

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 Giugno 2016**

Settore Civile-Ambientale

I Prova scritta

Il candidato scelga tra i seguenti temi:

TEMA 1

Con riferimento ad un insediamento industriale e relativamente al solo comparto rifiuti, il candidato illustri gli strumenti di cui si avvarrebbe per l'identificazione dei rifiuti prodotti, evidenziando i principali adempimenti per evitare inquinanti. Si indichino i potenziali impatti che potrebbero derivare, in relazione alla tipologia di rifiuto individuata, in caso di una non adeguata gestione. Si riporti a titolo di esempio un caso studio concreto.

TEMA 2

Il candidato illustri le differenze di organizzazione strutturale e comportamento statico di edifici in c.a. e acciaio soggetti a carichi verticali ed orizzontali.

TEMA 3

Tendenze evolutive delle tecniche di costruzione e di gestione dei processi costruttivi in campo edilizio.

Il candidato, se lo ritiene opportuno, può articolare le proprie considerazioni riferendosi a edifici o a casi esemplari in ambito nazionale e/o internazionale.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 Giugno 2016**

Settore Industriale

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il candidato illustri e discuta sinteticamente, anche con l'ausilio di opportuni schemi e diagrammi, le caratteristiche e le prestazioni delle moderne turbine a gas, evidenziando i parametri termodinamici che ne influenzano rendimento e lavoro specifico, e indicando i valori orientativi di tali parametri e delle prestazioni conseguibili.

TEMA 2

Il candidato fornisca una panoramica sui principali compiti di responsabilità di un ingegnere industriale all'interno di un impianto industriale manifatturiero, con particolare riferimento all'ambito dell'operations management, descrivendo le conoscenze essenziali per poterli svolgere.

TEMA 3

Il candidato descriva lo stato dell'arte e le previsioni nell'utilizzo e realizzazione dei principali tipi d'impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, tenendo in considerazione il quadro normativo italiano e mondiale.

Oltre a rilevarne i vantaggi, il candidato affronti anche gli aspetti critici, specie in merito a disponibilità e capacità di produrre energia elettrica, prospettando soluzioni impiantistiche o di sistema per risolverli.

TEMA 4

Negli ultimi anni il settore dell'ingegneria industriale sta assistendo a profondi cambiamenti. La contemporanea maturazione di metodologie per la costruzione, studio ed ottimizzazione dei prototipi virtuali e di sistemi per la prototipazione rapida (stampa 3D) hanno ridotto notevolmente lo storico divario tra prodotto e processo. Il candidato esprima le sue considerazioni in merito, discutendo esempi applicativi di sua conoscenza o di diretto coinvolgimento.

TEMA 5

Quali caratteristiche dovranno essere richieste alle nuove emergenti tecnologie che riguardano gli ambiti: informatica, elettronica, scienza dei materiali, etc. per affrontare le sfide industriali più rilevanti nei settori: trasporti, biomedicale, ambientale, spaziale, etc.?

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 15 Giugno 2016
Settore dell'Informazione**

I Prova scritta

Il candidato svolga uno dei seguenti temi:

TEMA 1

Il considerevole aumento dell'aspettativa di vita nei paesi industrializzati ha messo in evidenza la necessità di realizzare tutta una serie di infrastrutture e tecnologie in grado di monitorare in maniera efficiente lo stato di salute delle persone in età avanzata, riducendo, allo stesso tempo, i costi per il sistema sanitario nazionale.

Il/La candidato/a illustri come le conoscenze apprese durante il proprio corso di studi possano essere utili alla individuazione di soluzioni nello scenario precedentemente menzionato.

TEMA 2

Si descrivano i concetti base delle tecnologie *middleware* per lo sviluppo di sistemi software distribuiti, illustrandone l'evoluzione a partire dalla tecnologia RPC (Remote Procedure Call). Successivamente, attraverso esempi applicativi scelti dal candidato, si mettano a confronto le caratteristiche peculiari delle tecnologie middleware per sistemi software basati su componenti (es. CORBA Components) e per sistemi software basati su architetture orientate ai servizi (es. Web Services e REST).

TEMA 3

Il candidato descriva un approccio ingegneristico alla progettazione di un sistema complesso di telecomunicazioni con particolare riferimento al ruolo e all'importanza dei seguenti aspetti:

- f. modellistica,
- g. trasmissione ed elaborazione dei segnali,
- h. scelta dei componenti,
- i. simulazione,
- j. test, conformità agli standard ed alle regolamentazioni.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016
Settore Civile e Ambientale**

II Prova Scritta – Ambiente e Territorio

Con riferimento ad un progetto preliminare di una fognatura urbana, il candidato illustri in via generale le possibili tipologie e i contenuti della documentazione prevista dalla vigente normativa quale facente parte del progetto stesso ed in particolare dettagli il contenuto della relazione tecnica.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore Civile e Ambientale

II Prova scritta – Civile (strutture)

Il candidato illustri, sotto forma di relazione, le scelte progettuali e i calcoli di pre-dimensionamento di una passerella pedonale, di luce pari a 12m e larghezza pari a 2.5m. Si forniscano indicazioni sui materiali adottati, sulle scelte progettuali e schemi adottati.

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

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 16 giugno 2016

Settore Civile e Ambientale

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

Il candidato illustri i criteri generali per la progettazione di una biblioteca di quartiere considerando le principali esigenze di natura distributiva e funzionale e di comfort, gli aspetti statici e costruttivi ed, eventualmente, le problematiche di cantiere.

Il tema sia svolto nella forma di una relazione sintetica che dia ampio spazio a schemi grafici illustrativi delle possibili modalità di organizzazione degli spazi funzionali e delle possibili soluzioni tecnico-costruttive.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Energetica

Il candidato descriva sinteticamente la composizione del *mix* energetico nazionale impiegato per soddisfare la domanda di energia elettrica, esaminandone anche l'evoluzione nel corso degli anni.

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

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 16 giugno 2016

Settore Industriale

II Prova scritta – Meccanica (Fisica Tecnica)

Il candidato, dopo aver illustrato il meccanismo di scambio termico per convezione (sia naturale che forzata, con e senza cambiamenti di stato), descriva le principali tipologie di scambiatori di calore, i loro possibili campi di applicazione ed infine i metodi conosciuti per il loro dimensionamento (*size problem*) e verifica di funzionamento (*rate problem*).

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Meccanica Applicata alle Macchine

Il candidato discuta le strategie di simulazione del comportamento meccanico dei sistemi meccanici basate sull'impiego delle tecniche *multibody dynamics*. In particolare, esamini le differenze con gli approcci analitici tradizionali, ne descriva l'iter applicativo e illustri i passi metodologici per l'impostazione del sistema di equazioni risolvibili. Corredi l'elaborato con l'applicazione di una formulazione a scelta per un caso di studio con almeno due corpi rigidi.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Gestionale

Il candidato illustri il funzionamento generale di un impianto per la produzione e la distribuzione di acqua a servizio di un sito industriale e descriva i criteri di scelta e dimensionamento dei principali componenti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore Industriale

II Prova scritta – Medica

Si descriva un'apparecchiatura biomedicale discutendo in particolare gli aspetti essenziali inerenti il processo di ottimizzazione globale a livello di costruzione e che riguardano: l'affidabilità, i consumi di potenza, la qualità, la durata delle prestazioni nominali, senza trascurare gli aspetti critici che, secondo voi, meriterebbero ulteriore ricerca e sviluppo precompetitivo.

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

Ingegnere Magistrale

I Sessione – 16 giugno 2016

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Elettronica

Il/La candidato/a illustri, avvalendosi anche di schemi circuitali, l'utilizzo degli amplificatori operazionali nei circuiti oscillatori, evidenziando per ogni tipologia i limiti e i possibili campi di utilizzo.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 16 giugno 2016**

Settore dell'Informazione

II Prova scritta – Informatica

Si fornisca la definizione di ciclo di vita del software e se ne descrivano gli elementi fondamentali in relazione all'evoluzione dei modelli proposti in letteratura e adottati in ambito industriale. Si produca inoltre un'analisi comparativa dei modelli descritti.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova progettuale – Ambiente e Territorio

Il candidato dimensiona le unità di trattamento di un impianto di depurazione di reflui civili posto in un'area non sensibile ed avente potenzialità pari a 50.000 abitanti equivalenti, facendo ben attenzione allo schema di impianto proposto e motivandone adeguatamente le scelte.

Si dimensiona, inoltre, l'unità di sedimentazione secondaria, a valle di un processo di rimozione della sostanza organica (senza denitrificazione) e si dimensiona il sistema di trattamento fanghi mediante stabilizzazione aerobica (ispessimento, stabilizzazione aerobica e post ispessimento dei fanghi), una volta calcolata la quantità giornaliera di fanghi da spurgare dal comparto biologico.

Dopo aver effettuato opportune ipotesi circa lo schema previsto per il trattamento fanghi, il candidato effettua infine il dimensionamento della sezione di ispessimento dei fanghi prodotti eseguendo per questa unità le verifiche strutturali e rappresentandone i dettagli costruttivi.

Quali caratteristiche del terreno si assumano le seguenti: limo debolmente sabbioso ($\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$; $c' = 0$; $\varphi' = 25^\circ$).

Il candidato assuma, mediante scelte motivate e circostanziate, valori opportuni per i dati non forniti nel testo e necessari all'elaborazione del tema proposto.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova progettuale – Ingegneria Civile

Con riferimento alla normativa vigente, il candidato rediga un progetto di massima, con dimensionamento dei principali elementi strutturali, di un edificio con un piano interrato e tre piani fuori terra con le seguenti destinazioni d'uso:

piano interrato: parcheggio e cantine;

piano terra: negozi,

altri due piani contenenti tre appartamenti di dimensioni pari a 120mq, 90 mq e 70 mq.

L'edificio ricade nel comune di Frascati, caratterizzato dai seguenti parametri sismici (relativi allo spettro elastico):

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.167 g
F_o	2.585
T_C	0.276 s
S_s	1.200
C_C	1.423
S_T	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.131 s
T_C	0.393 s
T_D	2.266 s

Il candidato produca i seguenti elaborati:

- Pianta dei vari livelli;
- Pianta e sezioni tipo per descrizione dello schema strutturale;
- Carpenteria di solaio tipo;
- Pianta delle fondazioni;
- Schema di armatura dei principali elementi strutturali.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Civile e Ambientale

Prova progettuale - Ing. e Tecniche del Costruire/Ing. Edile-Architettura

In un lotto di un'area industriale prospiciente una strada di servizio, il candidato progetti la sede di una piccola industria manifatturiera (tessile, di abbigliamento, di manufatti in legno o meccanici ecc.).

L'edificio dovrà contenere essenzialmente:

- un ampio spazio di produzione (open space) con, annessi, gli spazi per il personale (spogliatoi, servizi ecc.) e i magazzini per lo stoccaggio dei prodotti e dei materiali in arrivo;
- una zona uffici, a uno o due piani, con spazio espositivo dei prodotti aperto alla clientela.

Il candidato definisca la soluzione costruttiva della copertura dello spazio di produzione considerando la necessità di ridurre il più possibile il numero dei sostegni e la necessità di illuminare adeguatamente lo spazio di lavoro.

Il candidato può aggiungere spazi supplementari a sua discrezione.

Elaborati richiesti:

a) planimetria generale (scala 1:500) in cui sia indicata la sistemazione dell'area (viabilità, parcheggi, spazi di manovra, zone verdi ecc.);

b) studio architettonico e costruttivo composto da:

- piante dei due piani e una sezione verticale significativa quotate (scala 1:100): nei disegni sarà differenziata graficamente la struttura portante (pilastri e solai) dai muri di tamponamento e di partizione;
- due prospetti (scala 1:100);
- carpenteria quotata del solaio del primo piano del corpo uffici e della copertura dello spazio di produzione (scala 1:100);
- due particolari costruttivi quotati (scala 1:10) con la specificazione dei materiali impiegati.

Uno dei due disegni riguarda il corpo uffici: potrà essere il disegno in pianta di un angolo dell'edificio oppure il disegno in sezione verticale all'altezza del solaio intermedio o del solaio di copertura (nei particolari sarà riportato anche il serramento finestra).

L'altro, in sezione verticale, riguarda la copertura e la tamponatura dello spazio di produzione;

c) relazione sintetica che illustri il progetto negli aspetti architettonici e costruttivi.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Industriale

Prova progettuale – Energetica

Il candidato individui caratteristiche e specifiche tecniche di un impianto a ciclo combinato, alimentato a gas naturale, di potenza nominale pari a 120 MW, costituito da due gruppi turbogas (TG) che alimentano un ciclo a vapore sottoposto comprendente un generatore di vapore a recupero (GVR) a due livelli di pressione, di cui quello di bassa pressione con funzione anche di degassatore, una turbina a vapore (TV), e infine un condensatore raffreddato ad aria.

Il candidato disegni innanzitutto uno schema d'impianto rispondente alla configurazione proposta, i diagrammi termodinamici relativi alle TG e alla TV, e il diagramma di scambio termico del GVR.

Assumendo in linea con lo stato dell'arte e con buon senso tecnico i valori delle grandezze e dei parametri necessari, calcoli quindi caratteristiche e prestazioni nominali dei singoli componenti (TG, GVR, TV) e del ciclo combinato nel suo complesso, con particolare riferimento alle seguenti grandezze:

- potenza fornita da ciascun gruppo TG e dalla TV
- portata dei gas combusti allo scarico delle TG
- portata di gas naturale
- temperatura dei gas combusti allo scarico del GVR ed efficienza del GVR
- portate di vapore AP e BP prodotto nel GVR
- portata di aria di raffreddamento al condensatore
- rendimento del ciclo combinato

Il candidato proceda infine al dimensionamento di massima di uno dei banchi del GVR.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Industriale

Prova progettuale - Gestionale

Si deve realizzare un nuovo impianto per l'imbottigliamento di acqua minerale. L'impianto dovrà essere in grado di realizzare 3 differenti tipologie di prodotti, ognuno dei quali può essere realizzato in due formati, secondo i volumi di produzione annuali riportati nella tabella I a partire da altrettante tipologie di materie prime (si veda tabella II).

La sequenza di operazioni necessarie per la produzione allo studio sono riportate nella tabella III, mentre i macchinari individuati per la loro realizzazione e le relative caratteristiche tecniche sono riportate nelle tabelle IV e V.

Lo stoccaggio delle materie prime e dei prodotti finiti negli appositi magazzini avviene in appositi contenitori secondo quanto riportato dalla tabella VI.

Lo studio e la progettazione vanno eseguiti tenendo conto delle seguenti informazioni di carattere generale:

- ❑ apertura dell'impianto 220 gg/anno un turno al giorno, per complessive 8h giornaliere;
- ❑ dovrà essere previsto un magazzino materie prime dimensionato in modo da soddisfare le richieste di produzione di 15 giorni lavorativi.
- ❑ dovrà essere previsto un magazzino prodotti finiti, dimensionato in modo da garantire una capacità di stoccaggio pari a 15 giorni lavorativi.

Il dimensionamento dello stabilimento dovrà comprendere:

1) studio e rappresentazione grafica schematica su pianta rettangolare del plant layout di massima, con l'individuazione:

- ❑ del numero e della disposizione ottimale dei macchinari e dei magazzini (si trascurino le zone accessorie come manutenzione, uffici, servizi, ecc.);
- ❑ del numero totale di addetti alla produzione.

2) L'analisi dell'investimento attraverso gli indici standard di valutazione su un orizzonte temporale di 10 anni, assumendo la domanda invariata e tenendo conto dei costi delle macchine operatrici, delle relative attrezzature e delle altre voci di costo di primo impianto e di esercizio fornite nelle tabelle VII, VIII e IX.

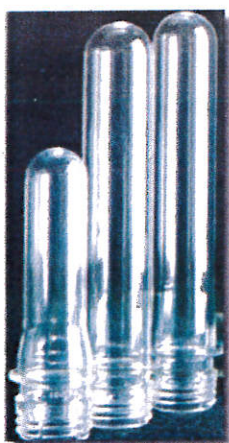
TABELLE ALLEGATE

Tabella I – Prodotti, formati e volumi di produzione richiesti

<i>Prodotto</i>	<i>Formato</i>	<i>Bottiglie/anno</i>	<i>Prezzo €/fardello</i>
A. Acqua frizzante	½ litro	1.600.000	1,40
	1,5 litri	2.000.000	1,20
B. Acqua leggermente frizzante	½ litro	2.200.000	1,40
	1,5 litri	2.600.000	1,20
C. Acqua piatta (naturale)	½ litro	3.000.000	1,40
	1,5 litri	3.400.000	1,20

Tabella II – Principali Fabbisogni Materia Prima

<i>Ciclo</i>	<i>Prodotto</i>	<i>Formato</i>	<i>Preforme</i>	<i>Etichette</i>	<i>Tappi</i>
A	Acqua frizzante	½ litro	Tipo A	Tipo 1	Blu
		1,5 litri	Tipo B	Tipo 2	Blu
B	Acqua leggermente frizzante	½ litro	Tipo A	Tipo 3	Celeste
		1,5 litri	Tipo B	Tipo 4	Celeste
C	Acqua piatta	½ litro	Tipo A	Tipo 5	Bianco
		1,5 litri	Tipo B	Tipo 6	Bianco



Preforme

Tabella III – Cicli di produzione

Id	Fase	Prodotti		
		A	B	C
05	Accettazione materia prima	X	X	X
10	Preriscaldamento + Soffiatura preforme	X	X	X
20	Lavaggio	X	X	X
30	Riempimento	X	X	X
40	Tappatura	X	X	X
50	Etichettatura	X	X	X
60	Controllo presenza tappo, etichetta e controllo livello	X	X	X
70	Confezionamento dei fardelli	X	X	X
80	Aggiunta manico ai fardelli	X	X	X
90	Pallettizzazione	X	X	X
100	Avvolgimento pallet	X	X	X

05. *Accettazione materia prima* - ricevimento materie prime, che giungono allo stabilimento mediante autotrasporto (si veda tabella 2), e collocazione all'interno del magazzino materie prime;

10. *Preriscaldamento + Soffiatura delle preforme* - la preforma viene riscaldata ad adeguata temperatura ed inserita in uno stampo, successivamente viene insufflata aria compressa fino a far aderire la preforma alle pareti dello stampo. La preforma in materiale termoplastico, toccando la superficie fredda, si indurisce e mantiene la forma finale voluta della bottiglia; tale operazione è realizzata mediante la soffiatrice;

20. *Lavaggio bottiglie* - le bottiglie realizzate vengono quindi sciacquate ed asciugate prima di essere inviate al riempimento, mediante la sciacquatrice;

30. *Riempimento bottiglie* - le bottiglie vengono riempite di acqua in base al prodotto e al formato prestabilito mediante la riempitrice;

40. *Tappatura delle bottiglie* - sulle bottiglie riempite vengono dunque posti per pressione i tappi, che non differiscono per prodotto o formato, mediante la tappatrice;

50. *Etichettatura delle bottiglie* - sulle bottiglie tappate viene posta l'etichetta dipendente dal prodotto e dal formato in opera mediante l'etichettatrice;

60. *Controllo presenza tappo, etichetta e controllo livello* - le bottiglie vengono sottoposte a controllo della presenza del tappo e dell'etichetta e al controllo di un adeguato livello di acqua all'interno della bottiglia, i prodotti difettosi vengono scartati;

70. *Confezionamento dei fardelli* - le bottiglie realizzate vengono dunque confezionate sotto forma di fardelli di numerosità adeguata al loro formato (6 bottiglie per 1,5 litri e 12 bottiglie per il ½ litro), mediante la fardellatrice;

80. *Aggiunta delle maniglie ai fardelli* - ai fardelli realizzati viene aggiunto il manico mediante la manigliatrice;

90. *Pallettizzazione* - i fardelli manigliati vengono dunque disposti ordinatamente su appositi pallet dal pallettizzatore, in quantità dipendenti dal formato (4 strati da 21 fardelli di 1,5 litri o 7 strati da 18 fardelli di ½ litro);

100. *Avvolgimento pallet*: i pallet realizzati, una volta completati vengono avvolti da più strati di PET dall'avvolgitore, dopodiché avviene l'immagazzinamento dei prodotti finiti nel magazzino dal quale verranno prelevati per la spedizione.

Tabella IV– Capacità produttiva teorica dei macchinari

Id	Macchinario/operazione	Caratteristiche tecniche
		Cp teorica
10	Soffiatrice lineare	8.000 bott/h
20	Sciacquatrice	18.000 bott/h
30	Riempitrice	18.000 bott/h
40	Tappatrice*	1.125 colpi/h
50	Etichettatrice	18.000 bott/h
60	Controllo qualità	18.000 bott/h
70	Fardellatrice	3.300 colpi/h
80	Manigliatrice	4.800 colpi/h
90	Pallettizzatore	60 pallet/h
100	Avvolgitore	60 pallet/h

*** il numero di colpi/ora si riferisce alla singola testa, la tappatrice può montare 4 – 8 – 12 – 16 teste (costo differente)**

Setup

Si assuma che al massimo ogni due settimane tutte le tipologie di prodotto debbano essere lavorate, sono richieste 6 ore per ogni cambio formato e 45 min per ogni cambio prodotto.

Guasti

Per ogni macchinario di produzione si assuma mediamente una fermata ogni quattro settimane della durata media pari a 1h.

Microfermate e rallentamenti

Si assumano perdite per microfermate e rallentamenti per la tappatrice, l'etichettatrice e la fardellatrice pari c.a al 5% del tempo operativo cadauna.

Scarti

Le soffiatrici hanno un tasso di difettosità pari al 2% delle preforme lavorate che vengono scartate.

Il 2,5% delle bottiglie sottoposte a controllo qualità risulta non conforme e viene scartato.

Tabella V – Ingombro dei macchinari/numero addetti

Macchinario	Ingombro	Numero addetti*
Soffiatrice lineare	5,5m x 2,60m	1
Sciacquatrice	3m x 3m	1
Riempitrice	3,5m x 3,5m	
Tappatrice	1,2m x 2m	
Etichettatrice	1,8m x 2m	
Fardellatrice	1,5m x 6m	1
Manigliatrice	1,6m x 2m	1
Pallettizzatore	4m x 3m	
Avvolgitore	2m x 2m	

Si considerino inoltre altri 2 addetti per impianto.

Tabella VI – Contenitori

Prodotto	Contenitore	Dimensioni [mm]	Unità/cartone
Preforma 1,5 litri	Cartone	120 x 100 x 125	8.000
Preforma ½ litro	Cartone	120 x 100 x 125	11.000
Tappi	Cartone	60 x 40 x 42	7.000
Etichette	Cartone	30 x 20 x 21	10.000
Fardelli 1,5 litri	Pallet	80 x 120 x 140	4 strati da 21 fardelli
Fardelli ½ litro	Pallet	80 x 120 x 140	7 strati da 18 fardelli

Tabella VII – Costo delle macchine, attrezzature ed impianti

Soffiatrice lineare	€	700.000
Set stampi	€/formato	30.000
Sciacquatrice	€	350.000
Riempitrice	€	350.000
Tappatrice costo base (senza teste)	€	150.000
Tappatrice costo singola testa	€	1.500
Etichettatrice rotativa	€	150.000
Sistema di controllo presenza tappo, etichetta e controllo livello	€	25.000
Fardellatrice	€	200.000
Manigliatrice	€	50.000
Pallettizzatore	€	225.000
Avvolgitore	€	50.000

Edificio industriale	€/m ²	500
Impianti generali e relativi allacci (riscaldamento, illuminazione, f.e.m., acqua industriale, di processo e potabile, aria compressa, tratt. reflui)	€	500.000
Sistema di trasporto ad aria bottiglie vuote	€/linea	115.000
Sistema di trasporto bottiglie piene	€/linea	70.000
Sistema di trasporto fardelli	€/linea	60.000
Transpallet manuale	€/cad	900
Carrello motorizzato	€/cad	20.000
Studio, montaggio, collaudo ed avviamento linee	€/linea	500.000
Altro (portoni, scaffalature, ecc.)	€	150.000

Tabella VIII – Costo di esercizio

Costo acqua	€/unità	0
Costo etichette	€/unità	0,00043
Costo tappi	€/unità	0,00042
Costo preforme	€/unità	0,0043
Altri costi variabili di produzione	€/unità	0,01
Costo manutenzione impianti e macchinari	4% costo acquisto	
Costo medio manodopera per operatore	€/h	20
Costo straordinari	€/h	25
Altri costi fissi	€/anno	150.000

Tabella IX – Parametri per l'analisi dell'investimento

Coeff. Ammortamento fiscale - Fabbricati industriali e commerciali	4 %
Coeff. Ammortamento fiscale - Impianti e macchinari	10 %
Coeff. Ammortamento fiscale - Altro (attrezzature varie, etc.)	20%
Tasso di attualizzazione	6%

N.B.:

- ❑ si assumano costi e ricavi unitari costanti nell'orizzonte temporale di riferimento;
- ❑ si assuma una aliquota del 40% delle imposte (nei flussi di cassa si valuti l'esborso nel relativo anno di esercizio);
- ❑ si assuma che l'azienda sostenga direttamente tutti i costi di impianto all'anno zero e che l'avviamento dell'impianto avvenga nell'anno 1.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Industriale

Prova progettuale – Meccanica (Fisica Tecnica)

Si vuole stimare la potenza elettrica necessaria per provvedere al raffreddamento e conservazione di una massa di grano stoccata in un silos verticale (contenitore assimilabile ad un cilindro alto 9 m, con diametro di 4 m). La refrigerazione dovrà essere compiuta tramite un impianto frigorifero a compressione di vapore che fornirà aria, in ingresso al silos, alla temperatura di 10 °C e 70% di umidità relativa, secondo lo schema allegato di Figura 1.

Seguono alcuni dati specifici per la valutazione del progetto.

Condizioni esterne e caratteristiche del cereale.

Si supponga che la refrigerazione avvenga nel mese di giugno in una località temperata. Si facciano i calcoli nella condizione più sfavorevole, per la quale le temperature di bulbo secco ed umido dell'aria esterna siano rispettivamente 28 °C e 22 °C, ritenute, in prima approssimazione, costanti per tutto il tempo di refrigerazione.

Il cereale sia grano per il quale i valori medi di densità e calore specifico valgano rispettivamente 780 kg m^{-3} e $1.81 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Il silos è riempito per il 90% del suo volume.

L'impianto deve portare il grano dalla temperatura iniziale di 28 °C a quella finale di 14°C in un tempo pari a 24 ore.

Per la valutazione della portata di aria necessaria a tale scopo, si ritenga valida la seguente formula empirica di Navarro-Calderon

$$\Theta = \frac{m_g \cdot \Delta T_g \cdot c_g}{0.4 \cdot (\dot{V} \cdot \rho \cdot \Delta h)_a}$$

in cui Θ [ora] è il tempo di refrigerazione, m_g [kg], ΔT_g [°C] e c_g [kJ·kg⁻¹K⁻¹] sono rispettivamente la massa, la variazione di temperatura ed il calore specifico del grano. Le grandezze col pedice “a” sono riferite all’aria ed indicano la portata \dot{V} [m³/ora], la densità media ρ [kg·m⁻³] e la massima differenza di entalpia Δh [kJ·kg⁻¹] dell’aria tra la condizione esterna e quella di immissione.

Impianto frigorifero a compressione di vapore

Per l’impianto di refrigerazione, si consideri all’aspirazione un ventilatore che riscalda l’aria esterna di 2°C, nella batteria di raffreddamento un fattore di by-pass pari al 5% e per il compressore un rendimento isoentropico di 0.73. Sia R-404A il fluido evolvente.

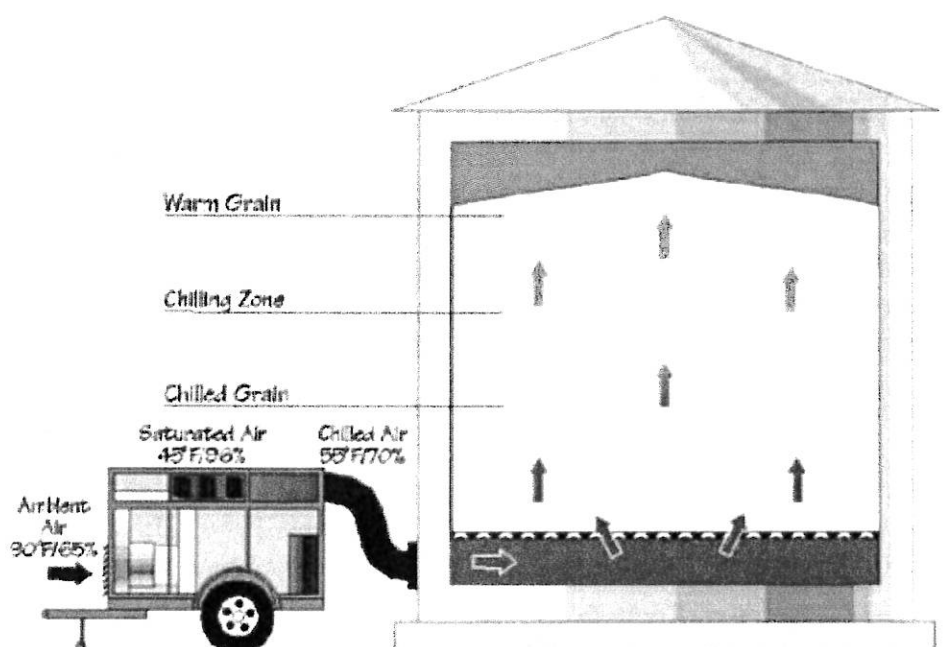


Figura 1 – Schema dell’impianto di raffreddamento del cereale posto nel silos.

Il candidato provveda a.

- ✓ riportare sul diagramma psicrometrico allegato le trasformazioni subite dall'aria esterna, dall'aspirazione alla condizione di immissione;
- ✓ disegnare sul diagramma $p-h$ allegato le trasformazioni termodinamiche associate al ciclo frigorifero, determinando la potenza frigorifera ed il coefficiente di prestazione.

In seguito, il candidato fornisca un dimensionamento di massima del condensatore dell'impianto frigorifero, sapendo che si tratta di uno scambiatore a tubi alettati con flussi incrociati, del tipo ad alette rettangolari, il cui schema e relativi ingombri (al netto dell'intelaiatura e struttura esterna) sono riportati in Fig.2 e Tab.1. Il materiale è alluminio 6061-T6, con conduttività termica media pari a $155 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

In particolare, il candidato determini il numero di tubi ed il passo dell'alettatura sul singolo tubo dello scambiatore.

Per il coefficiente di scambio convettivo lato R-404A si consideri un valore medio di $400 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

Per il calcolo del coefficiente di scambio convettivo lato aria (ossia lato tubo esterno alettato), si faccia riferimento alla seguente espressione empirica:

$$\text{Nu}_{D_0} = 0.2 \cdot \text{Re}_{D_0}^{0.6} \cdot \text{Pr}^{1/3} \left(\frac{A_{\text{tot}}}{A_t} \right)^{-0.15}$$

con $1000 \leq \text{Re}_{D_0} \leq 100000$ e $5 \leq (A_{\text{tot}}/A_t) \leq 30$, in cui A_{tot} è l'area totale mentre A_t è l'area del tubo liscio, senza alette.

Per la determinazione del numero di Reynolds, valga la seguente relazione

$$\text{Re}_{D_0} = \frac{D_0 \cdot \frac{\dot{m}_a}{A_{\text{min}}}}{\nu} = \frac{D_0 \cdot \bar{u}}{\nu},$$

nella quale la velocità media \bar{u} dell'aria è definita come il rapporto tra la portata e la sezione frontale di passaggio (sez. A-A di Fig.2).

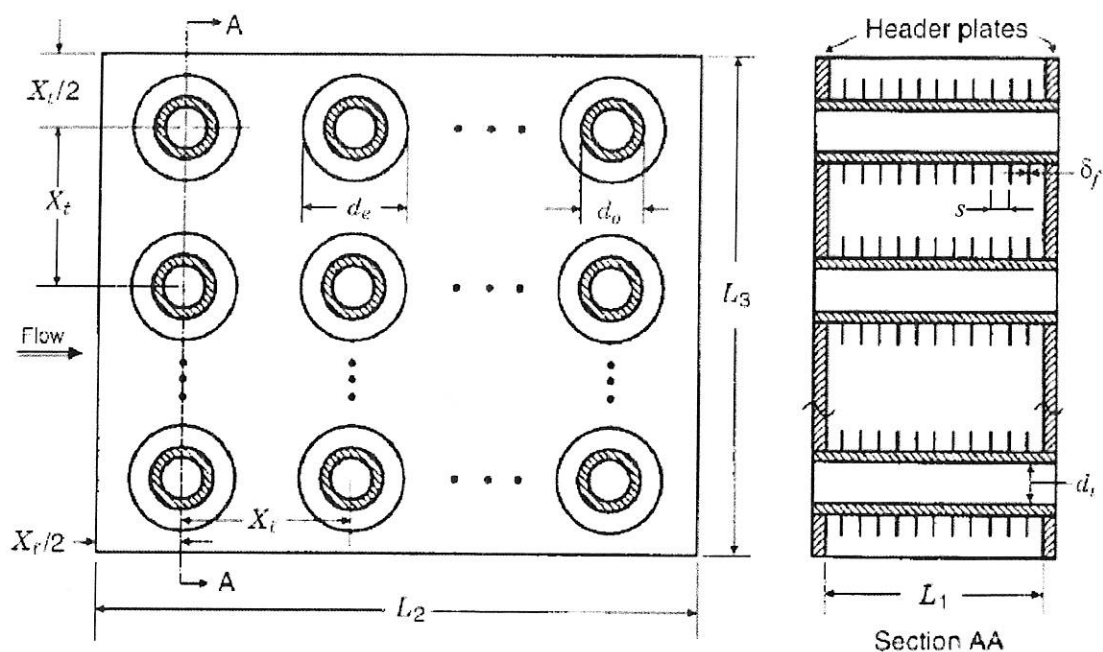


Figura 2 – Schematizzazione semplificata dello scambiatore

Tabella 1 – Ingombri e alcune dimensioni dello scambiatore

L_1 [m]	L_2 [m]	L_3 [m]	d_o [mm]	δ_f [mm]
1	1	1	10	1

Si considerino inoltre le seguenti condizioni: $(X_l = X_t)$ e $\left[\frac{s}{L} = \frac{s}{(D_e - D_o)/2} = 0.2 \right]$.

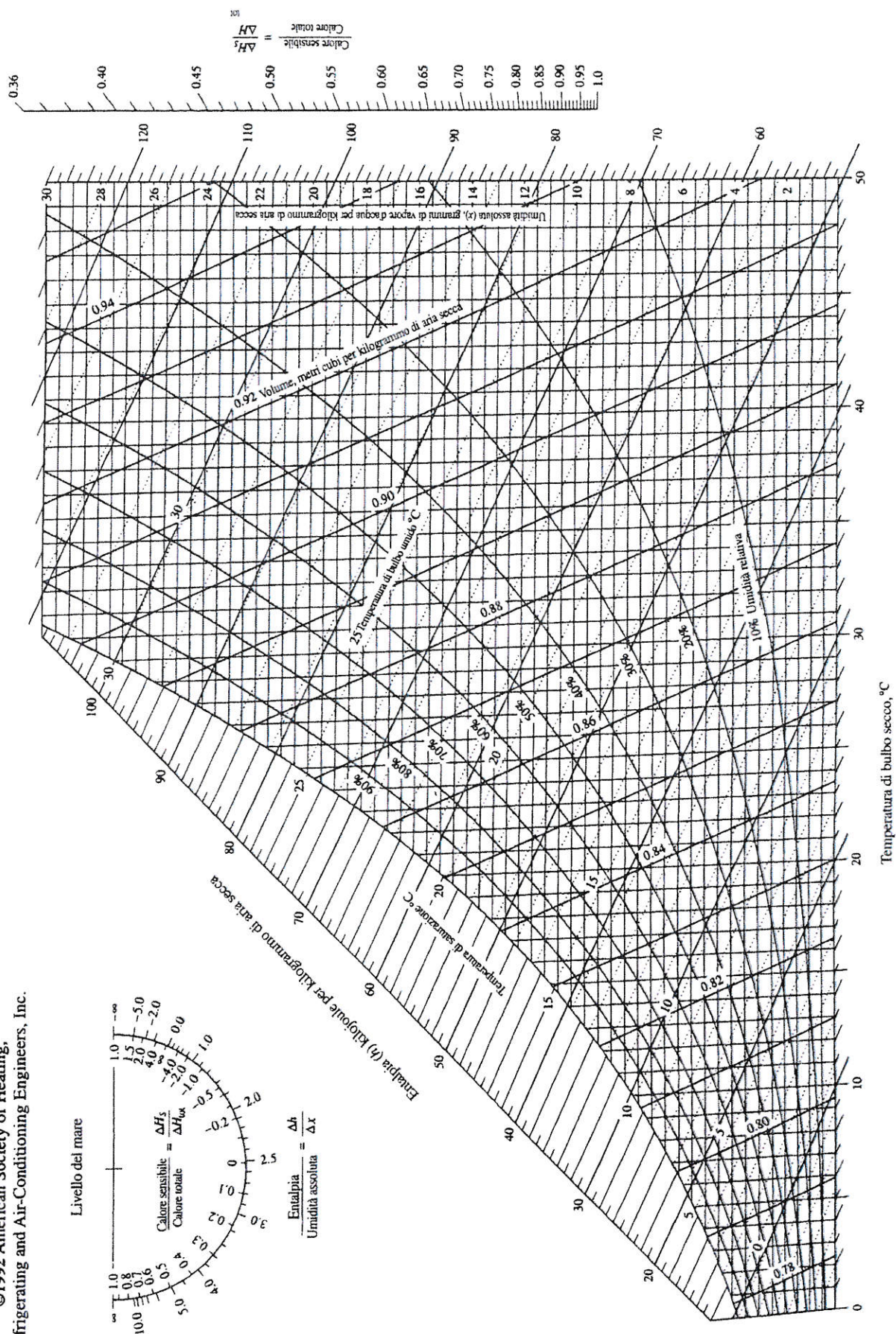
Tabella 2 – Proprietà termofisiche dell'aria alla pressione atmosferica

t [°C]	ρ [kg·m ⁻³]	c_p [kJ·kg ⁻¹ ·K ⁻¹]	μ [10 ⁻⁵ kg·m ⁻¹ s ⁻¹]	ν [10 ⁻⁶ m ² ·s ⁻¹]	λ [W·m ⁻¹ K ⁻¹]	α [10 ⁻⁶ m ² ·s ⁻¹]
-23	1,4128	1,0053	1,599	11,32	0,02226	15,672
27	1,177	1,006	1,846	15,680	0,0262	22,143
77	0,998	1,009	2,075	20,790	0,0300	29,830
127	0,883	1,014	2,286	25,900	0,0336	37,600
177	0,783	1,021	2,484	28,860	0,0371	42,220

Note.

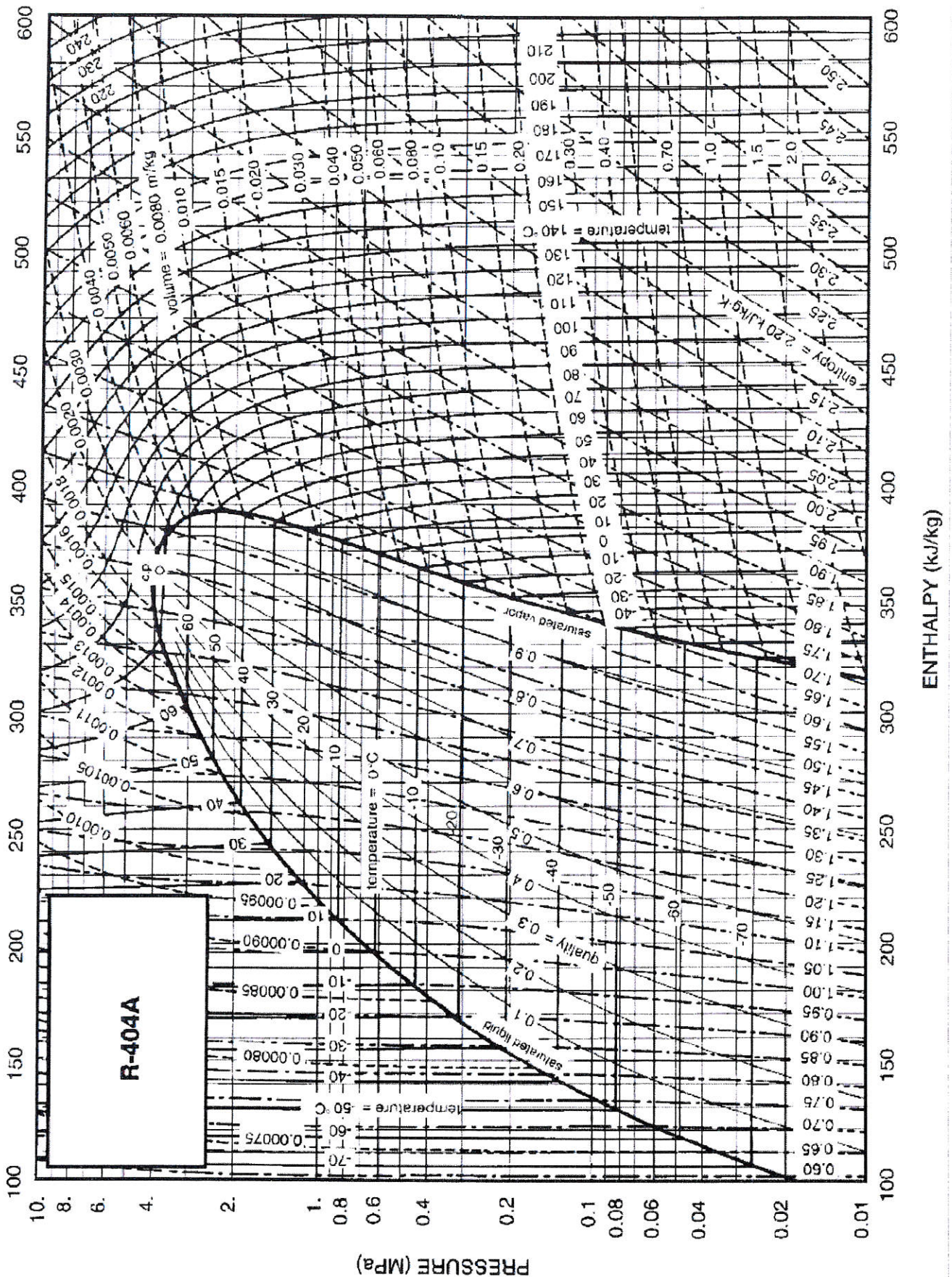
Riguardo ad eventuali dati non forniti, il candidato faccia delle assunzioni verosimili, fornendone una giustificazione.

Figura 3 – Diagramma psicrometrico



ASHRAE Diagramma psicrometrico N. 1
Temperatura normale
Pressione barometrica: 101 325 Pa

©1992 American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

Figura 4 – Diagramma p - h dell' R404-a

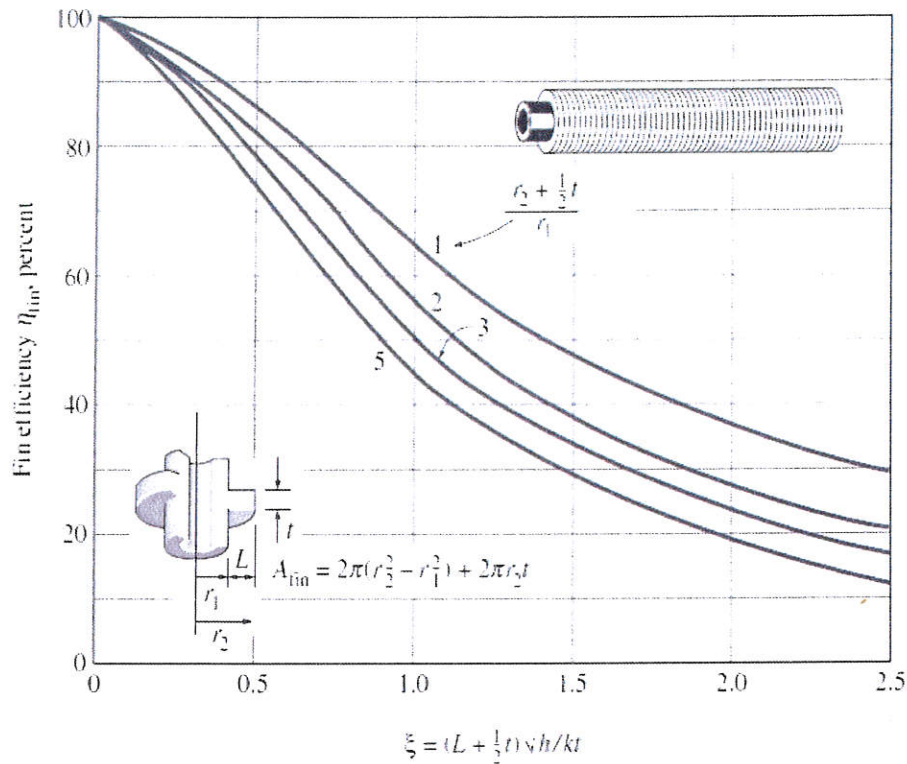


Figura 5 – Efficienza aletta rettangolare

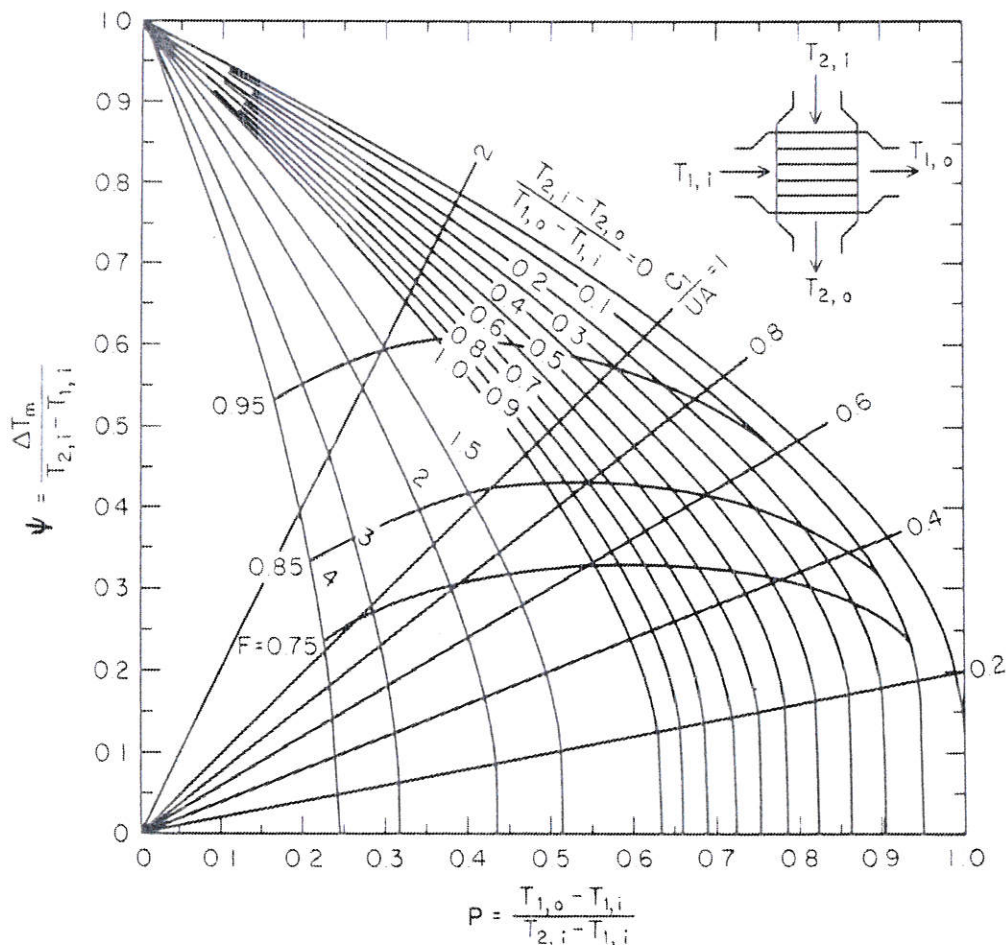


Figura 6 – Diagramma $\Psi - P$ per scambiatore a singolo passaggio a flussi incrociati con un fluido miscelato e l'altro non miscelato.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Industriale

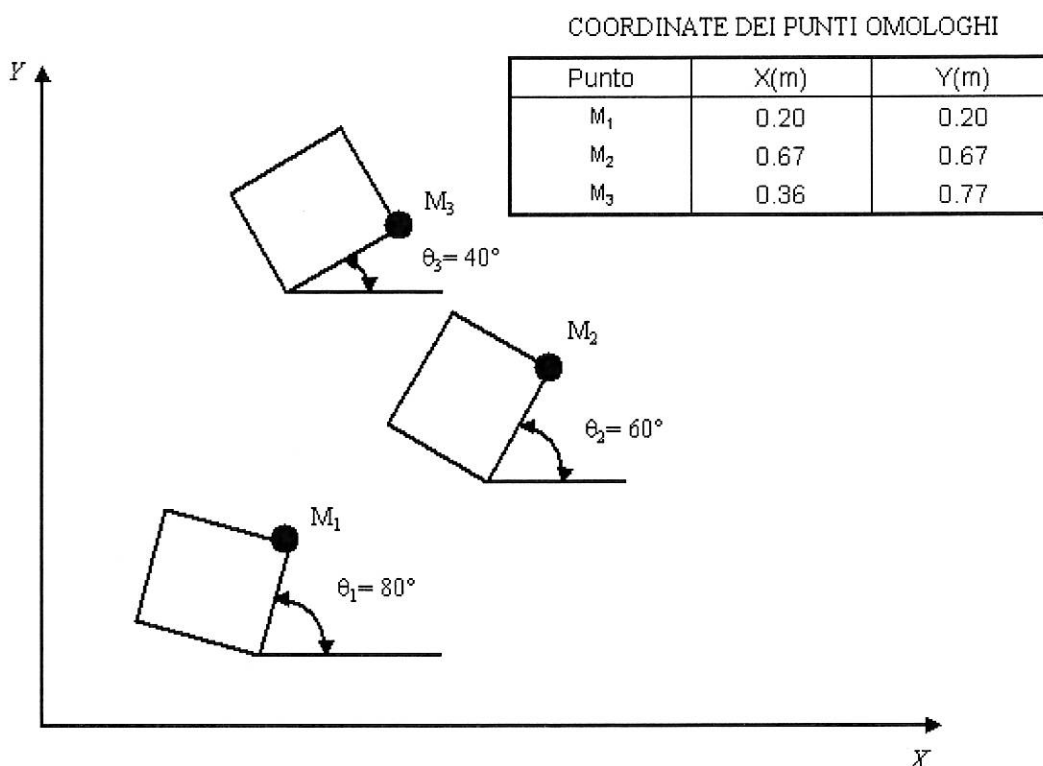
Prova progettuale – Meccanica Applicata alle Macchine

Si consideri un componente di massa pari a 50 kg che deve essere movimentato in maniera continua dalla posizione 1, attraverso la posizione 2, fino alla posizione 3 (Figura in basso). Si supponga di realizzare tale movimentazione mediante un quadrilatero articolato piano sulla cui biella viene montato il componente stesso.

Il candidato esegua il dimensionamento di tale meccanismo, considerando in particolare i seguenti quesiti:

- Si esegua la sintesi cinematica del meccanismo mediante un metodo a scelta (grafico o analitico)
- Si verifichi mediante la formula di Grashof che il quadrilatero possa permettere un funzionamento continuo (ovvero che almeno uno dei membri adiacenti al telaio sia una manovella)
- Si valuti la coppia massima da applicare alla manovella per mantenerla in rotazione con una velocità angolare costante a 6.28 rad/s. (a tal proposito si consideri come unica massa rilevante quella del componente da movimentare (trascurando le aste) e si includa il contributo della forza peso agente lungo la direzione $-Y$). Si consideri la presenza del componente per il solo intervallo di movimento dalla posizione 1 alla posizione 3 (dalla posizione 3 alla posizione 1 il quadrilatero lavora scarico).
- In corrispondenza della configurazione per cui è applicata la coppia massima, si stimino le caratteristiche della sollecitazione su ciascuna delle aste disegnandone opportuni diagrammi grafici.
- Si dimensionino i perni di collegamento e le aste, verificandone il comportamento a fatica e eventuali fenomeni di instabilità elastica.

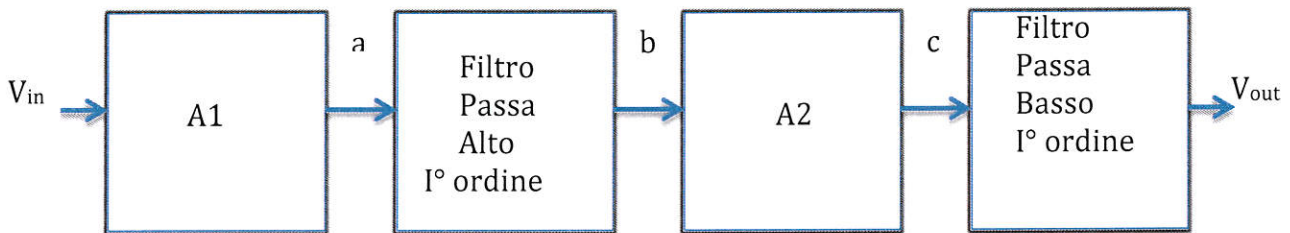
Il candidato assuma a piacimento eventuali dati mancanti.



**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore Industriale

Prova progettuale – Ingegneria Medica



Si consideri un circuito elettronico formato in sequenza da:

- un amplificatore del tipo: $A(f) = 10^6 / (1 + jf/100)$ configurato per un guadagno in tensione pari a 10 ($A1 = 10$)
- un Filtro Passa Alto del 1° ordine che, alla frequenza del segnale di ingresso attenui di un fattore 2
- un amplificatore del tipo $A(f) = 10^6 / (1 + jf/200)$ configurato per un guadagno in tensione pari a -20 ($A2 = -20$)
- un filtro Passa Basso del 1° ordine con frequenza di taglio di 200Hz, in grado di attenuare, alla frequenza del segnale di ingresso di un fattore 0.2

In sede di progetto si determinino i valori delle 6 resistenze e dei 2 condensatori.

Si determinino i valori delle tensioni nei punti: a, b, c, nonché V_{out} .

Si determini il rapporto Segnale/Rumore in uscita immaginando che il primo amplificatore generi rumore trascurabile, quindi iniziando a considerare il contributo del rumore dopo l'amplificatore A1.

Si discuta l'influenza della tensione di offset in uscita.

Si eseguano i grafici delle funzioni di trasferimento delle coppie dei circuiti seguenti: A1 con Filtro Passa Alto e: A2 con Filtro Passa Basso.

Supponendo che il condensatore del Filtro Passa Alto rappresenti un sensore il cui valore diminuisca del 20% rispetto al suo valore determinato in sede di progetto, si mostri graficamente l'effetto di tale variazione nel primo dei due precedenti grafici.

Dati:

$$V_{in} = V_0 \sin(6.28 \cdot 10 \cdot t) + V_{offset} + V_{noise}$$

$$V_0 = 1\text{mV}$$

$$F = 10 \text{ Hz}$$

$$V_{offset} = 100\text{mV}$$

$$V_{noise} = 100 \text{ nV}$$

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale - Elettronica

Il/La candidato/a progetti, dapprima attraverso diagramma a blocchi poi attraverso schemi circuitali, un alimentatore di tensione programmabile con le seguenti caratteristiche:

- Tensione di lavoro da 0V a +10V (corrente massima pari ad 1A) con un errore nominale sulla tensione impostata inferiore a 0.1%.
- Possibilità di selezionare la tensione e la massima corrente erogabile tramite un software installato su un PC o direttamente dal pannello dello strumento.
- Misura della tensione e della corrente durante il funzionamento del dispositivo.

Il candidato, inoltre, commenti in base alle strategie adottate nella progettazione la risoluzione ed i limiti nella misura della tensione e della corrente.

**Esame di Stato per l'Abilitazione all'Esercizio della Professione di
Ingegnere Magistrale
I Sessione – 7 luglio 2016**

Settore dell'Informazione

Prova progettuale – Informatica

Si consideri un sistema software per la prenotazione *on-line* dei posti di un evento. Il tipo di evento è legato ad una proiezione di film ed è formato da un certo numero di sale di diversa dimensione. Ogni sala proietta tre spettacoli al giorno ed uno stesso film può essere proiettato in più di una sala. Un cliente può prenotare al più 5 posti scegliendo lo spettacolo, l'orario e la preferenza di posto (prime file, file intermedie, ultime file).

Il sistema deve fornire le seguenti funzionalità:

- ricerca del film (specificando titolo e/o attori protagonisti);
- ricerca degli spettacoli (specificando il giorno);
- ricerca dei posti disponibili (specificando spettacolo, giorno e orario)
- prenotazione posti (come sopra descritto);
- aggiornamento prenotazione;
- cancellazione prenotazione.

Il candidato produca il documento di specifica per il sistema descritto, seguendo un metodo OOA (*object-oriented analysis*) e facendo uso del linguaggio UML (Unified Modeling Language) per lo sviluppo dei modelli di sistema.