



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>Civile - Ambientale</b>	<b>A</b>	<b>I</b>	<b>20 novembre 2012</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: AMBIENTE</b>
Il candidato illustri in maniera sintetica i principali problemi legati al trattamento e allo smaltimento dei fanghi di depurazione.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: EDILE</b>
Il processo di progettazione per la realizzazione di Opere Pubbliche.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: GEOTECNICA</b>
Il candidato illustri il tema generale della resistenza al taglio dei terreni coesivi, e ne commenti le applicazioni pratiche.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: IDRAULICA</b>
Il candidato illustri il tema della mitigazione del rischio idraulico nelle aree urbanizzate. L'impostazione metodologica, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva concorreranno alla valutazione globale della prova.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: INFRASTRUTTURE</b>
L'evoluzione nel tempo dei metodi di dimensionamento di una pavimentazione stradale: dal metodo proposto dall'AASHTO Guide for Design of Pavement Structures del 1993 ai metodi innovativi. Il candidato descriva nello specifico i dati di input necessari per effettuare un dimensionamento e l'effetto che le loro variazioni hanno su una generica sovrastruttura.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore CIVILE/AMBIENTALE - Indirizzo: STRUTTURE</b>
La stabilità dell'equilibrio elastico nei problemi di ingegneria strutturale: aspetti generali e casi più ricorrenti.	



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>Industriale</b>	<b>A</b>	<b>I</b>	<b>20 novembre 2012</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: AUTOMAZIONE</b>
Il candidato discuta le specifiche relative al progetto di sistemi di controllo a retroazione.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: BIOMEDICA</b>
Il candidato analizzi le problematiche relative alla realizzazione di un software destinato ad uso medico identificando ed analizzando le attività principali previste in funzione delle normative vigenti.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: ELETTRICA</b>
La manutenzione degli impianti elettrici industriali: criteri, normativa, metodologia e sicurezza.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: ENERGETICA</b>
Il settore della refrigerazione civile ed industriale nell'ottica del risparmio energetico: tracciare il quadro generale dello stato dell'arte della tecnologia per la produzione di freddo ed indicare le soluzioni che presentano le migliori prospettive nell'ottica del contenimento delle emissioni clima-alteranti.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: GESTIONALE</b>
Il candidato presenti le principali tipologie di indicatori contabili di prestazione.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: IMPIANTI</b>
La previsione della domanda: il candidato illustri e discuta la problematica, presenti le principali metodologie descrivendone l'impostazione ed evidenziandone i punti di forza e le criticità.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INDUSTRIALE - Indirizzo: MECCANICA</b>
Il candidato descriva, in modo sintetico, le metodologie di verifica di componenti meccanici soggetti a carichi variabili nel tempo.	



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<b>Informazione</b>	<b>A</b>	<b>I</b>	<b>20 novembre 2012</b>

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INFORMAZIONE - Indirizzo: AUTOMAZIONE</b>
Il candidato discuta le specifiche relative al progetto di sistemi di controllo a retroazione.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INFORMAZIONE - Indirizzo: BIOMEDICA</b>
Il candidato analizzi le problematiche relative alla realizzazione di un software destinato ad uso medico identificando ed analizzando le attività principali previste in funzione delle normative vigenti.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INFORMAZIONE - Indirizzo: ELETTRONICA</b>
Il candidato analizzi le problematiche relative alla realizzazione di una rete distribuita di sensori, evidenziando gli aspetti particolarmente critici e le possibili scelte tecniche, con riferimento ad un esempio di scenario applicativo. In particolare, si dettino le possibili tecniche per l'acquisizione del segnale, la sua trasmissione ed elaborazione, la eventuale ottemperanza alle normative, e l'accuratezza e la robustezza della soluzione proposta.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INFORMAZIONE - Indirizzo: INFORMATICA</b>
Le biblioteche digitali consentono di memorizzare e distribuire opere digitali (sia digital-born che digitalizzate) integrando tecniche relative a database relazionali, information retrieval e Web design. Esempi di interesse in ambito informatico sono IEEE Xplore e ACM Digital Library. Il candidato discuta principi, metodologie e tecniche relative al progetto di applicazioni nell'ambito delle biblioteche digitali.	

<b>Tema di:</b>	<b>Settore INFORMAZIONE - Indirizzo: TELECOMUNICAZIONI</b>
Il candidato illustri i principali concetti alla base della teoria dell'informazione, con riferimento alla codifica di sorgente e di canale. Nella valutazione sarà tenuto conto anche della chiarezza espositiva nonché della capacità di sintesi ed organizzazione del materiale.	



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Civile - Ambientale</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

<b>Tema di:</b>	<i>Ambiente</i>
-----------------	-----------------

Si deve dimensionare un impianto di depurazione di acque reflue di origine domestica a servizio di un centro abitato con sistema fognario di tipo misto. I dati a disposizione ai fini della progettazione sono riassunti in Tabella 1.

Dato	Unità	Valore
Numero di abitanti	Abitanti	16500
Tipo di fognatura	-	Mista
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0.9
Dotazione idrica procapite	L/abitante giorno	170
Produzione specifica di sostanza organica	gBOD <sub>5</sub> /abitante giorno	70
Rapporto bCOD/BOD <sub>5</sub>	gbCOD/ BOD <sub>5</sub>	1.6
Produzione specifica di azoto	gTKN/abitante giorno	15
Concentrazione solidi volatili non biodegradabili	mgSSV/l	15
Temperatura media dei liquami	°C	18
Temperatura minima dei liquami	°C	15

Al candidato è richiesto:

1. la predisposizione di una filiera di trattamento per la linea acque e per la linea fanghi, con motivazione delle scelte;
2. dimensionamento speditivo di pretrattamenti e dei trattamenti primari;
3. dimensionamento del processo biologico e del sedimentatore secondario con il criterio dell'età del fango;
4. valutazione della richiesta di ossigeno;
5. stimare la potenza delle soffianti nell'ipotesi di aerazione con sistema ad aria diffusa;
6. valutazione della produzione di fango;
7. dimensionamento della fase di disinfezione;
8. disegno, in scala opportuna, di una pianta ed una sezione di una delle parti dell'impianto a scelta.

Per i parametri che non sono stati assegnati è possibile fare riferimento alla letteratura tecnica.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Civile - Ambientale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Edile*

Su un lotto pianeggiante, facente parte di un comparto urbanistico, è prevista la realizzazione di un edificio per uffici. Al piano terreno andrà ubicata una sala convegni della capienza di 99 posti, accessibile anche dall'esterno e dotata di servizi esclusivi. In ogni piano dovranno essere presenti unità immobiliari tra loro indipendenti, costituite da uffici di diversa pezzatura.

All'interno del lotto dovranno essere previste aree destinate sia a verde privato che pubblico, parcheggi pubblici in superficie e parcheggi a servizio dell'edificio per uffici, eventualmente anche interrati.

Dalla planimetria si ricava la geometria del lotto che ha forma rettangolare e dimensioni di 100x70m. Lungo il lato nord si trova una strada a doppio senso di marcia. L'esposizione del Nord è indicata nella planimetria.

Gli indici urbanistici e le prescrizioni per determinare la capacità edificatoria del comparto sono i seguenti:

- Volume massimo  $V_{max} = 20000$  mc
- Rapporto di copertura  $R_C < 25\%$ ;
- Altezza massima  $H_{max} = 15$  m;
- Altezza minima piano terreno  $H = 3,3$  m;
- Parcheggi e relativa viabilità di servizio = 1mq/10mc.
- Distanza minima da strade e confini = 8 m
- Superficie a verde  $> 25\%$

\* \* \*

Il candidato predisponga un progetto per il lotto in questione secondo la normativa vigente nazionale ed il regolamento edilizio (Comune a scelta del candidato).

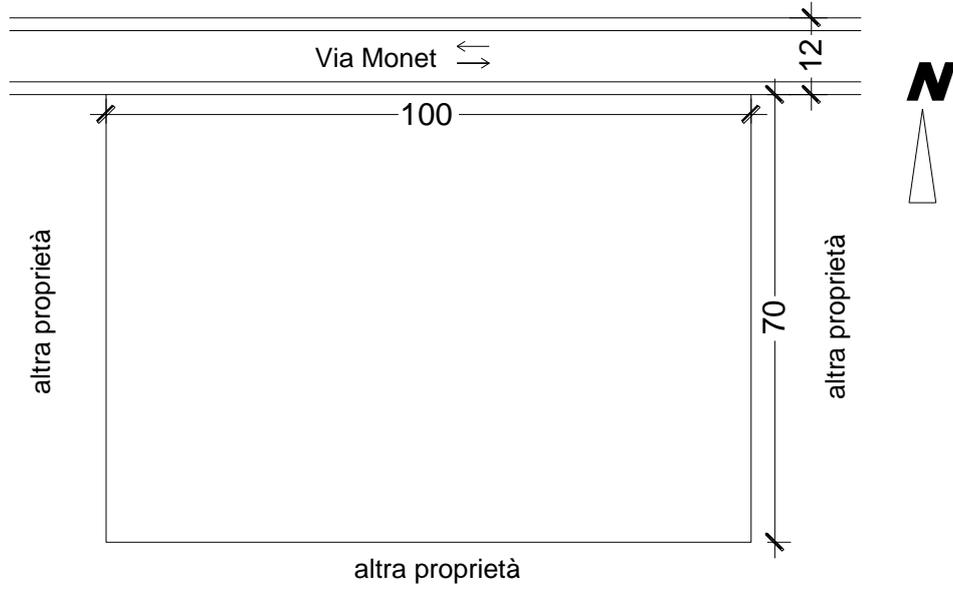
Sono richiesti i seguenti elaborati grafici e di testo:

- Planimetria del lotto (scala 1:500) con indicazione della posizione dell'edificio, delle zone sistemate a verde e dei parcheggi;
- Piante 1:100 di tutti i piani significativi dell'edificio e del piano tipo;
- Pianta 1:200 del piano tipo dell'edificio della maglia strutturale portante in c.a. (travi, pilastri e solai);
- Tabella riassuntiva dei valori di superficie e volume dell'intervento;
- Almeno una Sezione 1:200 del fabbricato con quote altimetriche
- Un particolare costruttivo quotato significativo (scala, solaio, fondazioni, nodo trave-pilastro, copertura) in scala opportuna fra 1:20, 1:10.

Planimetria:



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012





Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Civile - Ambientale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Geotecnica*

Il sottosuolo dell'area pianeggiante sulla quale deve sorgere uno stabilimento industriale per la trafilatura di alluminio per uso aeronautico è costituito fino a 4,50 m di profondità da un terreno incoerente saturo (sabbia limosa di media densità). Su tale materiale sono state eseguite numerose prove penetrometriche dinamiche su fondo foro, a profondità variabili fra -1,50 e -4.00 m, che hanno dato i seguenti valori caratteristici:

$$N_{SPT} \text{ (medio)} = 26,9$$

$$N_{SPT} \text{ (St.Dev.)} = 3,4$$

Numero delle rilevazioni = 26

Al di sotto dello strato di sabbia, e fino a grande profondità è stato rilevato uno strato di materiale coesivo saturo (argilla limosa di media consistenza) sul quale sono state eseguite numerose prove penetrometriche statiche, che hanno dato i seguenti risultati:

$$q_c \text{ (medio)} = 2142 \text{ KPa}$$

$$q_c \text{ (St. Dev.)} = 116 \text{ KPa}$$

Numero delle rilevazioni = 136

$$F_s \text{ (medio)} = 176 \text{ KPa}$$

$$F_s \text{ (St. Dev.)} = 2.14 \text{ KPa}$$

Numero delle rilevazioni = 136

La falda freatica è situata alla profondità di 2.30 m dal p.c.

Il candidato progetti il sistema fondale dello stabilimento in questione, che ha pianta rettangolare di larghezza 11,80 m e lunghezza 38,70m (asse pilastri), ed è costituito da una struttura in acciaio con colonne (HEM 600) poste all'interasse di 4,30 m, su ciascuna delle quali sono previste le seguenti azioni:

$$N_{p.p.} = 890 \text{ KN}$$

$$N_{c.a.} = 190 \text{ KN (carro ponte)}$$

Azioni sismiche prevalenti:

$$T_{s1} = +/- 166 \text{ KN (in direzione trasversale)}$$

$$T_{s2} = +/- 292 \text{ KN (in direzione longitudinale)}$$

$$M_{s1} = +/- 3220 \text{ KN m (in direzione trasversale)}$$

$$M_{s2} = +/- 11240 \text{ KN m (in direzione longitudinale)}$$

Il candidato progetti compiutamente l'opera fondale, nonché le opere di sostegno degli scavi, se necessarie, per la realizzazione della struttura di fondazione che dovrà avere l'estradosso (piano di calpestio interno del capannone) a + 0.50 m dal p. c.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Civile - Ambientale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Idraulica*

Con riferimento alla planimetria riportata in Figura 1, si consideri un canale rettilineo con pendenza del fondo mediamente costante pari a 0.2/1000 caratterizzato da una sezione trasversale rettangolare di larghezza costante  $b=10$  m in cui transita una portata  $Q_{200}=45\text{m}^3/\text{s}$ . Il canale presenta dei muri di contenimento in cemento armato rivestito in pietra ed il fondo del canale è costituito da sedimenti di tipo ghiaioso aventi  $D_{50}=2$  cm. Nel tratto di monte l'altezza dei muri di contenimento risulta  $h_1=5$  m, mentre nel tratto urbanizzato di valle l'altezza si riduce a  $h_2=3$  m.

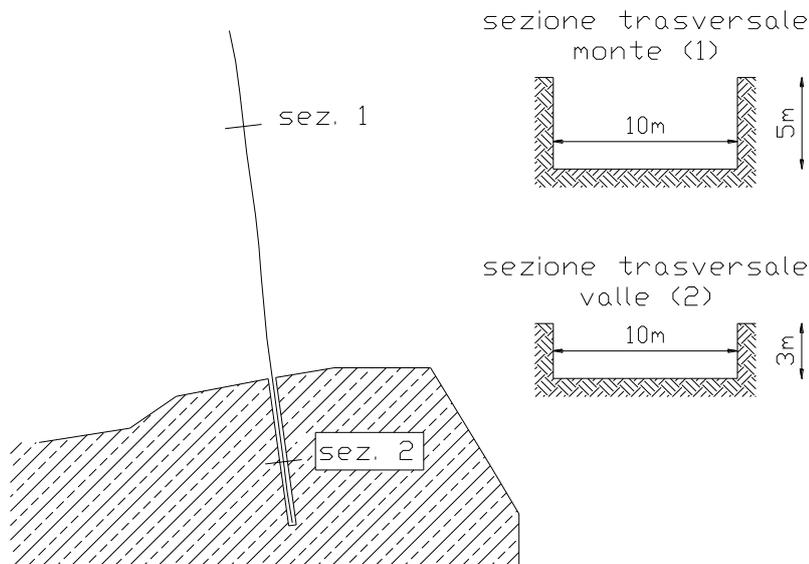


Figura 1: planimetria del tratto di canale in esame.

Al fine di garantire lo smaltimento della portata  $Q_{200}$  nel tratto urbanizzato con un adeguato franco di sicurezza, si prevede la costruzione di una cassa di espansione nel tratto di monte.

- 1) Il candidato progetti lo sfioratore laterale della cassa di espansione, determinandone la larghezza  $L$  e l'altezza  $d$  della soglia sfiorante rispetto alla quota del fondo del canale.
- 2) Il candidato disegni l'andamento qualitativo del profilo del pelo libero nel tratto in esame.
- 3) Il candidato disegni un particolare costruttivo dello sfioratore laterale.
- 4) Il candidato discuta qualitativamente le variazioni del profilo longitudinale del fondo dell'intero canale nel caso in cui transitino una portata liquida in grado di mobilitare i sedimenti sul fondo.



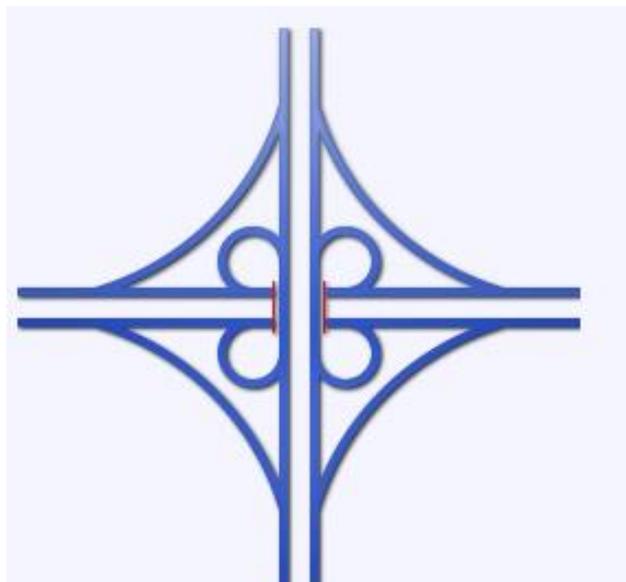
Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Civile - Ambientale</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

**Tema di:** *Infrastrutture*

Data l'intersezione rappresentata nella cartografia allegata il candidato esegua:

- La geometrizzazione delle rampe dello svincoli, comprensiva delle corsie specializzate, secondo lo schema consigliato nella seguente immagine.
- Determinazione della quota di progetto dell'asse stradale "B" nella tratta di interesse in funzione delle necessità della geometrizzazione delle rampe dello svincolo (è necessario il rispetto dei franchi liberi minimi).
- Rappresentazione schematica della sezione tipo.



**Figura 1 - Schema dello svincolo da realizzare**

Per la determinazione delle lunghezze delle corsie specializzate si utilizzino i seguenti dati:

- Asse A: TGM bidirezionale = 16600 veh/gg;
- % Veicoli pesanti = 11%
- Asse B: TGM bidirezionale = 9700 veh/gg;
- % Veicoli pesanti = 8.5%

Il candidato ipotizzi eventuali dati mancanti utili alla determinazione di quanto richiesto nel testo.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012





Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Civile - Ambientale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Strutture*

Si progetti la struttura di una pensilina di copertura di un parcheggio per autovetture. In figura è rappresentata in modo schematico la planimetria della zona da coprire, con quote riferite alla parte utile coperta. Le caratteristiche della copertura sono le seguenti:

- lunghezza totale: 40.00 m
- larghezza: 8.00 m
- altezza utile minima: 4.00 m
- copertura: (inclinazione a scelta del candidato)
- materiali: profilati in acciaio e lamiera grecata o strutture in c.c.a. a scelta.
  
- fondazione: in c.c.a. con tipologia a scelta
- comune: Firenze (coordinate: 43° 51' N 11° 14' E)
- categoria del suolo, topografia: B, T1, battuta dai venti
- zona: classe di rugosità B (+ 70 m s.l.m.)
- terreno:  $p_{lim} = 0.35 \text{ N/mm}^2$

E' lecito considerare la direzione dell'azione sismica parallela ad un solo lato della copertura da scegliere significativamente in relazione allo schema strutturale. E' lecito, inoltre, riferirsi a schemi di calcolo semplificati.

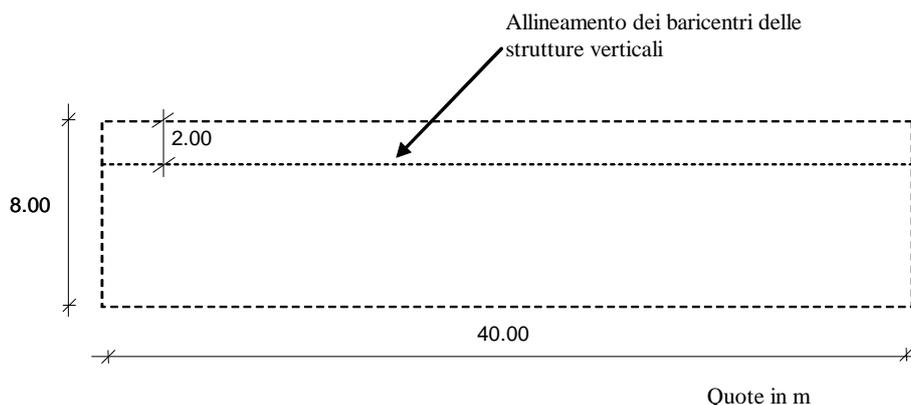
Elaborati richiesti:

1) Relazione di calcolo:

- scelte progettuali
- materiali impiegati
- analisi dei carichi
- progetto di massima della struttura della copertura, delle strutture verticali e delle fondazioni
- calcolo definitivo della struttura principale e secondaria della copertura (acciaio o c.c.a.)
- verifica semplificata della portanza della fondazione in c.c.a..

2) Elaborati grafici:

- a) pianta e sezione quotate, in scala a scelta, con le indicazioni delle strutture, dei giunti, etc.
- b) particolari costruttivi a scelta di una unione saldata o di una unione bullonata in scala 1:20 o 1:10, ovvero disegno delle armature della struttura principale (trave) della copertura.





Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** Automazione

Il modello termico a parametri concentrati di un edificio da riscaldare è schematizzato dal circuito termico di figura 1. Nello schema riportato:

- $u$  è il flusso termico dell'impianto di riscaldamento (variabile di controllo manipolabile)
- $w_1$  è la temperatura esterna (disturbo)
- $w_2$  è il flusso termico della radiazione solare (disturbo)
- $y$  è la temperatura interna media dell'edificio (variabile da controllare)

I valori numerici dei parametri sono i seguenti:

- capacità termica delle pareti  $C_w = 40 \cdot 10^6 \text{ J/K}$
- capacità dell'aria interna  $C_a = 72 \cdot 10^4 \text{ J/K}$
- resistenza termica delle pareti  $R_w = 1.9 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza termica delle finestre e dovuta alle perdite di ventilazione  $R_v = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza di convezione esterna  $R_{co} = 0.14 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza di convezione interna  $R_{ci} = 0.37 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$

Il candidato svolga i seguenti punti:

- 1) Posto  $w = [w_1, w_2]^T$  e definito opportunamente il vettore di stato, si scrivano le equazioni di stato del modello  $\dot{x} = Ax + Bu + Dw$
- 2) Si determinino le funzioni di trasferimento  $P(s)$ ,  $G_1(s)$ ,  $G_2(s)$  dai tre ingressi  $u$ ,  $w_1$ , e rispettivamente,  $w_2$  all'uscita  $y$ .
- 3) Si progettino un controllore a retroazione ad un solo grado di libertà  $C(s)$  che garantisca
  - reiezione di disturbi costanti
  - errore di inseguimento alla rampa unitaria non superiore a 0.01
  - tempo di salita di circa mezz'ora
  - transitorio privo di sovraelongazione
- 4) Si imponga il problema della stima dello stato del processo, assumendo di misurare la temperatura interna  $y$  con un errore di misura di deviazione standard pari a  $0.5 \text{ }^\circ\text{K}$ , di conoscere con buona accuratezza la temperatura esterna e di modellare il flusso termico della radiazione solare nel seguente modo:

$$w_2(t) = A + B \cos \frac{2\pi}{T_0} t$$

con periodo  $T_0$  di 24 ore.

- 5) Si discuta come compensare, mediante controllori ad azione diretta, i disturbi  $w_1$  e  $w_2$  supponendo che tali disturbi siano accessibili (misurati o stimati con buona accuratezza).
- 6) Si illustri come si può procedere al progetto di un controllore digitale che soddisfi le specifiche di cui al punto 3, scegliendo opportunamente l'intervallo di campionamento  $T$  e giustificandone la scelta.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Industriale</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

<b>Tema di:</b>	<i>Biomedica</i>
-----------------	------------------

Il candidato scelga uno specifico settore applicativo e progetti un sistema computerizzato per estrarre l'informazione utile attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di un'immagine o segnale biomedico. Si definiscano quindi:

- Le specifiche del problema in esame e la descrizione dell'informazione di interesse
- La tecnologia migliore per l'acquisizione del segnale o immagine di interesse. Si descrivano le possibili alternative le motivazioni della scelta effettuata (indicando pro e conto, sorgenti di rumore o degradazione del segnale, e strategie per migliorare la qualità del dato)
- Le architetture hardware e software necessarie per l'elaborazione
- Una descrizione dei metodi di elaborazione che si prevede di utilizzare
- Una analisi dei possibili rischi per la sicurezza del paziente
- Le metodiche per la sperimentazione e validazione del sistema realizzato

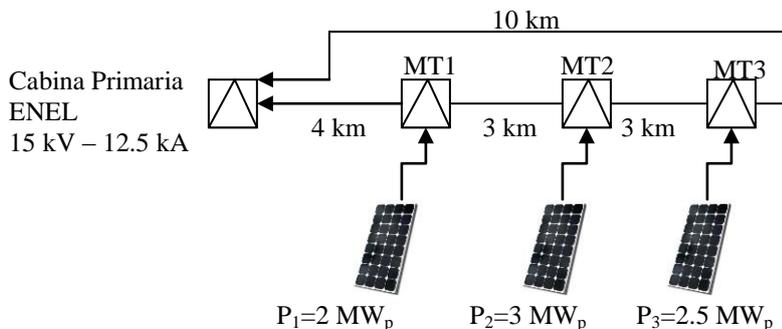


Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** Elettrica

La società SOLARIA ha deciso di installare 3 impianti fotovoltaici da collegare ad una cabina primaria secondo lo schema riportato in figura 1. Le tre cabine BT/MT sono connesse tra loro mediante una linea principale con connessioni entra-esce. Dalla cabina MT3 è prevista una richiusura di emergenza alla cabina primaria, per i casi in cui si presenti un guasto nei diversi tratti della linea principale.



Sez. mm <sup>2</sup>	R (Ω/km)	X (Ω/km)	I <sub>Z</sub> (A)
185	0.193	0.173	357
240	0.124	0.166	454
300	0.075	0.158	595

Tab. 1 - Dati tecnici

Fig. 1 - Schema dell'impianto

Al Candidato si richiede di:

1. Dimensionare l'impianto di distribuzione MT facendo riferimento ai dati tecnici dei conduttori in Tab.1 ed ipotizzando che la  $\Delta V\%$ , in ciascuna tratta MT sia minore del 5% sia ipotizzando la gestione dell'anello aperto nel nodo MT2 sia considerando la possibilità di alimentazione di emergenza di tutte le cabine da una sola direttrice.
2. Disegnare lo schema unifilare della rete e calcolare i flussi di potenza e le tensioni in tutti i nodi MT durante il funzionamento dell'impianto alla massima produzione ed ipotizzando la tensione nominale di 15 kV nel punto di connessione alla rete.
3. Calcolare la corrente di guasto per corto circuito trifase netto in tutti i nodi MT dell'impianto trascurando prima e considerando dopo i contributi dei generatori fotovoltaici.
4. Disegnare lo schema di connessione dell'impianto FV alla rete nella cabina MT3 secondo la norma CEI 0-16, dimensionando i trasformatori ed i fusibili/interruttori.
5. Disegnare un possibile schema a blocchi della distribuzione BT (c.a. e c.c.) e quello unifilare di potenza di uno dei campi FV, dimensionando in particolare il numero di stringhe, gli inverter e i cavi lato c.a. e lato c.c. con l'ipotesi di utilizzare dei pannelli con le caratteristiche riportate nella Tabella 2.

Definizione	U.M.	Valore
Potenza di picco (Wp)	W	255
Corrente di corto circuito (Isc)	A	8.41
Tensione a circuito aperto (Voc)	V	38.36
Tensione al punto di max potenza (Vmp)	V	31.58
Corrente al punto di max potenza (Imp)	A	8.08
Coefficiente di temperatura di Isc	%/°C	0,046
Coefficiente di temperatura di Voc	%/°C	-0,34
Coefficiente di temperatura di Pmax	%/°C	-0,327
Temperatura operativa	°C	da -40 a +85
NOCT (800W/m2)	°C	49
NOCT (1000 W/m2)	°C	44
Tensione nominale	V	36
Tensione massima di sistema	V	1000
Efficienza della cella	%	17.10
Efficienza del modulo	%	15.30

Il Candidato è libero di fare, motivandole, tutte le ipotesi necessarie per lo svolgimento dell'elaborato. La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** Energetica

Una sala riunione, con superficie utile in pianta di  $100\text{m}^2$  e altezza netta di  $3\text{m}$ , è dotata di un impianto termico e di ventilazione meccanica necessari a soddisfare il carico termico di riscaldamento e il rinnovo dell'aria. Il locale ha una richiesta di  $3\text{kW}$  di potenza termica di dispersioni per trasmissione attraverso l'involucro edilizio, quando all'esterno la temperatura dell'aria è pari a  $0^\circ\text{C}$  (temperatura di progetto) e la temperatura dell'aria richiesta nel locale ( $T_{\text{set}}$ ) è pari a  $20^\circ\text{C}$ . Nel locale deve essere garantito il rinnovo dell'aria per un affollamento massimo  $0.3\text{pers}/\text{m}^2$  ed una portata di rinnovo pari a  $0.01\text{m}^3/\text{s}$  a persona, mediante un impianto di ventilazione meccanica a doppio flusso, con solo recuperatore di calore (efficienza pari a  $0.5$ ) interposto fra le correnti in immissione e in espulsione di ugual portata in massa, schematizzato in figura 1.

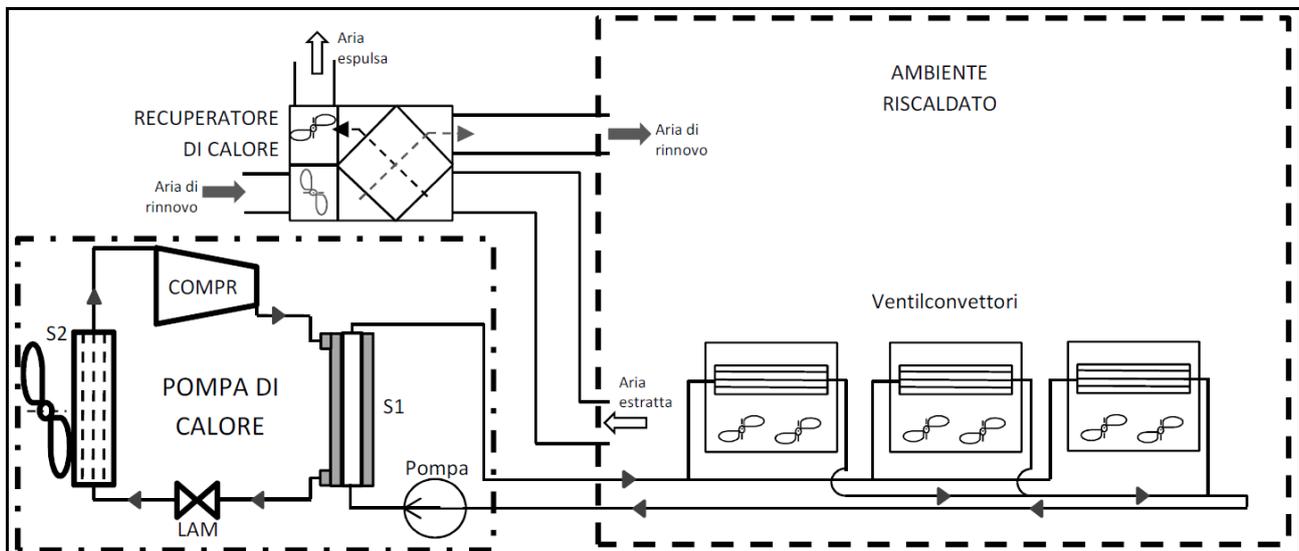


Figura 1: Semplice schema di impianto (non in scala)

Il generatore termico dell'impianto è una pompa di calore acqua/aria (sorgente di scambio lato circuito utenza/sorgente esterna) ad alimentazione elettrica (come in schema di figura 1). Questa usa R134a come fluido frigorifero ed esegue un ciclo frigorifero con il gas in ingresso al compressore in condizioni di vapore saturo, in uscita dal condensatore in condizioni di liquido saturo. L'efficienza isentropica del compressore sia pari a  $0.8$ . La pompa di calore è dotata di uno scambiatore tubo in tubo (con R134a nel tubo esterno e acqua nel tubo interno) al condensatore (S1), mentre utilizza una batteria alettata con ventilatore all'evaporatore (S2) che scambia con aria esterna. Entrambi gli scambiatori hanno una efficienza pari a  $0.7$ .

L'impianto termico gestito dalla pompa di calore è dotato di 3 ventilconvettori ad acqua, uguali fra loro, allacciati ad un circuito idraulico gestito da una pompa di circolazione (figura 1). L'efficienza degli scambiatori di calore dei ventilconvettori è pari a  $0.5$ . Per ogni ventilconvettore l'area utile al passaggio dell'aria della griglia di immissione aria è pari a  $0.2\text{m}^2$  e, per contenere il rumore, la velocità massima consentita per l'aria in attraversamento della griglia è di  $0.2\text{m}/\text{s}$ .

Il candidato determini il ciclo della pompa di calore in modo da ottenere un COP minimo pari a  $3$ , considerando per il ventilatore una potenza elettrica assorbita proporzionale alla portata volumetrica d'aria ( $P_{\text{vent}}=250V$ ;  $V$  in  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $P_{\text{vent}}$  in  $\text{W}$ ) e per la pompa di circolazione una potenza elettrica assorbita proporzionale alla portata massica d'acqua ( $P_{\text{pompa}}=250m$ ;  $m$  in  $\text{kg}/\text{s}$ ,  $P_{\text{pompa}}$  in  $\text{W}$ ).

Il candidato calcoli inoltre le dimensioni dello scambiatore tubo in tubo, considerato adiabatico verso l'esterno, scegliendo per il tubo interno una dimensione fra quelle riportate nell'allegata tabella dei tubi in rame, mentre per il tubo esterno consideri un diametro esterno pari a  $42\text{mm}$  e spessore di  $1.5\text{mm}$ . Si trascuri, il desurriscaldamento del fluido frigorifero nel calcolo delle dimensioni dello scambiatore.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Per il calcolo del valor medio  $\alpha_f$  del coefficiente di scambio termico del R134a in condensazione è possibile usare l'equazione:

$$\alpha_f = 0.728 \left[ \frac{g \rho_l (\rho_l - \rho_v) k_l^3 r'}{D \mu_l \Delta T} \right]^{1/4}$$

$k_l$  è conduttività termica del liquido saturo,  $D$  è il diametro esterno del tubo interno dello scambiatore tubo in tubo,  $g$  è l'accelerazione di gravità,  $\rho_l$  e  $\rho_v$  sono rispettivamente le densità del liquido saturo e del vapore saturo,  $\mu_l$  è la viscosità dinamica del liquido saturo,  $\Delta T$  è la differenza fra la temperatura di saturazione di R134a condensante e la temperatura di parete calcolata come temperatura media fra ingresso e uscita dell'acqua.

$r' = r + 3/8 c_l \Delta T$  dove  $r$  è il calore latente di condensazione,  $c_l$  è il calore specifico del liquido assunto pari a 4.18kJ/kgK.

Per il calcolo del valor medio  $\alpha_w$  del coefficiente di convezione dell'acqua è possibile usare l'equazione:

Per  $Re > 2300$   $Nu_w = \frac{Pr(Re - 1000)z}{1 + 12.7(Pr^{2/3} - 1)z^{1/2}}$  con  $z = \frac{0.5}{(1.58 \ln(Re) - 3.28)^2}$   
 per  $Re < 2300$   $Nu_w = 3.66$

Temperature (K)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Enthalpy (kJ/kg)	Therm. Cond. (mW/mK)	Viscosity (μPa-s)	Prandtl
278.15	1000.0	21.17	570.6	1518.0	11.19
283.15	999.7	42.17	580.1	1305.8	9.44
288.15	999.1	63.12	589.4	1137.5	8.08
293.15	998.2	84.05	598.5	1001.6	7.00
298.15	997.1	104.97	607.2	890.1	6.13
303.15	995.7	125.87	615.5	797.3	5.41
308.15	994.1	146.76	623.4	719.3	4.82
313.15	992.2	167.66	630.7	653.0	4.33
318.15	990.2	188.56	637.4	596.1	3.91
323.15	988.1	209.46	643.6	546.9	3.55
328.15	985.7	230.37	649.3	504.0	3.25
333.15	983.2	251.29	654.4	466.4	2.98
338.15	980.6	272.22	659.0	433.3	2.75
343.15	977.8	293.16	663.2	403.9	2.55
348.15	974.9	314.12	666.8	377.8	2.38
353.15	971.8	335.09	670.0	354.4	2.22
358.15	968.6	356.09	672.9	333.4	2.08
363.15	965.3	377.10	675.3	314.4	1.96
368.15	961.9	398.14	677.4	297.3	1.85
373.15	958.4	419.20	679.1	281.8	1.75

Tabella 1: Proprietà dell'acqua alla pressione del circuito di riscaldamento.

De x s (mm x mm)
10 x 1
12 x 1
14 x 1
16 x 1
18 x 1
22 x 1,5
28 x 1,5
35 x 1,5

Tabella 2: dimensione dei tubi in rame



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Temperature (K)	Pressure (MPa)	Liquid Density (kg/m <sup>3</sup> )	Vapor Density (kg/m <sup>3</sup> )	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)	Liquid Therm. Cond. (mW/m-K)	Vapor Therm. Cond. (mW/m-K)	Liquid Viscosity (μPa-s)	Vapor Viscosity (μPa-s)
250	0.116	1367.9	6.0	169.57	384.60	0.884	1.744	102.5	9.6	363.3	9.9
252	0.126	1361.8	6.5	172.15	385.84	0.894	1.742	101.6	9.7	353.2	10.0
254	0.138	1355.7	7.0	174.74	387.08	0.905	1.741	100.7	9.9	343.5	10.0
256	0.150	1349.5	7.6	177.33	388.31	0.915	1.739	99.8	10.1	334.2	10.1
258	0.163	1343.3	8.2	179.94	389.54	0.925	1.737	98.8	10.2	325.2	10.2
260	0.177	1337.1	8.9	182.56	390.76	0.935	1.736	97.9	10.4	316.6	10.2
262	0.192	1330.8	9.6	185.18	391.97	0.945	1.734	97.0	10.6	308.2	10.3
264	0.207	1324.4	10.4	187.82	393.18	0.955	1.733	96.1	10.7	300.2	10.4
266	0.224	1318.0	11.2	190.46	394.38	0.965	1.731	95.2	10.9	292.4	10.5
268	0.242	1311.6	12.0	193.12	395.57	0.975	1.730	94.3	11.1	284.8	10.5
270	0.261	1305.1	12.9	195.78	396.75	0.985	1.729	93.4	11.2	277.5	10.6
272	0.281	1298.6	13.9	198.46	397.93	0.994	1.728	92.5	11.4	270.5	10.7
274	0.302	1292.0	14.9	201.14	399.10	1.004	1.727	91.6	11.6	263.7	10.8
276	0.324	1285.3	15.9	203.84	400.26	1.014	1.726	90.8	11.8	257.0	10.8
278	0.348	1278.6	17.0	206.55	401.41	1.024	1.725	89.9	11.9	250.6	10.9
280	0.373	1271.8	18.2	209.27	402.55	1.033	1.724	89.0	12.1	244.3	11.0
282	0.399	1264.9	19.5	212.00	403.67	1.043	1.723	88.1	12.3	238.3	11.1
284	0.427	1258.0	20.8	214.75	404.79	1.053	1.722	87.2	12.5	232.4	11.1
286	0.456	1251.0	22.2	217.50	405.90	1.062	1.721	86.4	12.7	226.7	11.2
288	0.486	1243.9	23.6	220.27	406.99	1.072	1.720	85.5	12.8	221.1	11.3
290	0.518	1236.8	25.2	223.06	408.07	1.081	1.719	84.6	13.0	215.6	11.4
292	0.552	1229.5	26.8	225.85	409.14	1.091	1.719	83.8	13.2	210.4	11.4
294	0.587	1222.2	28.5	228.66	410.19	1.100	1.718	82.9	13.4	205.2	11.5
296	0.624	1214.8	30.3	231.49	411.23	1.110	1.717	82.1	13.6	200.2	11.6
298	0.662	1207.3	32.2	234.33	412.26	1.119	1.716	81.2	13.8	195.3	11.7
300	0.703	1199.7	34.2	237.19	413.27	1.129	1.716	80.3	14.0	190.5	11.8
302	0.745	1191.9	36.3	240.06	414.26	1.138	1.715	79.5	14.2	185.8	11.9
304	0.789	1184.1	38.5	242.95	415.23	1.148	1.714	78.6	14.4	181.2	11.9
306	0.835	1176.2	40.8	245.86	416.18	1.157	1.714	77.8	14.6	176.7	12.0
308	0.883	1168.1	43.2	248.79	417.12	1.166	1.713	76.9	14.9	172.3	12.1
310	0.933	1159.9	45.8	251.73	418.03	1.176	1.712	76.1	15.1	168.0	12.2
312	0.986	1151.6	48.5	254.70	418.93	1.185	1.712	75.2	15.3	163.8	12.3
314	1.040	1143.1	51.3	257.68	419.80	1.195	1.711	74.4	15.5	159.7	12.4
316	1.097	1134.5	54.3	260.69	420.64	1.204	1.710	73.5	15.8	155.7	12.5
318	1.155	1125.7	57.4	263.71	421.46	1.213	1.709	72.6	16.0	151.7	12.6
320	1.217	1116.8	60.7	266.77	422.25	1.223	1.709	71.8	16.3	147.8	12.7
322	1.280	1107.6	64.2	269.84	423.01	1.232	1.708	70.9	16.6	144.0	12.8
324	1.346	1098.3	67.9	272.94	423.74	1.242	1.707	70.1	16.9	140.2	13.0
326	1.415	1088.8	71.7	276.07	424.44	1.251	1.706	69.2	17.1	136.5	13.1
328	1.486	1079.1	75.8	279.23	425.10	1.260	1.705	68.3	17.5	132.8	13.2
330	1.560	1069.1	80.1	282.42	425.73	1.270	1.704	67.5	17.8	129.2	13.4
332	1.637	1058.9	84.6	285.64	426.31	1.279	1.703	66.6	18.1	125.6	13.5
334	1.716	1048.4	89.5	288.89	426.85	1.289	1.702	65.7	18.5	122.1	13.7
336	1.798	1037.6	94.6	292.18	427.35	1.299	1.701	64.8	18.9	118.7	13.8
338	1.883	1026.5	100.0	295.51	427.79	1.308	1.699	64.0	19.3	115.2	14.0
340	1.972	1015.0	105.7	298.88	428.17	1.318	1.698	63.1	19.7	111.8	14.2
342	2.063	1003.2	111.9	302.30	428.49	1.328	1.697	62.2	20.2	108.4	14.4
344	2.157	991.0	118.4	305.76	428.75	1.337	1.695	61.3	20.7	105.1	14.6
346	2.255	978.3	125.4	309.28	428.93	1.347	1.693	60.4	21.2	101.7	14.8
348	2.356	965.1	132.9	312.86	429.03	1.357	1.691	59.5	21.9	98.4	15.0
350	2.461	951.3	141.0	316.50	429.03	1.367	1.689	58.6	22.5	95.1	15.3
352	2.569	936.9	149.7	320.22	428.93	1.378	1.687	57.7	23.3	91.8	15.6
354	2.681	921.7	159.2	324.02	428.70	1.388	1.684	56.8	24.1	88.4	15.9
356	2.797	905.6	169.6	327.91	428.34	1.399	1.681	55.8	25.0	85.0	16.3
358	2.917	888.5	181.0	331.92	427.81	1.410	1.677	54.9	26.1	81.6	16.7
360	3.041	870.1	193.6	336.06	427.08	1.421	1.674	54.1	27.4	78.1	17.1
362	3.169	850.2	207.8	340.36	426.11	1.432	1.669	53.2	28.8	74.6	17.7
364	3.301	828.2	223.9	344.87	424.83	1.444	1.664	52.4	30.6	70.9	18.3
366	3.438	803.6	242.7	349.66	423.14	1.457	1.658	51.8	32.9	66.9	19.1
368	3.580	775.1	265.2	354.84	420.87	1.471	1.650	51.5	35.8	62.7	20.0
370	3.728	740.3	293.9	360.64	417.68	1.486	1.640	51.8	40.1	58.0	21.3

Tabella 3: Proprietà di R134 in saturazione.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

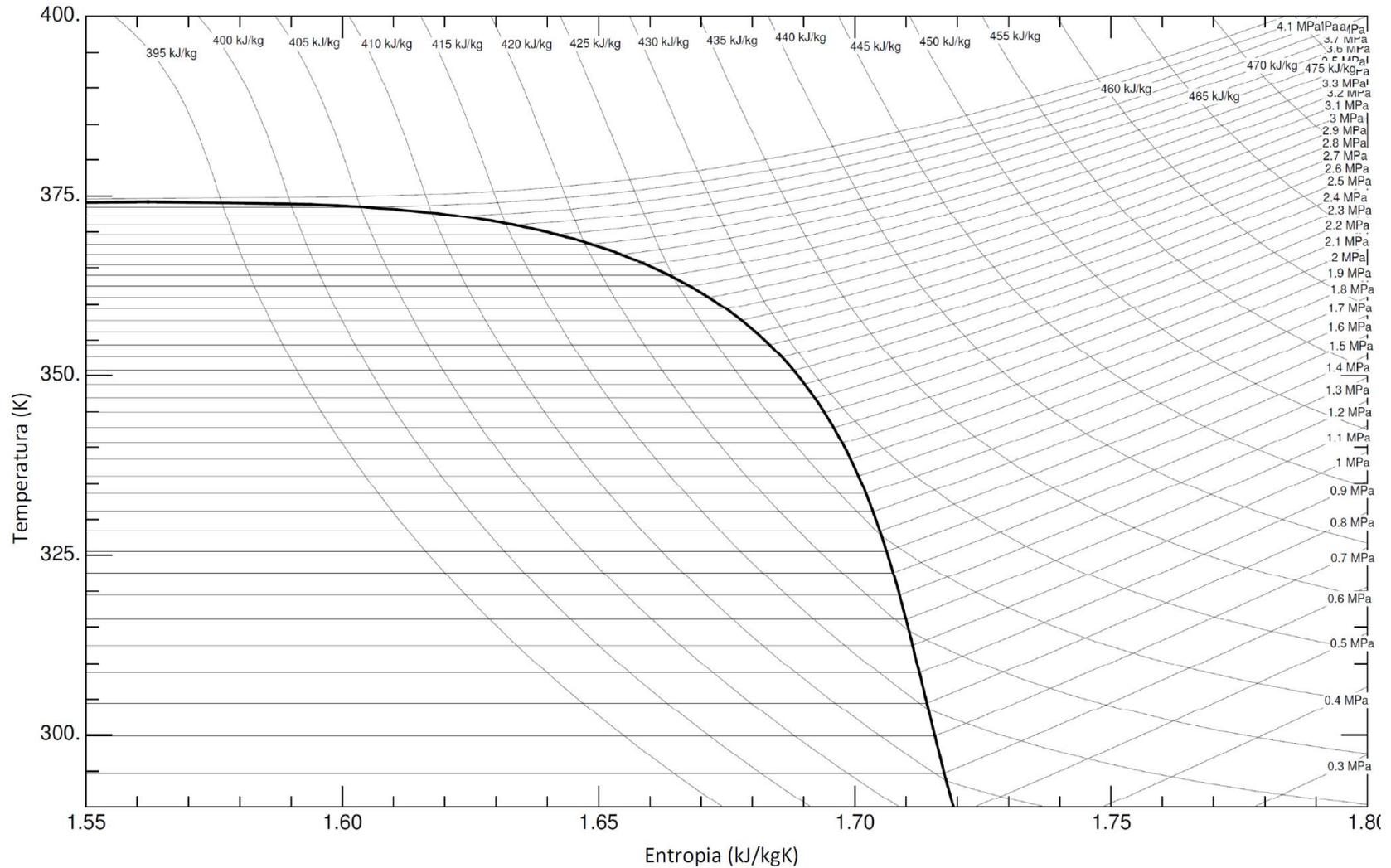


Figura 2: Porzione di diagramma T-s del fluido R134a. La linea continua di maggior spessore è la linea di vapor saturo.  
N.B. Per R134a  $T_{crit} = 374.21$  K;  $P_{crit} = 4.06$  MPa, rispettivamente temperatura e pressione critica.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Gestionale*

Il 31/12/20X0 la BETACICLI Spa deve decidere, sulla base dei risultati di uno studio di mercato che aveva fatto eseguire nell' Aprile del 20X0 e che aveva pagato 1400 Euro, se sostituire un impianto dedicato alla produzione dei telai in carbonio della linea di biciclette da corsa "COPPI".

Il nuovo impianto costerebbe 400.000 € , ha una capacità produttiva di 700 telai/anno ed andrebbe ammortizzato a quote costanti in 5 anni.

Il vecchio impianto, la cui capacità produttiva è di 500 telai/anno risulta essere invece già interamente ammortizzato. Nel caso in cui avvenga la sostituzione, tutta la produzione del 20X0 verrebbe realizzata con il vecchio impianto e tutta la produzione del 20X1 verrebbe realizzata con il nuovo impianto.

A prescindere che l'impianto venga sostituito, la linea di biciclette "COPPI" verrà comunque messa fuori produzione il 31/12/20X5 e l'impianto utilizzato per la realizzazione dei telai verrebbe dismesso o alienato.

Il vecchio impianto, decisamente obsoleto, ha un valore di recupero nullo e verrebbe rottamato sia nell'ipotesi in cui venga rimpiazzato il 31/12/20X0 sia nell'ipotesi in cui venga dismesso il 31/12/20X5.

Il nuovo impianto, invece, potrebbe essere alienato il 31/12/20X5 ed il suo valore di recupero sarebbe 250.000 €.

Le previsioni di vendita riportate nell'analisi di mercato, per le biciclette "COPPI", sono le seguenti:

Anno	Vendite (biciclette/anno)
20X1	510
20X2	610
20X3	610
20X4	610
20X5	610

Le vendite avverrebbero per mezzo di agenti che applicherebbero una provvigione del 5% per ciascuna bicicletta venduta. Il prezzo di vendita per tali biciclette sarà, per tutti e cinque gli anni, 2200 Euro/bicicletta.

Sia con il nuovo impianto sia con il vecchio, per realizzare ciascuna bicicletta è richiesto l'assemblaggio manuale di alcuni componenti (sellino, cambio, ruote ecc..) sul telaio in carbonio che viene realizzato per mezzo dell'impianto stesso. L'operazione di assemblaggio richiede 30 minuti e viene realizzata da operai specializzati il cui costo può essere considerato totalmente variabile. Tali operai, infatti, non vengono assunti, ma pagati con un contributo proporzionale al tempo lavorato. Il costo orario degli operai specializzati è di 15 euro/ora.

Il costo dei componenti (sellino, cambio, ruote ecc..) necessari a realizzare ciascuna bicicletta, è pari a 400 euro/bicicletta (a prescindere dall'impianto utilizzato per la realizzazione del telaio) e rimarrà costante per tutta la durata dell'investimento.

Per la supervisione delle operazioni di assemblaggio l'azienda si deve avvalere (sia con il vecchio impianto che con il nuovo) di due tecnici che percepiscono, ciascuno, uno stipendio annuo di 20.000 Euro.

Il costo dell'energia necessaria alla produzione dei telai può essere considerato proporzionale al numero di telai prodotti e pari a 1 euro/bicicletta sia per il vecchio impianto sia per il nuovo.

Per ogni telaio sono richiesti:

- 5 kg di carbonio nel caso in cui il telaio sia realizzato con il vecchio impianto (che comporta molti scarti di lavorazione);
- 4 kg di carbonio nel caso in cui il telaio sia realizzato con il nuovo impianto.

Il carbonio verrebbe acquistato (in lamine sottilissime) al prezzo di 50 euro/kg. Il costo del carbonio si ritiene che non subirà variazioni nei prossimi 5 anni.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

La manutenzione del vecchio impianto costa 3000 €/anno, mentre la manutenzione del nuovo costerebbe solo 2000€/anno. Ipotizzando che:

- le quantità prodotte siano uguali a quelle vendute e che quindi non si accumulino scorte né di materie prime (carbonio e componenti) né di prodotti finiti (biciclette)
- venga concessa ai clienti una dilazione di pagamento pari a 60 giorni
- si paghino i fornitori di componenti e del carbonio in contanti
- per il pagamento di manodopera, energia e manutenzione non sia prevista alcuna dilazione di pagamento
- al 31/12/20X5 vengano saldati tutti i debiti ed i crediti in essere
- tutti i flussi di cassa abbiano manifestazione al 31/12
- l'aliquota di imposta sul reddito sia pari al 50%
- l'investimento possa essere considerato marginale e con una rischiosità analoga a quella dell'impresa nel suo complesso
- L'impresa abbia sempre utili sufficientemente elevati per coprire eventuali perdite dovute all'investimento
- il WACC aziendale sia pari a 10%

Si chiede di:

- calcolare il NPV dell'investimento operando secondo la logica del capitale investito
- calcolare il PBP period dell'investimento
- calcolare, per via iterativa, il valore dell'IRR (suggerimento: partire da un valore pari al 15%)



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Impianti*

La Exasta s.r.l produce SuperMix, una miscela di farine per allevamenti bovini. Nella tabella a fianco sono riportati i valori della domanda di prodotto Lampostar ( $D_t$ ), espressa in kg, storicamente registrati negli ultimi venti mesi ( $t_t$ ) dalla Exasta s.r.l.

Si preveda la domanda nel ventunesimo mese con la tecnica dello smorzamento esponenziale lineare con correzione di trend. Si adotti  $\alpha=\beta=0,3$ .

Successivamente, si ipotizzi che la domanda calcolata al ventunesimo mese sia costante dal ventunesimo mese in poi. La domanda annuale di Lampostar, in altre parole, dal ventunesimo mese in poi è pari a 12 volte l'ultimo valore individuato.

Il Lampostar, bene finale dell'azienda, è un prodotto costituito da due costituenti: la farina A e il polverino B. Le percentuali in massa richieste sono il 60% per A e il 40% per B.

Si deve rinnovare il reparto aziendale in cui si trovano le miscelatrici.

L'impianto lavora su 2 turni da 8 ore, per 220 giorni annui di apertura impianto. Sono previste campagne produttive mensili, con tempi di *setup* di 8 ore per avviare ciascuna produzione.

Le caratteristiche a catalogo delle nuove miscelatrici riferiscono che ciascuna sia in grado di produrre con una potenzialità produttiva pari a 250 kg/h di farina tipo A e di 200 kg/h per la elaborazione del polverino di tipo B.

La resa qualitativa è pari al 95% per A e al 98% per B, la disponibilità per guasti è il 92% (sia per A che per B). I dati storici dicono che al personale è da attribuire una resa del 85%.

Determinare il numero di impastatrici richieste nel nuovo reparto.

$t_t$	$D_t$	$t_t$	$D_t$
1	2.687	11	20.354
2	3.687	12	23.020
3	7.020	13	24.687
4	7.020	14	26.020
5	9.354	15	27.687
6	12.354	16	28.020
7	12.020	17	29.354
8	14.020	18	32.687
9	17.687	19	33.687
10	18.687	20	35.020



*Università degli Studi di Firenze*

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Industriale</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

<b>Tema di:</b>	<i>Meccanica</i>
-----------------	------------------

Analizzare diverse soluzioni per la realizzazione di una tavola girevole per collegare due nastri trasportatori a rulli disposti a 90° e larghi 70 cm, per il trasporto di pacchi di massa massima di 100 kg. Indicare per ogni soluzione pregi e difetti e effettuare un disegno costruttivo di massima della soluzione individuata quale migliore, giustificando le scelte progettuali.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Informazione	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** Automazione

Il modello termico a parametri concentrati di un edificio da riscaldare è schematizzato dal circuito termico di figura 1. Nello schema riportato:

- $u$  è il flusso termico dell'impianto di riscaldamento (variabile di controllo manipolabile)
- $w_1$  è la temperatura esterna (disturbo)
- $w_2$  è il flusso termico della radiazione solare (disturbo)
- $y$  è la temperatura interna media dell'edificio (variabile da controllare)

I valori numerici dei parametri sono i seguenti:

- capacità termica delle pareti  $C_w = 40 \cdot 10^6 \text{ J/K}$
- capacità dell'aria interna  $C_a = 72 \cdot 10^4 \text{ J/K}$
- resistenza termica delle pareti  $R_w = 1.9 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza termica delle finestre e dovuta alle perdite di ventilazione  $R_v = 1.4 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza di convezione esterna  $R_{co} = 0.14 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$
- resistenza di convezione interna  $R_{ci} = 0.37 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$

Il candidato svolga i seguenti punti:

- 1) Posto  $w = [w_1, w_2]^T$  e definito opportunamente il vettore di stato, si scrivano le equazioni di stato del modello  $\dot{x} = Ax + Bu + Dw$
- 2) Si determinino le funzioni di trasferimento  $P(s)$ ,  $G_1(s)$ ,  $G_2(s)$  dai tre ingressi  $u$ ,  $w_1$ , e rispettivamente,  $w_2$  all'uscita  $y$ .
- 3) Si progettino un controllore a retroazione ad un solo grado di libertà  $C(s)$  che garantisca
  - reiezione di disturbi costanti
  - errore di inseguimento alla rampa unitaria non superiore a 0.01
  - tempo di salita di circa mezz'ora
  - transitorio privo di sovraelongazione
- 4) Si imposti il problema della stima dello stato del processo, assumendo di misurare la temperatura interna  $y$  con un errore di misura di deviazione standard pari a  $0.5 \text{ }^\circ\text{K}$ , di conoscere con buona accuratezza la temperatura esterna  $e$  e di modellare il flusso termico della radiazione solare nel seguente modo:

$$w_2(t) = A + B \cos \frac{2\pi}{T_0} t$$

con periodo  $T_0$  di 24 ore.

- 5) Si discuta come compensare, mediante controllori ad azione diretta, i disturbi  $w_1$  e  $w_2$  supponendo che tali disturbi siano accessibili (misurati o stimati con buona accuratezza).
- 6) Si illustri come si può procedere al progetto di un controllore digitale che soddisfi le specifiche di cui al punto 3, scegliendo opportunamente l'intervallo di campionamento  $T$  e giustificandone la scelta.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Informazione</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

<b>Tema di:</b> <i>Biomedica</i>
----------------------------------

Il candidato scelga uno specifico settore applicativo e progetti un sistema computerizzato per estrarre l'informazione utile attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di un'immagine o segnale biomedico. Si definiscano quindi:

- Le specifiche del problema in esame e la descrizione dell'informazione di interesse
- La tecnologia migliore per l'acquisizione del segnale o immagine di interesse. Si descrivano le possibili alternative le motivazioni della scelta effettuata (indicando pro e conto, sorgenti di rumore o degradazione del segnale, e strategie per migliorare la qualità del dato)
- Le architetture hardware e software necessarie per l'elaborazione
- Una descrizione dei metodi di elaborazione che si prevede di utilizzare
- Una analisi dei possibili rischi per la sicurezza del paziente
- Le metodiche per la sperimentazione e validazione del sistema realizzato



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Informazione	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Elettronica*

Si consideri un sensore che necessiti di acquisire contemporaneamente 4 segnali, utilizzando uno o più dispositivi ADC a 12 bit con le seguenti caratteristiche:

- 4 canali di ingresso multiplexati
- 4 stadi indipendenti di amplificazione/attenuazione con passi di 1-2-5-10 (uno per ogni canale)
- dinamica di ingresso -1/+1 V
- frequenza massima di campionamento pari a 100kSa/s

I segnali da acquisire sono caratterizzati come:

- sinusoide alla frequenza di rete, con ampiezza picco-picco pari a 5V
- segnale audio, con banda tra 0 e 10 kHz e ampiezza picco picco pari a 1V
- onda quadra, con frequenza pari a 1 kHz e ampiezza 5V
- sinusoide di frequenza 100Hz e ampiezza 1mV

Indicare se e come è possibile acquisire correttamente tutti i segnali con un unico dispositivo, indicando le frequenze di campionamento utilizzate per ciascun canale. Valutare l'eventuale distorsione dei segnali acquisiti, indicandone le cause, e le possibilità di ridurre o eliminare le distorsioni utilizzando dispositivi di acquisizione (ADC) separati per uno o più canali. Stimare anche gli errori di quantizzazione presenti nei vari segnali in funzione delle scelte effettuate. Confrontare i risultati ottenuti nel caso in cui la dinamica dell'ADC si nell'intervallo -10/+10V.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
Informazione	A	Prova Pratica	31 gennaio 2013

**Tema di:** *Informatica*

Un'azienda gestisce una catena di distributori automatici di alimenti dislocati in una città e decide di informatizzare le proprie attività.

A tale scopo si progetti un sistema con le seguenti caratteristiche:

- A) Ciascun distributore è equipaggiato con un elaboratore interno che gestisce le operazioni di erogazione e che permette di conoscere lo stato della macchina (esempio: giacenza di prodotti, stato delle celle frigorifere, eventuali malfunzionamenti dei sistemi di distribuzione e di riscaldamento).  
E' presente inoltre un sistema di videosorveglianza dei locali che contengono i distributori.
- B) Il sistema centrale può collegarsi con i distributori per recuperare le informazioni di interesse che sono memorizzate in un opportuno DBMS.
- C) Le principali informazioni da memorizzare sono relative allo stato dei distributori comprendendo un'anagrafica dei prodotti, un'anagrafica dei distributori e un magazzino centrale.

Il candidato sviluppi, anche facendo ricorso ad opportuni formalismi di rappresentazione, il progetto del sistema sopra descritto approfondendo ciascuno dei seguenti punti:

1. Definizione dell'architettura hardware e software del sistema dimensionata per un plausibile scenario d'uso.
2. Identificazione delle entità trattate dal sistema e loro organizzazione in un modello dei dati.
3. Identificazione e organizzazione dei flussi di informazione tra i distributori e il sistema centrale e delle procedure di acquisizione e di elaborazione dell'informazione all'interno del sistema.
4. Progetto del software del sistema indicando le caratteristiche dei principali moduli ritenuti necessari. Si
5. Definizione dei requisiti di sicurezza e di accesso al sistema, e di riservatezza dei dati e progetto delle misure necessarie per garantirli.

Il candidato evidenzi eventuali chiarimenti da richiedere al committente, che si ritengano essenziali al fine di prendere specifiche decisioni progettuali.

Nella redazione del progetto si indichino separatamente i punti precedenti.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
Il Sessione 2012

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Informazione</i>	<i>A</i>	<i>Prova Pratica</i>	<i>31 gennaio 2013</i>

**Tema di:** *Telecomunicazioni*

Il candidato progetti un sistema di telecomunicazioni numerico basato su un satellite geostazionario con transponder rigenerativo. Il sistema deve trasmettere con multiplex TDM a singola portante un gruppo di canali telefonici ciascuno con banda 4 kHz ed opportunamente quantizzato in modo tale che il rapporto tra la potenza di segnale e di rumore di quantizzazione non sia inferiore a 40 dB.

Frequenza up/down-link: 14/12 GHz

Potenza di trasmissione up e down-link: 50 W e 10 W

Guadagno delle antenne trasmettenti e riceventi: 40 dB

Temperature di sistema del ricevitore del transponder e di quello a terra: 400 e 300 °K.

Il candidato:

- definisca una modulazione adatta al sistema sopra descritto
- determini il numero massimo di canali trasmissibili in modo tale che la probabilità di errore nella comunicazione tra le due stazioni a terra non sia inferiore a  $P_e = 10^{-5}$  per qualsiasi dislocazione delle suddette stazioni terrestri.
- ripeta i calcoli nel caso di transponder non rigenerativo e la perdita di capacità in tale caso.