sua conformità alle norme, la sostenibilità tecnico-economica e ambientale e la concreta cantierabilità dell'opera.

Nello svolgimento dell'elaborato, il/la candidato/a privilegi un'esposizione che mostri la sua capacità argomentativa; quando lo ritiene opportuno, può, perciò, fare riferimento anche ad aspetti generali della progettazione delle opere pubbliche.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 27 Luglio 2026**

Settore Industriale

I Prova scritta

Il/la candidato/a svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il/la candidato/a analizzi le principali soluzioni impiantistiche orientate alla decarbonizzazione della generazione termoelettrica, con particolare riferimento ai sistemi di cattura della CO₂ – nelle configurazioni in post-combustione, pre-combustione e ossi-combustione – illustrandone il funzionamento, le possibili configurazioni di integrazione con l'impianto di potenza e la relativa penalità energetica.

Nell'ambito di tali soluzioni, il/la candidato/a discuta il ruolo dei vettori energetici a basse o nulle emissioni di carbonio – quali idrogeno, biometano e ammoniaca – nel contenimento del fattore di emissione degli impianti motori termici (turbine a gas, turbine a vapore, motori alternativi a combustione interna), sia in assetto tradizionale sia in assetto combinato, soffermandosi in particolare sulle problematiche di combustione e sicurezza e sulle strategie di trasporto e stoccaggio/utilizzo della CO₂ catturata.

Infine, si richiede una riflessione critica sui benefici ambientali e sull'impatto complessivo di tali soluzioni rispetto a impianti convenzionali privi di sistemi di abbattimento, in relazione agli obiettivi di sostenibilità e transizione ecologica.

TEMA 2

L'innovazione tecnologica nei sistemi produttivi: il ruolo dell'ingegnere industriale tra automazione, sostenibilità e competitività delle imprese industriali.

TEMA 3

Transizione energetica e macchine per la conversione dell'energia: efficienza, combustibili alternativi e resilienza dei sistemi di potenza

La decarbonizzazione dei processi produttivi e dei sistemi di generazione, conversione e trasformazione dell'energia richiede scelte tecnologiche complesse che coinvolgono in modo centrale le macchine a fluido e i sistemi di potenza: turbomacchine (turbine a gas e a vapore, compressori, pompe), motori a combustione interna, cicli termodinamici, impianti idraulici e sistemi di propulsione. Il/la candidato/a, con riferimento ad almeno due classi di laurea del settore industriale (ad esempio energetica, meccanica, navale o aerospaziale), illustri come l'efficienza energetica, l'elettrificazione dei consumi, l'impiego di vettori e combustibili alternativi (idrogeno, biocombustibili, ammoniaca, e-fuel) e l'integrazione delle fonti rinnovabili stiano modificando la progettazione e l'esercizio delle macchine e degli impianti di conversione dell'energia, discutendone vantaggi, limiti tecnologici e criticità di approvvigionamento (in particolare per le materie prime critiche necessarie alle tecnologie low-carbon). Il/la candidato/a discuta infine le implicazioni per la resilienza e la sicurezza dei sistemi energetici e di propulsione, anche alla luce delle recenti tensioni geopolitiche sulle catene di approvvigionamento, e il ruolo dell'ingegnere nella gestione di questi rischi.

TEMA 4

Il/la candidato/a argomenti il ruolo dell'Ingegnere Biomedico nel contribuire al miglioramento della qualità della vita delle persone, evidenziando come tale contributo si sviluppi soprattutto all'interno di team multidisciplinari. Analizzi il valore della collaborazione con altre figure professionali, quali Ingegneri Elettronici, Ingegneri Informatici, Medici, Biologi e altri specialisti del settore sanitario.

Metta in luce l'importanza dell'approccio multidisciplinare, discutendone i principali vantaggi, le criticità e le sfide che possono emergere durante il lavoro di squadra. A supporto della sua argomentazione, faccia riferimento a un case study tratto dalla letteratura scientifica oppure a un'esperienza o contesto lavorativo di sua conoscenza, illustrando in che modo la collaborazione tra diverse competenze abbia favorito lo sviluppo di soluzioni innovative e il miglioramento degli esiti per i pazienti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 27 Luglio 2026**

Settore dell'Informazione

I Prova scritta

Il/la candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il/la candidato/a discuta sull'introduzione, l'integrazione e la gestione delle tecnologie inerenti al settore dell'informazione all'interno di una supply chain nel settore manifatturiero, dall'approvvigionamento delle materie prime alla distribuzione del prodotto finito. Si evidenzino barriere, costi, benefici e quanto si reputi rilevante in una disamina di carattere ingegneristico-gestionale.

TEMA 2

Il/la candidato/a descriva i principali aspetti inerenti la sicurezza nell'ambito della progettazione e realizzazione di sistemi IT, considerando sia il livello del software che quello della infrastruttura hardware sottostante.

TEMA 3

Il/la candidato/a argomenti il ruolo dell'Ingegnere Biomedico nel contribuire al miglioramento della qualità della vita delle persone, evidenziando come tale contributo si sviluppi soprattutto all'interno di team multidisciplinari. Analizzi il valore della collaborazione con altre figure professionali, quali Ingegneri Elettronici, Ingegneri Informatici, Medici, Biologi e altri specialisti del settore sanitario. Metta in luce l'importanza dell'approccio multidisciplinare, discutendone i principali vantaggi, le criticità e le sfide che possono emergere durante il lavoro di squadra. A supporto della sua argomentazione, faccia riferimento a un case study tratto dalla letteratura scientifica oppure a un'esperienza o contesto lavorativo di sua conoscenza, illustrando in che modo la collaborazione tra diverse competenze abbia favorito lo sviluppo di soluzioni innovative e il miglioramento degli esiti per i pazienti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 settembre 2026**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta – Ingegneria Civile

Il candidato rediga una relazione tecnica relativa alla progettazione strutturale di un edificio in cemento armato, descrivendo le caratteristiche geometriche e costruttive dell'opera, i materiali impiegati, i criteri adottati per la valutazione delle azioni e delle combinazioni di carico, il modello strutturale e le principali verifiche agli Stati Limite, con particolare riferimento alle azioni sismiche e ai criteri di progettazione in capacità previsti dalla normativa vigente.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 settembre 2026**

Settore Civile-Ambientale

II Prova scritta – Ingegneria e Tecniche del Costruire/Ingegneria Edile-Architettura

Il candidato esponga i criteri generali di progettazione di una **biblioteca pubblica** da destinare a un centro urbano di medie dimensioni.

Il candidato, servendosi di schemi grafici esemplificativi e di brevi testi a supporto, sviluppi gli aspetti seguenti, per ciascuno dei quali sono suggeriti, a titolo di esempio, alcuni punti che potrà trattare a sua discrezione.

▪ **Aspetti funzionali e distributivi**

accessi e controllo del pubblico e degli addetti;
organizzazione degli spazi per l'accoglienza, la consultazione e la lettura, per i depositi dei libri, per gli uffici e i servizi;
flessibilità degli spazi e possibilità di adattamento nel tempo;
relazioni tra le diverse funzioni.

▪ **Aspetti strutturali**

scelta della tipologia strutturale (ossature in acciaio, in cemento armato, in legno; strutture miste) in relazione all'ampiezza degli spazi, alla flessibilità d'uso e ai carichi agenti, soprattutto del materiale cartaceo;
scelta degli schemi statici della copertura (telai, archi, travature reticolari).

▪ **Aspetti costruttivi**

scelta dell'involucro edilizio e della copertura (presenza di lucernari, pensiline ecc.), delle pavimentazioni e dei controsoffitti, delle partizioni e delle finiture in genere, considerando la sicurezza, la durata, la facilità di pulizia ecc.;
scelta dell'illuminazione (naturale e/o artificiale);
isolamento termoacustico, sostenibilità e risparmio energetico.

▪ **Aspetti impiantistici**

impianti idrico-sanitari, di smaltimento dei rifiuti e di raccolta delle acque piovane;
impianti elettrici, di illuminazione e di climatizzazione;
sostenibilità ambientale (uso della luce naturale, sistemi di ombreggiamento e di ventilazione naturale, gestione delle acque meteoriche, impiego di materiali ecocompatibili);
integrazione con gli altri elementi edilizi.

▪ **Aspetti nell'ambito della sicurezza**

sicurezza antincendio, in relazione alla presenza di materiale cartaceo;
accessibilità per le persone con disabilità e vie di esodo;
sistemi di controllo (videosorveglianza);
conformità alle norme igienico-sanitarie.

N.B. Il tema non richiede di disegnare un edificio di forma specifica, ma di individuare e rappresentare le soluzioni che il progettista dovrebbe considerare prima di passare alla progettazione vera e propria. Perciò, il candidato, nello svolgimento, usi il più possibile schizzi a mano libera, disegni schematici (in pianta, in sezione ecc.), diagrammi funzionali, schemi distributivi ecc. che illustrino tali soluzioni e limiti le descrizioni a brevi testi esplicativi complementari.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 15 settembre 2026

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria Gestionale

Analisi della capacità produttiva e proposte di miglioramento della produttività nel rispetto della qualità, della sicurezza e della sostenibilità.

L'ingegnere industriale è frequentemente chiamato ad analizzare le prestazioni di un sistema produttivo al fine di individuare possibili interventi di miglioramento, garantendo al tempo stesso il mantenimento degli standard qualitativi, della sicurezza dei lavoratori e della sostenibilità economica e ambientale.

Il candidato sviluppi l'argomento evidenziando gli aspetti ritenuti più significativi, anche facendo riferimento, ove opportuno, ad un esempio applicativo di un processo produttivo a sua scelta.

Nella trattazione potranno essere considerate, a titolo esemplificativo, le modalità di analisi della capacità produttiva, l'individuazione dei colli di bottiglia del processo, i principali indicatori di prestazione e le possibili soluzioni tecniche, organizzative e gestionali finalizzate all'incremento della produttività.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 15 settembre 2026

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria meccanica

Tema 2 — Turbomacchine operatrici e loro integrazione negli impianti: rendimento di sistema, regolazione ed esercizio fuori progetto, **materiali**.

Nei sistemi industriali una quota preponderante dell'energia elettrica assorbita è destinata all'azionamento di turbomacchine operatrici — pompe, ventilatori e compressori — che non operano mai isolate, ma inserite in circuiti e impianti di cui costituiscono l'organo motore: i soli sistemi di aria compressa assorbono in Italia circa l'11% dei consumi elettrici del settore industriale, con potenziali di risparmio stimati in letteratura nell'ordine del 20-30%, e con un costo dell'energia che sull'intero ciclo di vita rappresenta circa tre quarti del costo complessivo dell'impianto, a fronte di un quarto imputabile ad acquisto e manutenzione; considerazioni analoghe valgono per i sistemi di pompaggio.

Il candidato illustri il ruolo delle turbomacchine operatrici nell'architettura degli impianti industriali e civili, chiarendo perché il rendimento del sistema non coincida con il rendimento della macchina e quali siano le conseguenze, energetiche ed economiche, del sovradimensionamento e dell'esercizio in condizioni lontane dal punto di miglior rendimento.

Il candidato discuta i criteri di accoppiamento tra macchina e impianto e le principali strategie di regolazione della portata — laminazione, ricircolo, variazione della velocità di rotazione, inserimento di più unità in parallelo o in serie — confrontandone l'efficacia energetica, la flessibilità di esercizio e l'impatto sull'affidabilità e sulla vita utile dei componenti; analizzi inoltre i fenomeni che limitano il campo di funzionamento ammissibile (quali la cavitazione e la disponibilità del carico netto all'aspirazione per le pompe, l'instabilità di pompaggio e lo stallo per i compressori, le perdite e gli usi impropri nelle reti di distribuzione) e le contromisure adottabili in sede di progettazione, di scelta dei materiali e di conduzione dell'impianto.

Il candidato consideri quindi il ruolo che queste macchine stanno assumendo nelle applicazioni emergenti della transizione energetica e della decarbonizzazione dei processi — compressione e movimentazione dell'idrogeno e dell'anidride carbonica ai fini del trasporto, dell'utilizzo e dello stoccaggio, pompe di calore industriali di grande taglia per la fornitura di calore di processo e per il recupero di calore di scarto, impianti di refrigerazione e climatizzazione, accumulo idroelettrico mediante pompaggio — evidenziando le criticità tecnologiche e di compatibilità dei materiali che ne conseguono.

Il candidato descriva inoltre i principali materiali impiegati per i componenti nelle macchine operatrici suddette e come la loro scelta sia dettata dalle sollecitazioni meccaniche, velocità di rotazione e tipologie di fluido trattato.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 15 settembre 2026

Settore Industriale

II Prova scritta – Ingegneria Medica

Il candidato descriva nel dettaglio uno strumento diagnostico basato su imaging (ecografo, radiografo, risonanza magnetica, etc.). Nello specifico, svolgere i seguenti punti:

- Schema a blocchi dell'apparato
- Principio di funzionamento/acquisizione
- Caratteristiche metrologiche (risoluzione spaziale e di pixel) e rispettive limitazioni
- Potenziale diagnostico (quale tipologia di indagine)
- Algoritmi di *data analysis* possibili
- Integrazione con AI (vantaggi e problematiche)
- Meccanismi di protezione dell'utilizzatore e del paziente, ove necessari.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 settembre 2026**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Ingegneria Elettronica

Il candidato illustri le principali caratteristiche della tecnologia CMOS e il suo impiego nella realizzazione di circuiti digitali integrati, discutendone i principi di funzionamento, i principali parametri prestazionali e le metodologie di progetto.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale**

I Sessione – 15 settembre 2026

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Ingegneria Gestionale

Il candidato illustri gli strumenti quantitativi necessari per una corretta pianificazione dei processi produttivi e gestione di un impianto industriale. Si valutino tali strumenti anche in funzione del tipo di sistema/impianto produttivo, prodotto e mercato.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 15 settembre 2026

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Ingegneria Medica

Il candidato descriva nel dettaglio uno strumento diagnostico basato su imaging (ecografo, radiografo, risonanza magnetica, etc.). Nello specifico, svolgere i seguenti punti:

- Schema a blocchi dell'apparato
- Principio di funzionamento/acquisizione
- Caratteristiche metrologiche (risoluzione spaziale e di pixel) e rispettive limitazioni
- Potenziale diagnostico (quale tipologia di indagine)
- Algoritmi di *data analysis* possibili
- Integrazione con AI (vantaggi e problematiche)
- Meccanismi di protezione dell'utilizzatore e del paziente, ove necessari.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore Civile-Ambientale

Prova progettuale – Ingegneria Civile

Si richiede il dimensionamento e la verifica strutturale di un parcheggio multipiano ad uso pubblico, da realizzarsi nel Comune di Roma, costituito da 3 piani fuori terra con struttura portante in cemento armato. L'edificio è destinato alla sosta di 50 autovetture per piano, per un totale di 150 posti auto.

Il candidato dovrà definire la geometria, la maglia strutturale e lo schema statico, in funzione della destinazione d'uso e delle esigenze di parcheggio e manovra.

Materiali:

- calcestruzzo C30/37;
- acciaio B450C.

Il candidato assuma i carichi permanenti e variabili secondo la normativa vigente e consideri le azioni sismiche relative al sito di Roma.

Si richiede di:

1. definire lo schema strutturale;
2. predimensionare solai, travi e pilastri;
3. determinare i principali carichi di progetto;
4. verificare un solaio, una trave e un pilastro;
5. valutare l'azione sismica;
6. proporre e verificare una fondazione tipo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore Civile-Ambientale

Prova progettuale – Ingegneria e Tecniche del Costruire/Ingegneria Edile-Architettura

Progetto di una biblioteca pubblica

Il candidato progetti un edificio destinato a biblioteca pubblica.

L'edificio occupa un lotto di terreno pianeggiante che si trova in una zona centrale di una cittadina di provincia.

La forma e l'estensione del lotto, che costeggia la strada carrabile di accesso, sono a scelta del candidato, così come la forma dell'edificio, il suo orientamento e la sua posizione nel lotto. Tuttavia, per l'edificio, si consiglia di evitare forme compatte e bloccate, ma di pensare a volumetrie più mosse in pianta e in alzato, purché congruenti con le caratteristiche funzionali degli ambienti interni, soprattutto dei maggiori.

L'edificio ha uno o al massimo due piani fuori terra e, orientativamente, la biblioteca è capace di 60.000 volumi, di cui 10.000 in libera consultazione. È possibile prevedere spazi funzionali complementari aperti al pubblico anche fuori dall'orario di servizio.

La struttura portante sia a scheletro di cemento armato, a meno che non risulti più conveniente adottare un diverso sistema strutturale.

Sono richiesti i seguenti elaborati:

- 1) Planimetria generale schematica (scala 1:500) che riporti la posizione dell'edificio nel lotto, la sistemazione delle aree libere (strade, parcheggi, aree verdi ecc.) e l'orientamento.
- 2) Pianta/e dell'edificio (scala 1:100). Nel disegno siano distinti graficamente gli elementi portanti di cemento armato da quelli non portanti e siano indicate le misure principali.
- 3) Almeno una sezione significativa (scala 1:100) che metta in evidenza le differenze di altezza, se presenti, e la geometria delle coperture (a falde piane orizzontali, a falde piane inclinate o a falde curve). Il disegno contenga le stesse indicazioni grafiche richieste per la pianta.
- 4) Almeno due prospetti (scala 1:100).
- 5) Almeno un dettaglio costruttivo (scale 1:20 o 1:10), anche disegnato a mano libera, che indichi il tipo di tamponamento (con almeno un serramento) e i tipi di solaio (di base e di copertura) adottati.
- 6) Breve relazione che illustri le scelte architettoniche, funzionali, costruttive, strutturali, impiantistiche ecc.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026
Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Gestionale

Si deve effettuare il dimensionamento di massima di uno stabilimento destinato alla produzione di componenti meccanici ricavati da barre cilindriche di acciaio.

Lo stabilimento dovrà realizzare cinque famiglie di prodotti, caratterizzate da differenti volumi produttivi e cicli di lavorazione. Le materie prime sono costituite da barre approvvigionate dall'esterno e stoccate in un apposito magazzino.

I volumi produttivi richiesti sono riportati nella Tabella I; le caratteristiche delle materie prime nella Tabella II; i cicli di lavorazione e le capacità produttive teoriche nella Tabella III. Le caratteristiche dei macchinari sono riportate nella Tabella IV. Le informazioni relative ai contenitori e alle unità di carico sono riportate nelle Tabelle V e VI.

Al termine di tutte le lavorazioni i prodotti sono sottoposti a controllo qualità in una stazione dedicata, della quale non è richiesto il dimensionamento. Si assuma un tasso medio complessivo di scarto pari al 4% della produzione lavorata. I volumi richiesti in Tabella I si intendono riferiti a prodotti conformi.

Lo stabilimento opera per 220 giorni/anno, cinque giorni alla settimana, con turni della durata di 8 ore. Il candidato determini il numero di turni più opportuno, fino a un massimo di due turni giornalieri.

Il magazzino materie prime dovrà garantire un'autonomia di 20 giorni lavorativi; il magazzino prodotti finiti dovrà garantire una capacità minima pari a 10 giorni lavorativi, indipendentemente dalla politica di produzione adottata. Eventuali maggiori scorte derivanti dalla scelta dei lotti produttivi dovranno essere valutate e motivate dal candidato.

Il candidato, formulando motivate ipotesi per le informazioni mancanti, effettui il dimensionamento di massima dello stabilimento, comprendente:

- la scelta del numero di turni di lavoro;
- la determinazione del numero di macchinari necessari per ciascuna fase, tenendo conto delle perdite di efficienza indicate;
- la definizione di eventuali buffer di disaccoppiamento tra le lavorazioni;
- il dimensionamento di massima dei magazzini materie prime e prodotti finiti;
- l'analisi dei flussi dei materiali, espressi in unità di carico, e la scelta dei sistemi di movimentazione interna;
- la determinazione del numero complessivo di addetti alla produzione;
- la scelta della tipologia di layout e la rappresentazione schematica dello stesso su una pianta rettangolare di proporzioni 1:2, individuando anche un'area destinata a manutenzione, uffici, impianti e servizi;
- la stima delle superfici necessarie, la valutazione economica di massima dell'investimento e la verifica della sua convenienza mediante il calcolo del Payback Period (PBP) e del Net Present Value (NPV). Ai fini della valutazione economica si assuma che ciascun pezzo conforme venduto generi mediamente un margine operativo netto di 1,00 €/pezzo. Si assuma una vita utile dell'investimento pari a 10 anni e un tasso di attualizzazione del 6%. Si trascuri il valore residuo dell'investimento.

TABELLE ALLEGATE

Tabella I – Prodotti e volumi di produzione richiesti

Prodotto	Produzione richiesta [pz/giorno]	Peso PF [kg/pz]
P1	600	1,10
P2	450	1,80
P3	500	0,65
P4	350	2,50
P5	550	0,40

Tabella II – Materie prime

Tutti i prodotti sono ottenuti da barre cilindriche di acciaio lunghe 3 m.

Prodotto	Diametro barra	Lunghezza spezzone grezzo [mm]	Pezzi/barra
P1	Ø 30 mm	220	13
P2	Ø 35 mm	260	11
P3	Ø 25 mm	180	16
P4	Ø 40 mm	300	9
P5	Ø 20 mm	160	18

N.B. Il numero di pezzi ottenibili da ciascuna barra tiene già conto dello sfrido dovuto alle operazioni di taglio.

Tabella III – Cicli di produzione

Prodotto	Ciclo di lavorazione / capacità produttiva teorica
P1	Taglio / 100 pz/h → Tornitura / 45 pz/h → Fresatura / 50 pz/h → Rettifica / 70 pz/h
P2	Taglio / 90 pz/h → Tornitura / 40 pz/h → Trattamento termico → Rettifica / 60 pz/h
P3	Taglio / 110 pz/h → Fresatura / 45 pz/h → Tornitura / 50 pz/h
P4	Taglio / 90 pz/h → Tornitura / 35 pz/h → Fresatura / 40 pz/h → Trattamento termico → Rettifica / 55 pz/h
P5	Taglio / 120 pz/h → Fresatura 1 / 55 pz/h → Tornitura / 45 pz/h → Fresatura 2 / 35 pz/h → Rettifica / 50 pz/h

Il trattamento termico è effettuato in forno a lotti. Ogni ciclo ha durata pari a 8 ore e il forno presenta una capacità massima di 600 kg per ciclo.

Guasti: Per ogni macchinario si assuma un tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi (MTBF) pari a 94 ore e un tempo medio di ripristino (MTTR) pari a 6 ore.

Microfermate: Si assumano perdite per microfermate pari al 5% del tempo operativo.

Rallentamenti: Si assumano perdite di efficienza dovute agli operatori e alle normali variazioni del ciclo pari al 5% del tempo operativo.

Setup. Ogni cambio di famiglia produttiva su tornio, centro di fresatura e rettificatrice richiede mediamente 30 minuti di riattrezzaggio. Il candidato formuli un'ipotesi coerente sul numero di cambi in funzione dell'organizzazione produttiva adottata.

Tabella IV – Macchinari

Lavorazione	Macchinario	Ingombro	Addetti	Costo unitario [€]
Taglio barre	Segatrice automatica	5 × 3 m	1	35.000
Tornitura	Tornio CNC	4 × 3 m	1	80.000
Fresatura	Centro di lavoro CNC	4 × 4 m	1	110.000
Rettifica	Rettificatrice	4 × 3 m	1	70.000
Trattamento termico	Forno industriale	5 × 4 m	1	120.000

I costi si intendono comprensivi di acquisto, trasporto, installazione e collaudo. La stazione finale di controllo qualità non è soggetta a dimensionamento.

Tabella V – Contenitori

Tipo	Dimensioni indicative
Fascio di barre	Barre di lunghezza 3.000 mm
Cassone metallico	1.000 × 800 × 800 mm
Pallet EUR	1.200 × 800 mm

Le barre sono ricevute e stoccate in fasci; dopo il taglio i semilavorati sono movimentati in cassoni metallici; i prodotti conformi sono immagazzinati su pallet.

Tabella VI – Unità di carico

Prodotto	Barre/fascio	Pezzi/cassone	Pezzi/pallet
P1	50	400	300
P2	40	250	200
P3	60	600	450
P4	30	180	150
P5	80	900	700

Tabella VII – Costi

Voce	Costo
Segatrice automatica	35.000 €/cad.
Tornio CNC	80.000 €/cad.
Centro di lavoro CNC	110.000 €/cad.
Rettificatrice	70.000 €/cad.
Forno trattamento termico	120.000 €/cad.
Fabbricato industrial	500 €/m ²
Terreno	40 €/m ²
Palazzina uffici e Servizi	1.000 €/m ²
Impianti generali	100 €/m ² di fabbricato
Sistemi di movimentazione	60 €/m ² di fabbricato
Portoni, scaffalature e attrezzature varie	100.000 €

Per la valutazione economica si assuma una superficie del terreno pari a 6 volte quella del fabbricato industriale e una superficie della palazzina uffici-servizi pari a 1/6 di quella del fabbricato.

Il candidato può adottare motivate ipotesi integrative per le voci non esplicitamente definite.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria meccanica

Sessione	II Sessione 2026
Data	16 novembre 2026
Durata della prova	8 ore
Materiale consentito	Esclusivamente il <i>Manuale dell'Ingegnere</i> (Nuovo Colombo, Hoepli, qualsiasi edizione) e calcolatrice non programmabile. Non è ammessa la consultazione di altri testi, appunti, cataloghi o dispositivi elettronici di alcun tipo.

Stazione di pompaggio di acqua di mare per il circuito di raffreddamento di un impianto industriale costiero: progetto preliminare della turbopompa centrifuga e scelta dei materiali metallici

ISTRUZIONI PER IL CANDIDATO — STRUTTURA DELLA PROVA

La prova si articola in tre parti, riferite al medesimo impianto descritto di seguito.

Parte I — Macchine (OBBLIGATORIA) e Parte II — Materiali metallici (OBBLIGATORIA): devono essere svolte **entrambe** da tutti i candidati. Esse accertano il possesso delle conoscenze di base in **entrambi** gli ambiti — progetto preliminare di una turbomacchina operatrice e scelta dei materiali metallici — che la Commissione considera requisito necessario.

Parte III — Approfondimento (UNA SOLA OPZIONE A SCELTA): il candidato sviluppi **una sola** delle due opzioni proposte, **Opzione A — Macchine** oppure **Opzione B — Metallurgia**, dichiarando chiaramente all'inizio dell'elaborato l'opzione prescelta. Qualora venissero svolte entrambe, sarà valutata unicamente quella dichiarata.

Pesi indicativi di valutazione: Parte I 30%, Parte II 30%, Parte III 40%. Una trattazione gravemente carente o omessa in una delle due parti obbligatorie **non potrà essere compensata** dall'approfondimento.

Tutti i metodi di calcolo e i dati di carattere generale necessari (proprietà dei fluidi, perdite di carico, turbomacchine, proprietà e designazione dei materiali, trattamenti termici, resistenza dei materiali e fatica) sono reperibili nel *Manuale dell'Ingegnere*; i dati specifici non reperibili nel Manuale sono forniti nel testo. Gli eventuali dati mancanti siano assunti dal candidato, **motivandone la scelta** e indicando la fonte (sezione del Manuale) o il criterio adottato.

Elaborati richiesti: relazione tecnica con i calcoli sviluppati in modo ordinato e commentato; schizzi quotati a mano libera (sezione meridiana della girante, triangoli di velocità, albero con indicazione delle sezioni verificate); tabella riepilogativa finale dei principali risultati e delle scelte effettuate.

Descrizione dell'impianto e dati comuni

Un impianto industriale situato sulla costa preleva acqua di mare per il proprio circuito di raffreddamento aperto. La stazione di pompaggio, alimentata da una vasca di presa collegata al mare tramite un canale dotato di griglie, invia l'acqua a una vasca di carico sopraelevata, a pelo libero, da cui l'acqua defluisce per gravità agli scambiatori. La stazione è equipaggiata con **tre**

elettropompe centrifughe monostadio identiche ad asse orizzontale (due in esercizio in parallelo e una di riserva), con girante chiusa a sbalzo, corpo a voluta, tenuta meccanica e accoppiamento diretto a un motore asincrono trifase a 50 Hz. Ciascuna pompa è dotata di propria tubazione di aspirazione e di un proprio tronco di mandata che confluisce in un collettore, da cui si diparte la condotta premente comune.

Grandezza	Valore
Fluido	acqua di mare, temperatura massima 25 °C, salinità ≈ 38 g/kg (cloruri ≈ 21 g/L), presenza possibile di sabbia fine in sospensione
Proprietà del fluido (a 25 °C)	$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$; $\nu = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; tensione di vapore $p_v = 3,2 \text{ kPa}$
Pressione atmosferica	$p_{\text{atm}} = 101,3 \text{ kPa}$
Portata complessiva di progetto	$Q_{\text{tot}} = 1800 \text{ m}^3/\text{h}$ (due pompe in esercizio in parallelo)
Quote (riferite al livello minimo in vasca di presa)	livello minimo in vasca di presa: 0,00 m; livello massimo: +1,50 m; asse delle pompe: +2,00 m; pelo libero della vasca di carico (a pressione atmosferica): +25,00 m
Aspirazione di ciascuna pompa	$L = 8 \text{ m}$; $D_i = 350 \text{ mm}$; perdite localizzate $\Sigma K = 2,5$
Mandata di ciascuna pompa (fino al collettore)	$L = 15 \text{ m}$; $D_i = 350 \text{ mm}$; perdite localizzate $\Sigma K = 4,0$
Condotta premente comune	$L = 1000 \text{ m}$; $D_i = 500 \text{ mm}$; perdite localizzate $\Sigma K = 3,0$ (sbocco compreso)
Tubazioni	acciaio con rivestimento interno, scabrezza assoluta $\epsilon = 0,1 \text{ mm}$
Pompa: prestazioni al punto di progetto	rendimento complessivo $\eta_p = 0,82$; rendimento idraulico $\eta_h = 0,88$; rendimento volumetrico $\eta_v = 0,95$
Motore elettrico	asincrono trifase, 50 Hz, rendimento $\eta_m = 0,95$; velocità a carico nominale (con scorrimento): 2960, 1480, 985, 740 giri/min per 2, 4, 6, 8 poli
Cavitazione	velocità specifica di aspirazione della pompa $S = \omega \cdot Q^{0,5} / (g \cdot \text{NPSH}_r)^{0,75} = 3,0$ (ω in rad/s, Q portata della singola pompa in m^3/s); margine richiesto: $\text{NPSH}_a \geq \text{NPSH}_r + 1,0 \text{ m}$ e $\text{NPSH}_a / \text{NPSH}_r \geq 1,3$
Carichi sull'albero	forza radiale idraulica massima sulla girante (peso della girante compreso) $F_r = 4,0 \text{ kN}$, applicata in mezzzeria della girante a sbalzo, a distanza $a = 250 \text{ mm}$ dal cuscinetto lato girante; il tratto d'albero compreso tra girante e tenuta meccanica è a contatto con l'acqua di mare
Esercizio	8000 h/anno; vita utile di progetto 25 anni

Parte I — Macchine (obbligatoria)

Con riferimento al funzionamento con due pompe in parallelo e al livello minimo in vasca di presa, il candidato:

1. determini la **curva caratteristica dell'impianto** e la **prevalenza richiesta a ciascuna pompa** al punto di progetto, considerando che ciascun tronco di aspirazione e di mandata è percorso da metà della portata complessiva; riporti per ciascun tratto il numero di Reynolds, il fattore d'attrito (formula di Colebrook o diagramma di Moody) e le perdite di carico distribuite e localizzate;
2. calcoli la **potenza assorbita** da ciascuna pompa e la **potenza elettrica** assorbita dalla stazione, e indichi motivatamente la potenza nominale del motore da installare;
3. calcoli l'**NPSH disponibile** e, utilizzando la velocità specifica di aspirazione assegnata, stimi l'**NPSH richiesto** alle diverse velocità di rotazione disponibili; **scelga la velocità di rotazione** della pompa che soddisfa il margine di sicurezza nei confronti della cavitazione, discutendo le conseguenze della scelta su dimensioni, costo e rendimento della macchina e le possibili alternative impiantistiche (ad esempio quota di installazione delle pompe);
4. per la velocità prescelta, calcoli il **numero di giri caratteristico** (velocità specifica) della pompa e ne deduca, secondo i criteri riportati nel Manuale, la **tipologia di girante** più adatta (radiale, a flusso misto, assiale);

5. esegua il **dimensionamento preliminare della girante**: diametro esterno D_2 , assumendo un coefficiente di pressione $\psi = g \cdot H / u_2^2$ compreso tra 0,45 e 0,55; larghezza d'uscita b_2 , assumendo un coefficiente di flusso $\phi_2 = c_{m2} / u_2$ compreso tra 0,10 e 0,12 e un coefficiente di ingombro delle pale pari a 0,90; diametro della bocca d'ingresso D_1 , assumendo una velocità meridiana all'ingresso $c_{m1} = 3,0\text{--}3,5$ m/s e un diametro del mozzo pari a circa 1,3 volte il diametro dell'albero (valutato in prima approssimazione e poi confermato nella Parte II);
6. tracci i **triangoli di velocità** all'ingresso (in assenza di prerotazione) e all'uscita, assumendo un angolo costruttivo delle pale all'uscita β_2 compreso tra 22° e 25° (misurato rispetto alla direzione tangenziale); verifichi, mediante l'**equazione di Eulero** e il rendimento idraulico assegnato, la coerenza tra prevalenza teorica e prevalenza richiesta, commentando lo scostamento dovuto al numero finito di pale;
7. rappresenti con uno **schizzo quotato** la sezione meridiana della girante e i triangoli di velocità.

Parte II — Materiali metallici (obbligatoria)

1. identifichi i principali **fattori** da tenere in considerazione, a **livello generale** e non solo nella specifica applicazione, nella **scelta dei materiali**.
2. sulla base dell'analisi di cui al punto 1) **individu** i **materiali** da impiegare per l'**applicazione specifica** (acqua di mare) in considerazione dell'ambiente/sollecitazione/problematiche per **girante, corpo pompa, cuscinetti e tenuta motivando** le scelte.

Parte III — Approfondimento (una sola opzione a scelta)

Il candidato sviluppi **una sola** delle due opzioni seguenti, indicandola chiaramente all'inizio dell'elaborato.

Opzione A — Macchine: progetto di dettaglio della girante ed esercizio fuori progetto

1. Stim
2. Ai fini dello studio dell'esercizio fuori progetto si assuma, per la singola pompa alla velocità nominale, una curva caratteristica adimensionale $H/H_d = 1,30 - 0,30 \cdot (Q/Q_d)^2$ e una curva di rendimento $\eta/\eta_p = 2 \cdot (Q/Q_d) - (Q/Q_d)^2$, dove Q_d e H_d sono portata e prevalenza della singola pompa al punto di progetto determinate nella Parte I. Determini il **punto di funzionamento** (a) con due pompe in esercizio e livello massimo in vasca di presa e (b) con una sola pompa in esercizio e livello minimo; per il caso (b) **verifichi il margine nei confronti della cavitazione**, assumendo che la velocità specifica di aspirazione S resti costante, e commenti il risultato.
3. Per 3000 h/anno la richiesta dell'utenza si riduce a $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ (per le restanti 5000 h/anno resta pari alla portata di progetto). Confronti le seguenti strategie di **regolazione**: (i) due pompe in esercizio con regolazione per laminazione; (ii) una sola pompa in esercizio, verificando se e con quale regolazione la portata richiesta è soddisfatta; (iii) due pompe in esercizio con variazione della velocità di rotazione mediante inverter (rendimento dell'inverter 0,97), applicando le leggi di similitudine. Per ciascuna strategia calcoli la

potenza elettrica assorbita a carico ridotto, l'**energia elettrica annua** e il relativo costo (0,20 €/kWh), e indichi la soluzione raccomandata.

4. Discuta sinteticamente le conseguenze dell'esercizio a carico parziale sull'affidabilità della macchina (spinta radiale, ricircolazione all'ingresso e all'uscita della girante, portata minima continua, vibrazioni) e le soluzioni costruttive adottabili (voluta semplice o doppia, anelli di tenuta, equilibratura della spinta assiale).

Opzione B — Materiali metallici: manutenzione.

1. rediga un **piano di manutenzione ordinaria** esplicitando i controlli da effettuare e le relative periodicità per prevenire blocchi, usura e guasti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Medica

Si richiede al candidato di progettare un sistema basato su tecniche di Computer Vision finalizzato al supporto di un'applicazione biomedica a scelta (ad esempio diagnostica per immagini, monitoraggio del movimento, analisi di immagini microscopiche, supporto alla decisione clinica).

In particolare, il candidato dovrà:

1. Descrivere il contesto applicativo e clinico di riferimento, evidenziandone le esigenze e i vincoli.
2. Definire le modalità di acquisizione dei dati visivi, specificando tipologia di sensori, strumenti di imaging, caratteristiche delle immagini digitali e del loro salvataggio, e principali fonti di disturbo.
3. Progettare la pipeline di elaborazione basata su Computer Vision, indicando le principali fasi (pre-processing, segmentazione, estrazione delle caratteristiche, classificazione/supporto alla decisione). Per tale scopo è possibile scrivere codice MATLAB o usare uno pseudocodice purchè questo sia spiegato fino al livello di descrizione minimo affinché se ne possa verificare l'implementabilità. Usare anche schemi a blocchi per facilitare la spiegazione.
4. Discutere l'eventuale integrazione di algoritmi di Intelligenza Artificiale, le motivazioni della loro scelta, le sfide, vantaggi e svantaggi.
5. Definire metriche di valutazione delle prestazioni e modalità di validazione dell'intero sistema.
6. Analizzare i principali aspetti di sicurezza, affidabilità e conformità normativa del sistema proposto.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Ingegneria Elettronica

Si consideri un sistema elettronico destinato all'acquisizione e all'elaborazione di una grandezza fisica misurata mediante un sensore resistivo.

Il sensore presenta una resistenza variabile nell'intervallo compreso tra 1 k Ω e 2 k Ω in funzione della grandezza fisica misurata.

Nel sistema sono disponibili:

- una tensione di alimentazione continua di 3,3 V;
- amplificatori operazionali alimentati tra 0 V e 3,3 V;
- componenti passivi;
- un convertitore analogico-digitale con intervallo di ingresso compreso tra 0 V e 3,3 V;
- un processore programmabile.

Gli amplificatori operazionali possono essere considerati ideali, assumendo tuttavia che la tensione di uscita sia compresa tra 0 V e 3,3 V.

Si assuma inoltre che la grandezza fisica misurata presenti variazioni significative fino a una frequenza massima di 100 Hz.

Il candidato progetti il sistema di acquisizione ed elaborazione, motivando le principali scelte effettuate e determinando i valori dei componenti ove necessario.

In particolare, il candidato:

1. proponga un circuito in grado di convertire la variazione di resistenza del sensore in un segnale di tensione;
2. progetti uno stadio di condizionamento basato su uno o più amplificatori operazionali, in modo da adattare il segnale ottenuto all'intervallo di ingresso 0–3,3 V del convertitore analogico-digitale;
3. valuti l'opportunità di introdurre un filtro analogico prima del convertitore A/D e ne proponga un possibile dimensionamento;
4. scelga e motivi una frequenza di campionamento adeguata;
5. considerando un convertitore A/D con risoluzione di 12 bit, determini la minima variazione della tensione di ingresso idealmente distinguibile;
6. descriva mediante pseudocodice una semplice procedura eseguita dal processore che:
 - acquisisca periodicamente i campioni provenienti dal convertitore A/D;
 - calcoli la media degli ultimi N campioni acquisiti;
 - confronti il valore medio con una soglia prefissata;
 - attivi un'uscita digitale qualora tale soglia venga superata.

Il candidato rappresenti infine mediante uno schema a blocchi l'intera catena di acquisizione, dalla grandezza fisica misurata fino all'elaborazione digitale, discutendo sinteticamente il funzionamento complessivo del sistema.

Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 28 settembre 2026

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Ingegneria Gestionale

Progettare una linea di produzione in grado di realizzare tre prodotti P1, P2, P3 le cui lavorazioni sono assegnate di seguito:

P1: $a\ b\ c\ d$

P2: $b\ c\ e\ f$

P3: $a\ e\ d\ f$

La domanda di ogni prodotto è uguale a 1000 unità mensili.

Le durate delle operazioni (in minuti) sono riportate nella seguente tabella

Durata	a	b	c	d	e	f
P1	5	10	8	6	-	-
P2	-	8	10	-	2	4
P3	7	-	-	6	4	5

L'impianto lavora 8 ore al giorno su 5 giorni lavorativi settimanali.

Motivate le scelte progettuali fatte anche in termini di presenza e dimensionamento di buffer interoperazionali. Discutete dell'impatto dei set-up sul cambio prodotto qualora presenti.

Successivamente progettate il miglior sistema produttivo orientato al processo mostrando quale sia il suo layout e la sua produttività.

Confrontare i due progetti e commentate, dando opportune giustificazioni, quale rappresenti la migliore soluzione.

Se necessario valutate la possibilità di un progetto ibrido commentando sulle scelte di ibridizzazione utilizzate.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 28 settembre 2026**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Ingegneria Medica

Si richiede al candidato di progettare un sistema basato su tecniche di Computer Vision finalizzato al supporto di un'applicazione biomedica a scelta (ad esempio diagnostica per immagini, monitoraggio del movimento, analisi di immagini microscopiche, supporto alla decisione clinica).

In particolare, il candidato dovrà:

1. Descrivere il contesto applicativo e clinico di riferimento, evidenziandone le esigenze e i vincoli.
2. Definire le modalità di acquisizione dei dati visivi, specificando tipologia di sensori, strumenti di imaging, caratteristiche delle immagini digitali e del loro salvataggio, e principali fonti di disturbo.
3. Progettare la pipeline di elaborazione basata su Computer Vision, indicando le principali fasi (pre-processing, segmentazione, estrazione delle caratteristiche, classificazione/supporto alla decisione). Per tale scopo è possibile scrivere codice MATLAB o usare uno pseudocodice purchè questo sia spiegato fino al livello di descrizione minimo affinché se ne possa verificare l'implementabilità. Usare anche schemi a blocchi per facilitare la spiegazione.
4. Discutere l'eventuale integrazione di algoritmi di Intelligenza Artificiale, le motivazioni della loro scelta, le sfide, vantaggi e svantaggi.
5. Definire metriche di valutazione delle prestazioni e modalità di validazione dell'intero sistema.
6. Analizzare i principali aspetti di sicurezza, affidabilità e conformità normativa del sistema proposto.