



**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 – I SESSIONE – N.O. SEZ. A**

PRIMA PROVA

TEMA

Il candidato, con riferimento ad un esempio concreto, descriva i livelli della progettazione di un lavoro o di un servizio pubblico, come previsti nel Codice dei contratti pubblici.

Per la prova possono essere utilizzati esclusivamente i testi di legge non commentati.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE -INGEGNERIA BIOMEDICA (INDUSTRIALE)

Sezione A – SECONDA PROVA

Il candidato illustri gli aspetti bioingegneristici relativi allo sviluppo di un macchinario o sistema per riabilitazione neuromotoria, in termini generali ma fornendo almeno un esempio specifico.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE -INGEGNERIA BIOMEDICA (INDUSTRIALE)

Sezione A – TERZA PROVA

Il candidato progetti un sistema per riabilitazione neuromotoria. In particolare, il sistema deve includere la possibilità di misurare grandezze biomeccaniche relative al movimento del soggetto e/o parametri elettrofisiologici correlati.

In particolare, il candidato definisca, a partire da una chiara definizione delle specifiche del problema da un punto di vista riabilitativo, i componenti principali del sistema, identifichi le grandezze da misurare e le soluzioni disponibili per la misura delle stesse, dimensionando opportunamente in relazione all'applicazione indicata, descrivendo le varie fasi di progettazione e realizzazione del sistema.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato descriva gli strumenti ed i metodi analitici di modellazione volte allo studio delle prestazioni di un impianto solare termico e/o fotovoltaico di un edificio civile o industriale. Si espongano in maniera sintetica le peculiarità connesse all'utilizzo dell'impianto per la produzione di ACS o il soddisfacimento di carichi termici e/o elettrici.

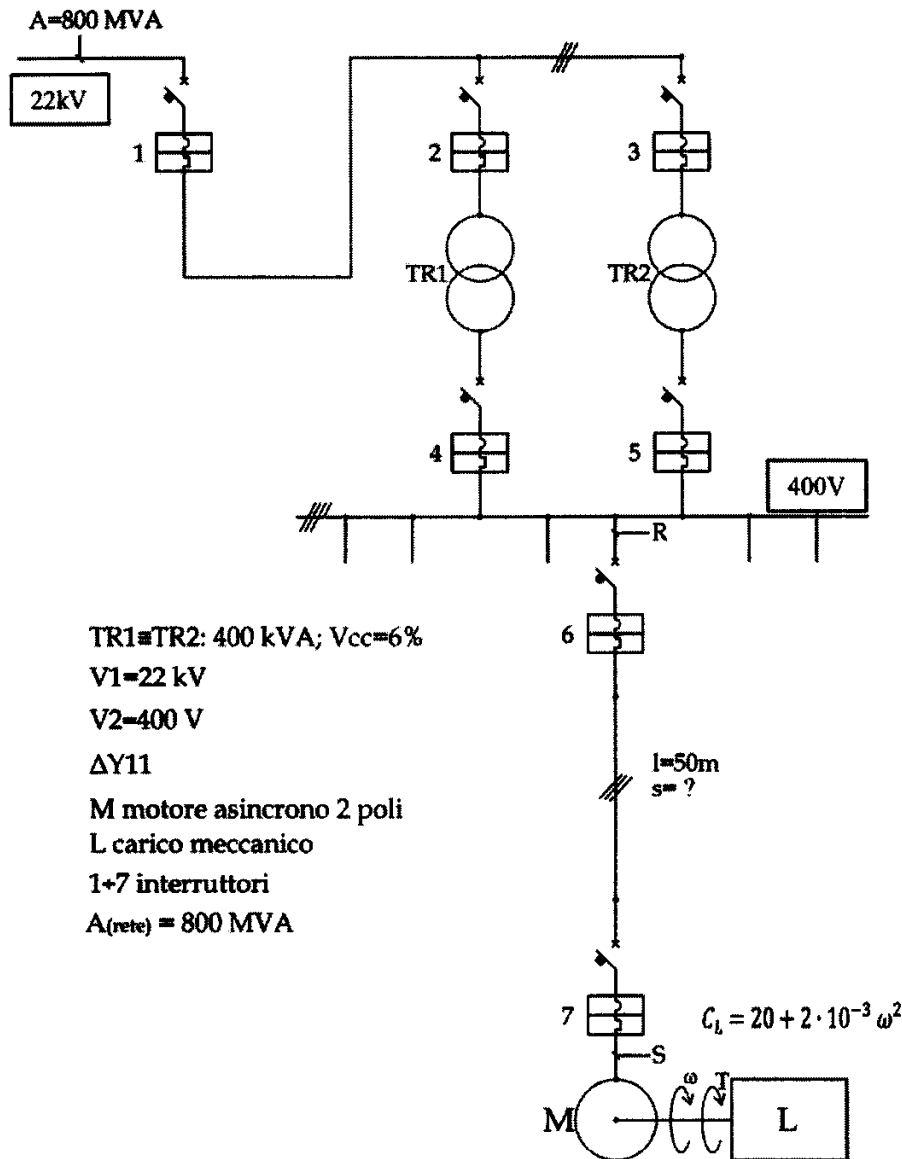


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Si deve dimensionare l'impianto elettrico con il seguente schema unifilare assegnato:



La cabina MT/BT è alimentata da una linea in cavo alla tensione nominale di 22 kV, e il valore della potenza di corto circuito fornito dall'Ente distributore è pari a 800 MVA.

Si consideri il funzionamento del motore asincrono trifase (MAT) associato al carico L, con i seguenti dati nominali e condizioni di funzionamento:

- Tensione nominale: 400V;
- Coppia nominale: 300 N·m;
- Velocità nominale: 2798 rpm;
- Velocità a vuoto: 2998,5 rpm;
- Rendimento nominale: $\eta = 0,9$;
- Fattore di potenza nominale: $\cos(\Phi) = 0,85$;
- Caratteristica del carico meccanico direttamente accoppiato al MAT come da equazione indicata in figura e con unità di misura $[C_L] = \text{N}\cdot\text{m}$ e $[\omega] = \text{rad/s}$;

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, stabilite le caratteristiche generali del progetto e ipotizzati eventuali dati mancanti, ipotizzando la curva di coppia del MAT in prossimità del punto di funzionamento con caratteristica lineare, determini:

- 1) la potenza meccanica nominale P_N erogabile dal MAT;
- 2) la corrente nominale di fase I_N assorbita dal MAT a carico nominale;
- 3) la potenza erogata dal MAT con il carico meccanico P_L nelle condizioni indicate;
- 4) la velocità di equilibrio dell'albero dal MAT collegato direttamente al carico meccanico ω_L in rpm e rad/s;
- 5) la corrente assorbita I_L dal MAT nell'azionamento del carico indicato considerando η e $\cos(\Phi)$ invariati rispetto ai valori nominali;
- 6) la taglia del sistema di rifasamento per portare il fattore di potenza del motore asincrono nella condizione di azionamento del carico indicato al valore di 0,95;

Il candidato infine, dopo aver dimensionato la sezione e portata del cavo di collegamento del MAT, e dopo aver determinato le correnti di cortocircuito sulla sbarra BT e ai morsetti del MAT, con i trasformatori TR1 e TR2 funzionanti in parallelo, scelga le caratteristiche tecniche degli interruttori 1÷7 dello schema proposto.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

All'interno di una biofabbrica per la produzione di insetti utili per l'agricoltura, deve essere progettata una serra che garantisca le condizioni ideali per la proliferazione degli insetti stessi nella stagione invernale.

La serra ha una base rettangolare di dimensioni 8 x 15,93 m, con una copertura semicircolare, con raggio di 4 m.

Le condizioni da garantire all'interno della serra sono:

Temperatura aria bulbo secco: 29 °C
Umidità Relativa: 80%
Aria di rinnovo: 10 volumi/ora;

Le condizioni esterne di progetto invernali sono:

Temperatura aria bulbo secco: 0 °C
Umidità Relativa: 60%

Da un calcolo preliminare dei fabbisogni termici invernali risultano presenti in ambiente:

Q sensibile: 12250 W

Q latente: 25000 W.

Si ipotizzi di utilizzare un impianto a tutt'aria così costituito:

- Pompa di calore reversibile aria/acqua funzionante con $Dt = 5^{\circ}\text{C}$ ($38^{\circ}/43^{\circ}\text{C}$),
- Unità di Trattamento Aria

Il candidato:

- a) calcoli la portata dell'aria di rinnovo;
- b) valuti se necessario, la portata dell'aria di ricircolo;
- c) calcoli le potenze delle batterie di scambio dell'UTA;
- d) calcoli le portate dell'acqua necessarie per eventuali umidificatori/deumidificatori isoentalpici;
- e) calcoli la potenza resa e la potenza elettrica assorbita dalla pompa di calore;
- f) disegni uno schema funzionale delle sezioni principali costituenti l'UTA;
- g) valuti con un dimensionamento di massima le sezioni dei principali circuiti idraulici.
- h) disegni nel diagramma psicrometrico le trasformazioni che l'aria subisce all'interno UTA.

Il candidato ipotizzi eventuali dati mancanti

Il candidato proponga, delle soluzioni impiantistiche per ridurre i consumi elettrici.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

La transizione energetica consiste nel passaggio dall'utilizzo delle fonti energetiche non rinnovabili a quelle rinnovabili (FER).

Molteplici sono le tecnologie impiantistiche che sfruttano le FER per la produzione di energia termica e/o elettrica. Tra queste, per la produzione di energia elettrica a partire da energia solare si utilizzano dispositivi di concentrazione dell'energia solare in abbinamento a cicli termodinamici di tipo convenzionale accoppiati ad un generatore di energia elettrica. Tale tecnologia è nota come Solare Termodinamico o Concentrating Solar Power (CSP).

Il candidato descriva gli aspetti relativi alla progettazione, installazione e gestione di tali impianti, analizzando inoltre gli aspetti economici ed ambientali ad essi connessi.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE**

PROVA PRATICA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

Il candidato effettui la progettazione di massima di un serbatoio cilindrico in pressione per lo stoccaggio di un fluido tecnico avente i seguenti dati di esercizio:

- Pressione interna: 16 atm
- Volume: 80 m³
- Temperatura fluido: 300 °C
- Posizionamento: ad asse orizzontale
- Massa volumica fluido: 835 kg/m³

Facendo le opportune assunzioni, il candidato:

- Selezioni il materiale con cui realizzare il componente
- Determini lo spessore del fasciame (parte cilindrica) del serbatoio
- Fornisca un'indicazione di massima delle aperture di cui il serbatoio deve essere dotato e della loro funzione. Indichi in maniera qualitativa come devono essere conformati i rinforzi strutturali da adoperare per bilanciare la presenza di tali aperture
- Effettui la verifica strutturale della parte cilindrica, della struttura di sostegno e di una saldatura del fasciame
- Indichi i dispositivi di sicurezza di cui è opportuno dotare il serbatoio
- Effettui uno schizzo con quote delle viste più rappresentative del componente
- Proponga un processo produttivo adatto alla realizzazione del componente
- Rappresenti attraverso un diagramma di Gantt la successione delle fasi del ciclo di vita del serbatoio dalla fase di progettazione fino a quella di messa in esercizio

Il candidato assuma tutti i dati mancanti ritenuti necessari per una corretta progettazione, motivando opportunamente le scelte effettuate.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

I reattori ideali PFR e CSTR sono utilizzati per la evoluzione di cinetiche di vario tipo. A seconda del tipo di cinetica sono più utili (dal punto di vista della efficienza) i PFR o i CSTR. Illustrare quando, per la gestione della reazione chimica, è opportuno l'uso dei sistemi a mescolamento perfetto od i sistemi con assenza completa di mescolamento eventualmente servendosi di grafici qualitativi ed esempi.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE

ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

ANNO 2019 - I SESSIONE

PROVA PRATICA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

1000 moli/h di una miscela di idrocarburi leggeri contenente Metano (M) per il 20% Etano (E) per il 25% Propano (P) per il 40% mentre il restante 15% è costituito da Butano (B) deve essere separata in modo tale da recuperare una corrente di B puro. A questo scopo si pensa di procedere utilizzando 4 unità di distillazione collegate secondo lo schema allegato.

Nella prima unità la miscela di alimentazione si separa la miscela di alimentazione in due parti, in testa i leggeri M E e P (questo al 3%), mentre in coda la parte più pesante esente da metano .

Come mostrato nello schema allegato la corrente costituita dagli idrocarburi leggere (M, E, P) viene alimentata ad una seconda unità di distillazione che provvede ad ottenere in testa una corrente di metano al 99,5% esente da propano ed in coda una corrente costituita da M (1%) , E (89%) e P (10%), parte di questa corrente (il 50%) viene riciclata alla unità I mentre un'altra parte costituisce uno dei prodotti.

La corrente di coda dell'unità I viene alimentata alla terza colonna di distillazione per ottenere due correnti, una di testa [E, P, B 0,2%) ed una di coda esente da E e con il 30% di B. La corrente di coda (contenente P 70% e B 30%) viene alimentata alla quarta unità di distillazione che due correnti: una contenente P al 98% e B, l'altra contenente butano puro.

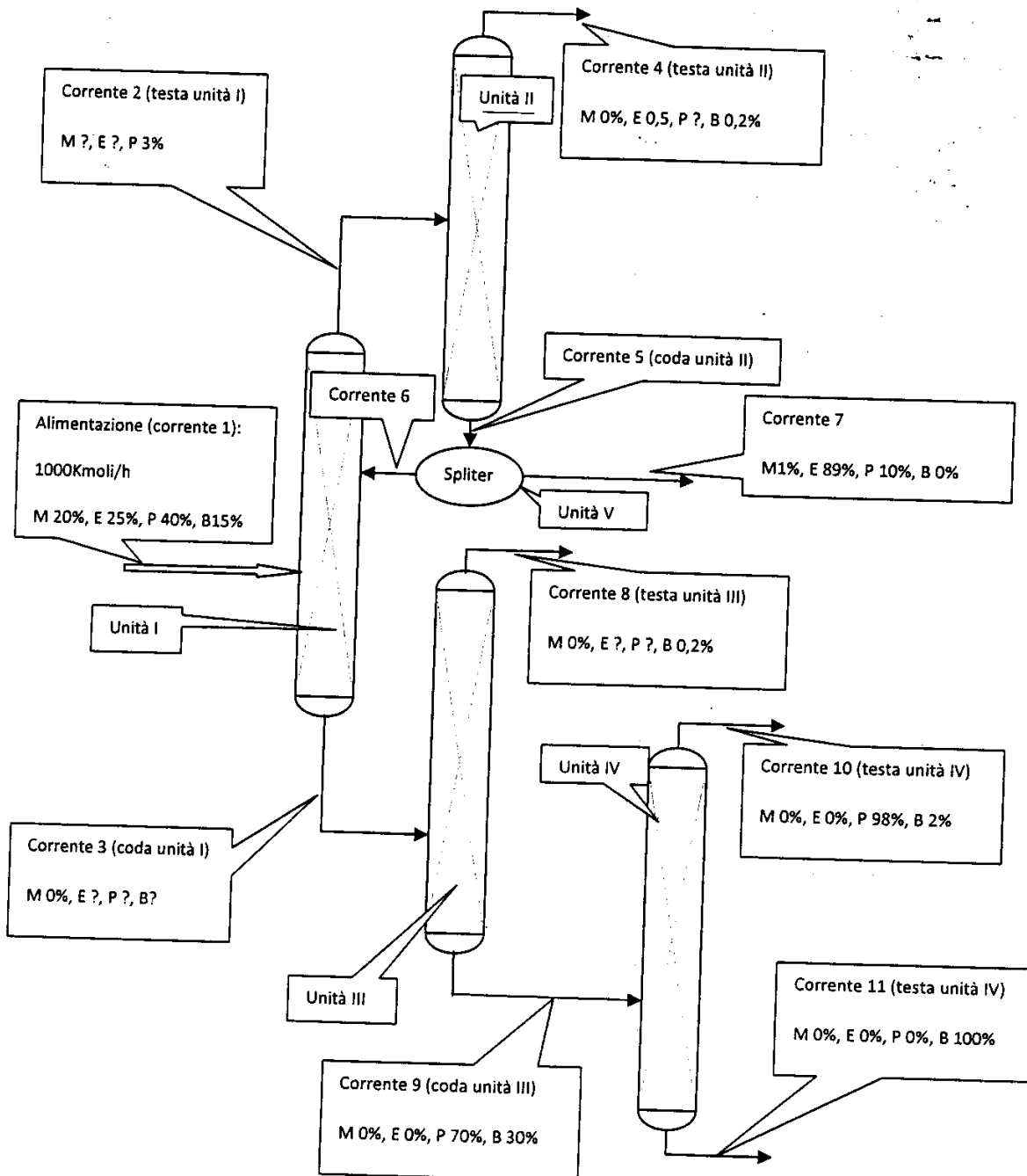
Tenuto conto che si è interessati alle sole portate di materia (quindi sono esclusi gli interessi ai bilanci di energia) si vuol dare risposta ai seguenti quesiti:

1. verificare la risolubilità del problema e, ove questa esista, precisare l'ordine di risoluzione opportuno in modo da ottenere una soluzione sequenziale (ove questo sia perseguibile);
2. stabilire la portata di ogni corrente coinvolta;
3. determinare il numero di unità di separazione necessarie per l'unità IV supponendo che in rapporto di riciclo sia pari ad 1,5 volte quello minimo e che la miscela sia ideale (pressione di esercizio = 1 atm, volatilità relativa costante nel campo di temperature interessato, si assuma che il residuo contenga lo 0,1% di propano).

Dati: $LN(PS)=A-B/(T+C)$ PSA in KPa; T in K

Propano A=13,9778, B=2554,60, C=-36,2529

Butano A=13,9836, B=2292,44, C=-27,8623





**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. B

Il candidato elenchi e descriva le operazioni da svolgere da parte del tecnico per l'effettuazione di un *relamping*, vale a dire la sostituzione di centri illuminanti esistenti con nuovi a maggiore efficienza energetica, per un laboratorio chimico.

Descriva inoltre nel dettaglio le metodologie tecniche ed economiche utilizzabili per l'effettuazione di detta attività.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2019 - I SESSIONE

PROVA PRATICA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

Il candidato effettui la progettazione di massima di un serbatoio cilindrico in pressione per lo stoccaggio di un fluido tecnico avente i seguenti dati di esercizio:

- Pressione interna: 16 atm
- Volume: 80 m³
- Temperatura fluido: 300 °C
- Posizionamento: ad asse orizzontale
- Massa volumica fluido: 835 kg/m³

Facendo le opportune assunzioni, il candidato:

- Selezioni il materiale con cui realizzare il componente
- Determini lo spessore del fasciame (parte cilindrica) del serbatoio
- Fornisca un'indicazione di massima delle aperture di cui il serbatoio deve essere dotato e della loro funzione. Indichi in maniera qualitativa come devono essere conformati i rinforzi strutturali da adoperare per bilanciare la presenza di tali aperture
- Effettui la verifica strutturale della parte cilindrica, della struttura di sostegno e di una saldatura del fasciame
- Indichi i dispositivi di sicurezza di cui è opportuno dotare il serbatoio
- Effettui uno schizzo con quote delle viste più rappresentative del componente
- Proponga un processo produttivo adatto alla realizzazione del componente
- Rappresenti attraverso un diagramma di Gantt la successione delle fasi del ciclo di vita del serbatoio dalla fase di progettazione fino a quella di messa in esercizio

Il candidato assuma tutti i dati mancanti ritenuti necessari per una corretta progettazione, motivando opportunamente le scelte effettuate.