

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A

Ingegneria civile - ambientale

II SESSIONE 2019

PRIMA PROVA SCRITTA

14.11.2019

Il candidato illustri i criteri e le procedure da seguire nella scelta dei materiali per la realizzazione di un'opera di ingegneria civile, edile e ambientale, al fine di garantire il soddisfacimento dei requisiti richiesti. In particolare, avvalendosi anche di esempi rappresentativi o di casi esaminati nel corso delle proprie esperienze professionali, il candidato potrà sviluppare il tema riferendosi anche soltanto ad un singolo aspetto come quello della sicurezza, del risparmio energetico, della gestione dei caratteri figurativi, tecnologici o ambientali.

[Handwritten signatures and initials]
The right side of the page contains several handwritten signatures and initials in black ink. From top to bottom, they include: a signature that appears to be 'P. L. L.', a signature that appears to be 'P. L. L.', a signature that appears to be 'P. L. L.', a signature that appears to be 'P. L. L.', a signature that appears to be 'P. L. L.', a signature that appears to be 'P. L. L.', and a signature that appears to be 'P. L. L.'.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – sez. A

II SESSIONE 2019

Settore Industriale

I prova scritta 14.11.2019

Il candidato illustri uno o più sistemi di produzione o di approvvigionamento di energia o vettori energetici, anche con riferimento a tecnologie non convenzionali.

Luca Ben

Philippe
per L'Es

Da Des

per

Mano Polito

Raffaele Jucetta

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – sez. A

II sessione 2019

Settore dell'informazione

Prima prova scritta 14-11-2019

Il candidato illustri l'impatto del settore dell'Ingegneria dell'Informazione di propria competenza nell'ambito dell'Internet of Things (IoT).

Gou Du

Whitish
Whitish

Franco Lore

Autto

F. D. P. J.

per

R. M. J. J. J.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A

Ingegneria civile - ambientale

II SESSIONE 2019

SECONDA PROVA SCRITTA

15.11.2019

Tema 1

Il progetto redatto in ambiente B.I.M. Il candidato illustri come si può ottimizzare, tramite l'aiuto di specifici software, la progettazione, la realizzazione e la gestione di un'opera di architettura.

Tema 2

Il candidato illustri le problematiche relative agli effluenti e reflui industriali e al loro trattamento.

Tema 3

Il candidato descriva il fenomeno della precipitazione e dei meccanismi che concorrono alla formazione del deflusso netto in un bacino idrografico, nonché i relativi metodi e/o modelli di stima e di misura.

Tema 4

Con riferimento ad una struttura esistente (calcestruzzo armato, muratura, ecc....), il candidato discuta: 1) i metodi per la valutazione della vulnerabilità sismica; 2) le possibili tecniche volte al miglioramento/adeguamento sismico della struttura.

per Be *quinto*
St *lib. h.*
Ben
Raffaello
deul

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – sez. A

II SESSIONE 2019

Settore Industriale

II prova scritta 15.11.2019

Tema 1. (Ingegneria chimica)

Il candidato illustri i principi di funzionamento, i criteri di dimensionamento e le applicazioni delle operazioni unitarie basate sul trasferimento di materia tra fasi liquide.

Tema 2. (Ingegneria elettrica)

Il candidato illustri le apparecchiature e le tecniche applicabili per la protezione delle persone nei luoghi di lavoro provvisti di impianti elettrici in bassa tensione.

Tema 3. (Ingegneria gestionale)

Il candidato illustri le tecniche di previsione della domanda basate su serie storiche.

Tema 4. (Ingegneria meccanica – Energetica)

Il candidato discuta in maniera esaustiva le caratteristiche, le tecnologie, il vantaggio energetico e le possibilità economico/finanziarie di sistemi di generazione combinata di energia elettrica e termica

Tema 5. (Ingegneria meccanica – Progettazione)

I software di supporto all'ingegneria sono ormai ampiamente diffusi nelle realtà industriali. Il candidato discuta, anche in base alla propria esperienza personale, le opportunità, i vantaggi e le potenziali minacce che derivano dell'uso di tali software nelle fasi progettazione, sviluppo e realizzazione di un prodotto o servizio.

Gianni F. Ucci
Mario Polino
Don D. B. H.
Raffaele J. J. J.
N. L. J.
Stella

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – sez. A

II sessione 2019

Settore dell'informazione

Seconda prova scritta 15-11-2019

Tema 1 (Ing. Automatica)

Il candidato illustri il problema del controllo nello spazio di stato per sistemi SISO lineari stazionari a tempo continuo.

Tema 2 (Ing. Elettronica)

Il candidato discuta gli ultimi sviluppi delle tecnologie "system on chip" e illustri quali sono le prospettive future dei sistemi elettronici integrati.

Tema 3 (Ing. Informatica)

Il candidato illustri dapprima cosa si intende per "Processo di Sviluppo Software" e presenti poi il processo SCRUM, indicando nel contempo gli aspetti che lo contraddistinguono rispetto a processi adottati nel passato. Si identifichi infine un caso di studio a scelta e si discuta brevemente di come il processo di sviluppo presentato potrebbe essere applicato al caso di studio.

Tema 4 (Ing. delle Telecomunicazioni)

Il candidato discuta i principali sistemi di modulazione analogica e numerica, e ne evidenzi le differenze.

F. B.

M. L. P.

STG
dan

R. M. Jac. H.

INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Un refluo industriale ha le seguenti caratteristiche:

Portata: 50 m³/hr

Temperatura: 20 °C

Concentrazione HCl: 3 g/l

Concentrazione Cu: 60 mg/l

Tensioattivi totali: 10 mg/l

Solidi sospesi: 4 g/l

Il refluo deve essere scaricato in acque superficiali nel rispetto dei limiti della Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D Lgs 152/06 e smi. A

Progettare un impianto per il trattamento del refluo (linea acqua e linea fanghi), dare una giustificazione del processo adottato, disegnare lo schema di processo con i controlli necessari, eseguire i bilanci di materia e dimensionare le apparecchiature principali.

fer Ber

W

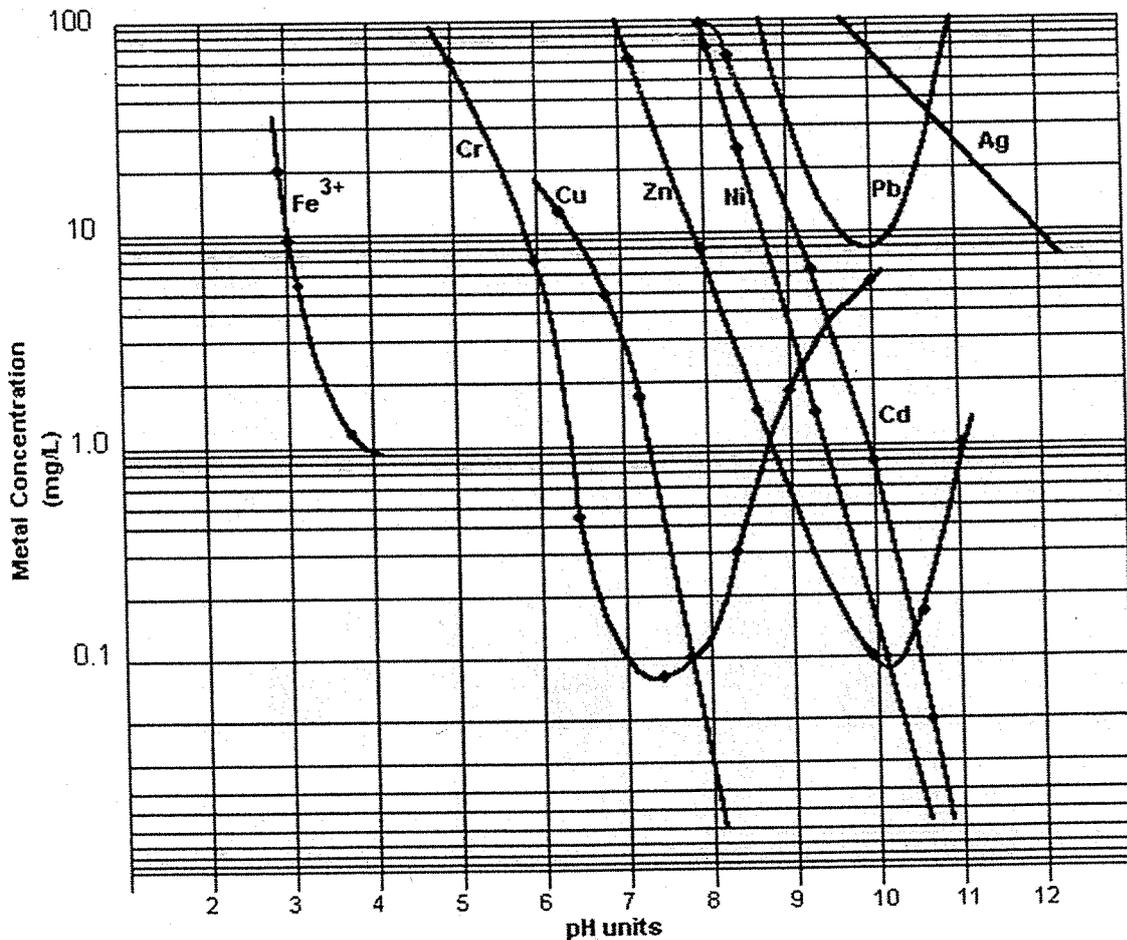
per del

h.l.h.

Raffaello

Valori limite di emissione in acque superficiali (estratto dalla tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del DLgs 152/2006 e smi)

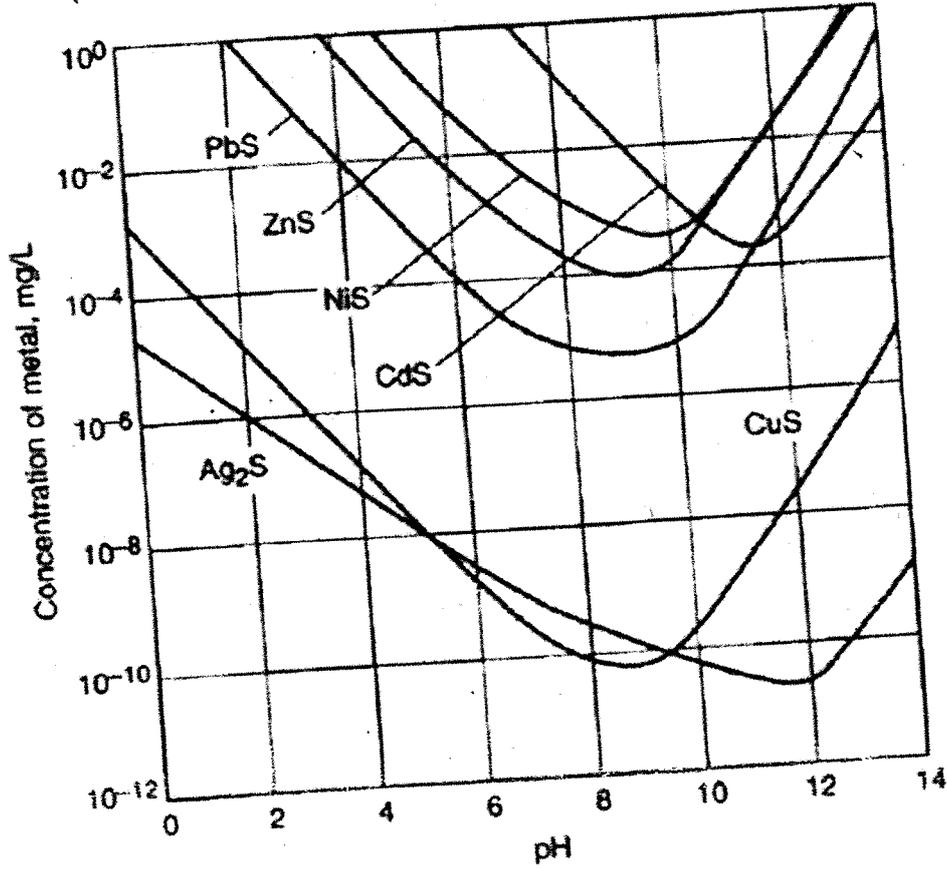
Numero parametro	PARAMETRI	unità di misura	Scarico in acque superficiali
1	pH	5,5-9,5	5,5-9,5
5	materiali grossolani		assenti
6	Solidi speciali totali	mg/L	≤80
9	Alluminio	mg/L	≤1
19	Nichel	mg/L	≤2
20	Piombo	mg/L	≤0,2
21	Rame	mg/L	≤0,1
23	Stagno	mg/L	≤10
24	Zinco	mg/L	≤0,5
30	Cloruri [3]	mg/L	≤1200
42	Tensioattivi totali	mg/L	≤2



Solubilità di idrossidi di metalli in funzione del pH

[Handwritten signatures and notes]

FIGURE: PRECIPITATION OF HEAVY METAL
w.r.t. pH (METCALF ET AL. 2003)



h.l.h. for dms
for Ben Rolo J. Smith

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A

Ingegneria civile - ambientale

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICA

11.12.2019

Si consideri un acquedotto a gravità alimentato da una sorgente posta a quota 250 m s.l.m. a servizio di due centri abitati, posti rispettivamente alla progressiva 2000 m (quota 215 m s.l.m.) e 3500 m (quota 210 m s.l.m.). La richiesta idrica del primo centro è pari a 12 l/s nelle 12 ore diurne e 4 l/s nelle 12 ore notturne, mentre quella del secondo ha una variabilità analoga al primo, ma di maggiore entità e pari a 18 l/s (ore diurne) e 6 l/s (ore notturne).

Il candidato esegua il dimensionamento ottimale delle condotte e dei serbatoi di compenso, nel rispetto dei carichi minimi (10 m) e delle velocità minime e massime ammissibili (0.5-2.0 m/s), tenendo conto di due possibili schemi di funzionamento del sistema: (i) funzionamento a portata costante (media della richiesta diurna e notturna) per entrambi i tronchi e con due distinti serbatoi di compenso per ciascun centro; (ii) adduttrice del primo centro funzionante a portata costante e adduttrice del secondo centro dimensionata in funzione della portata di punta (quindi con serbatoio di compenso nel centro 1).

Si supponga di utilizzare condotte in acciaio non saldate (Tabella I), con costo unitario di 2.00 Euro/kg, e adottando per il calcolo delle perdite di carico la seguente relazione: $J=9.17 \cdot 10^8 \cdot D^{-4.8} \cdot Q^{1.81}$ (J [m/km], D [mm], Q [l/s]). Per la stima dei costi di realizzazione dei serbatoi di compenso si assuma un costo parametrico in funzione della diversa tipologia realizzabile nei due siti e pari rispettivamente a 400 Euro/m³ per quello a servizio del centro 1 e 300 Euro/m³ per quello a servizio del centro 2.

Tabella I

DN	D_{int} [mm]	Peso [kg/m]	$J/Q^{1.81}$ [(m/km)/(l/s) ^{1.81}]
100	107.9	8.83	0.1599000
125	132.5	12.2	0.0597000
150	160.3	16.3	0.0239000
200	209.1	26.4	0.0066780
250	261.8	36.8	0.0022700
300	312.1	46.2	0.0009766
350	343	54.5	0.0006208
400	393.8	62.4	0.0003199
450	444.4	70.3	0.0001790
500	495.4	78.2	0.0001063

for Ben

Ar. l. l.

per

Giuseppe Jacchetti

Ben
Roberto Jacchetti

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A

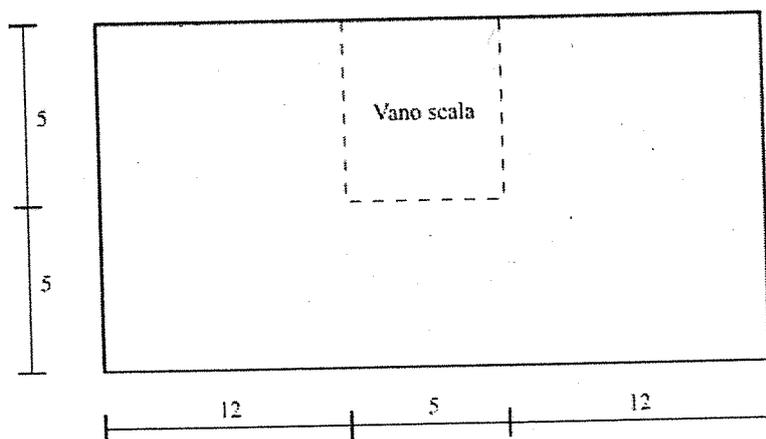
Ingegneria civile - ambientale

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICA

11.12.2019

Il candidato provveda ad elaborare una proposta progettuale delle strutture in fondazione ed in elevazione di un edificio di civile abitazione, avente pianta rettangolare di dimensioni 10 m x 29 m e due piani fuori terra, con altezza interpiano di 3 m. Si ipotizzi il sito a L'Aquila su suolo pianeggiante di tipo B.



Sono a libera scelta del candidato tutti gli altri parametri necessari alla progettazione.

Il candidato elabori una sintetica relazione tecnica dalla quale si evincano:

- i materiali scelti per la realizzazione dell'opera;
- gli schemi statici;
- i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione di progetto;
- le tipologie delle verifiche eseguite;
- i calcoli eseguiti;
- gli elaborati grafici più significativi relativi a dettagli esecutivi e carpenterie.

Il vano scala è situato nella zona centrale dell'edificio, come da figura (quote in metri).

fu Ber

AT

u.l.d.

fel
Manuel Fatti
Roberto Fatti

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A

Ingegneria civile - ambientale

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICA

11.12.2019

Tema Edile-Architettura

In un lotto di dimensioni 24 x 38 m. deve essere realizzato un edificio residenziale di 2 piani più un piano terra.

L'edificio, con tipologia in linea, sarà costituito da 2 alloggi per piano di superficie massima netta di 95 mq. e predisposti con 3 camere da letto, un soggiorno, una zona pranzo e cucina (eventualmente anche in nicchia) e 2 servizi igienici che potranno essere anche ciechi, ma dotati di impianto di aspirazione forzata. Nel piano terra saranno ricavati cantine e garage. L'altezza massima consentita è di 11,50 m. e i distacchi dai confini di 5 m.

Si richiede:

- la stesura degli schemi progettuali e della planimetria dell'edificio in scala 1:200;
- il progetto definitivo da rappresentare a scala 1:100, composto dai seguenti elaborati:

pianta piano tipo, pianta piano terra, almeno una sezione trasversale e i prospetti. Negli elaborati, e in particolare nelle piante e nelle sezioni dovrà essere riportato l'ingombro dell'ossatura portante e dei cavedi per gli impianti.

Geo. De

RT

Lib. L.

*per
dimo
Robb
Death*

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE – sez. A

II sessione 2019

Settore Industriale

Prova pratica 11-12-2019

INGEGNERIA CHIMICA

Una corrente di acetone (1) e acqua (2) alla temperatura di 20 °C e a pressione atmosferica, proveniente da una colonna di assorbimento dell'acetone da una corrente di aria, deve essere distillata per recuperare l'acetone.

La portata della corrente acetone-acqua da distillare è di 4000 kg/ con una frazione in peso di acetone $w_1=0.29$.

Si richiede di:

- Progettare la colonna di distillazione per il recupero dell'acetone
- Disegnare lo schema di processo dell'impianto di assorbimento dell'acetone dalla corrente di aria e recupero dell'acetone per distillazione con le misure e i controlli necessari.

Dati di equilibrio per il sistema acetone(1)-acqua (2) a pressione atmosferica:

T(°C)	x1	y1	T(°C)	x1	y1
100,00	0	0	60,44	0,4	0,839
91,72	0,01	0,253	60,00	0,5	0,849
86,56	0,02	0,425	59,50	0,6	0,859
75,72	0,05	0,624	58,94	0,7	0,874
66,61	0,1	0,755	58,22	0,8	0,898
63,44	0,15	0,798	57,50	0,9	0,935
62,17	0,2	0,815	57,00	0,95	0,963
61,00	0,3	0,83	56,50	1	1

PROPRIETA' FISICHE:

Calore specifico

Acqua (L)	4.182	kJ/kg K	acetone (V)	1.29	kJ/kg K
ACQUA (V)	1.864	kJ/kg K	acetone (L)	2.16	kJ/kg K

Entalpia di vaporizzazione

acetone	525	kJ/kg
---------	-----	-------

N. L. A.

Gen Su

Gen

R. P. P.

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SEZIONE A
Ingegneria Industriale
II SESSIONE 2019
PROVA PRATICA
11.12.2019

Costruzioni Elettromeccaniche

Si effettui il dimensionamento di un motore asincrono trifase b.t. che soddisfi le seguenti specifiche :

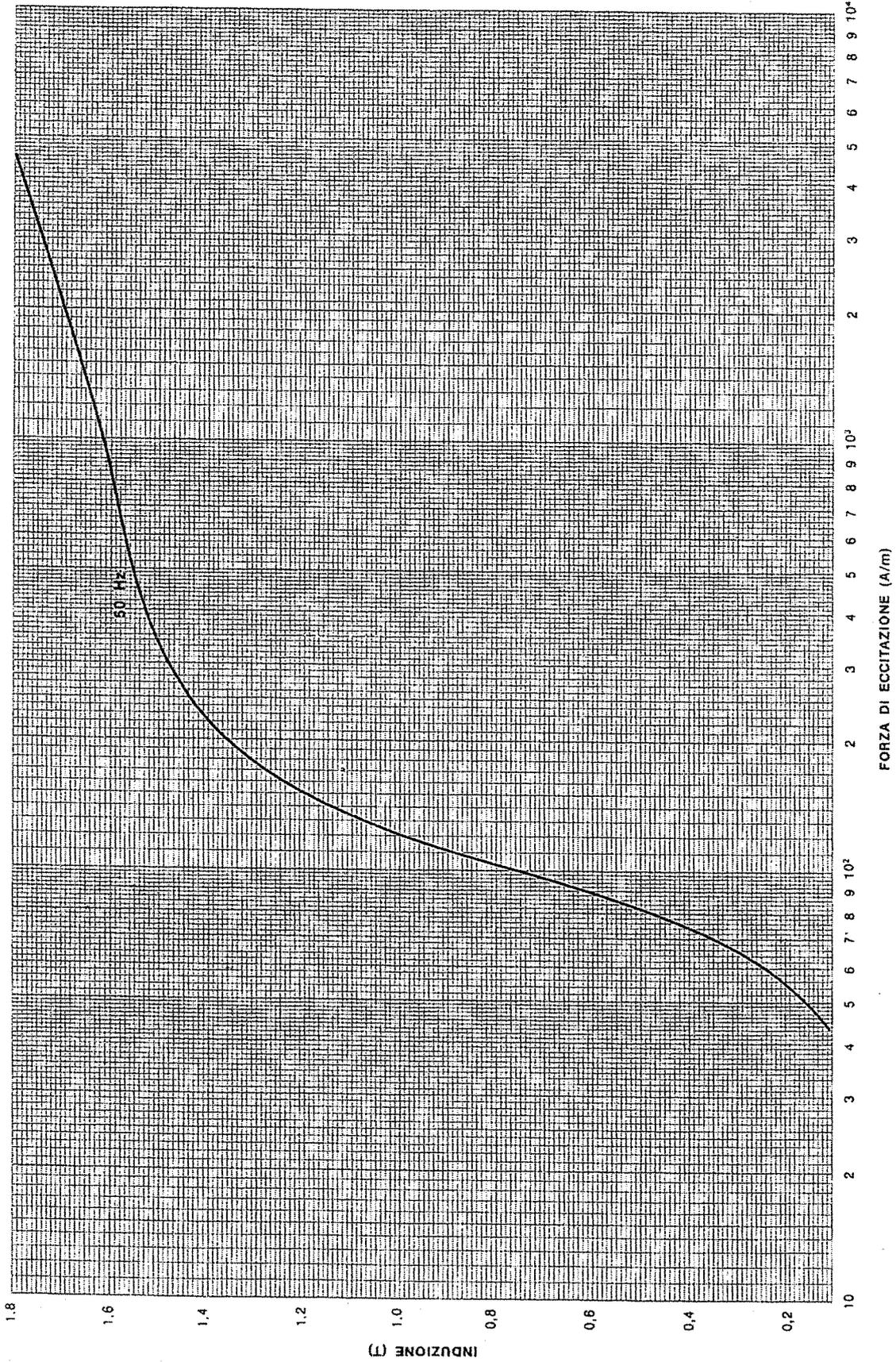
Potenza	11 kW
Altezza d'asse	160
Tensione di alimentazione	400 V
Frequenza	50 Hz
Numero di poli	4
Tipo di rotore	a gabbia semplice
Tipo di raffreddamento	autoventilato
Classe di isolamento	F
Servizio	continuo
Grado di protezione	IP55
Rendimento a pieno carico	84.0 %
Fattore di potenza a pieno carico	0.80
Rapporto "Coppia spunto-Coppia nominale"	2.0
Rapporto "Corrente di spunto-Corr. nominale"	5.0

Si richiede, inoltre, di determinare il Costo di costruzione del motore ipotizzando i seguenti costi unitari:

- lamierino = 1.0 Euro/kg
- rame = 5.0 Euro/kg
- alluminio pressofuso = 3.0 Euro/kg.

Allegati (curve lamierino NGO 3050).

Forza di eccitazione Terni-3050



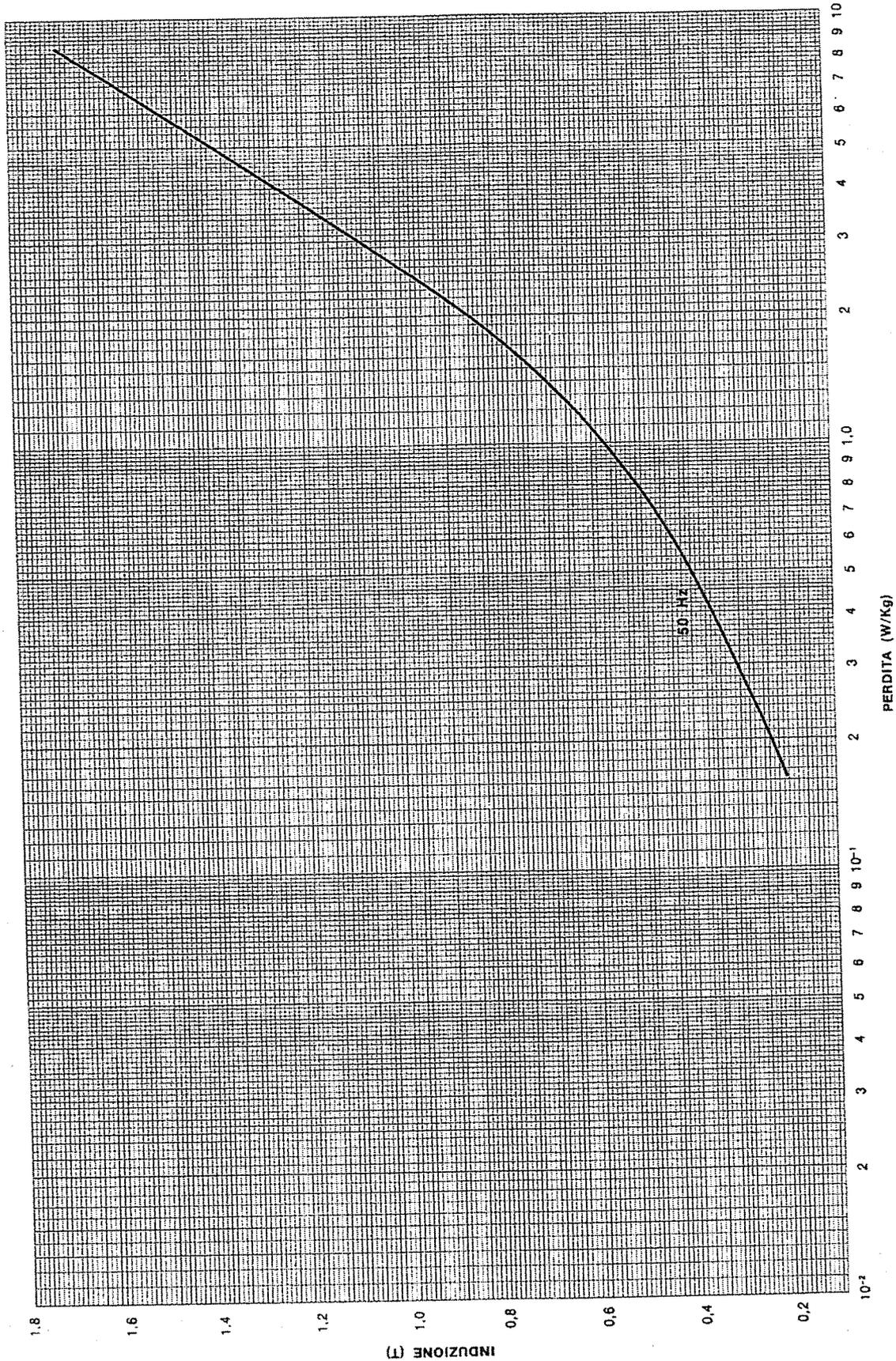
For Bin
Libit
per' d'uh

[Signature]

Perdita Terni-3050

Montaggio a giunti
doppiamente sovrapposti.

Prove eseguite con apparecchio Epstein.
Provini come cesoiati 50/50.



[Handwritten signatures and notes]

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SEZIONE A

Ingegneria Industriale

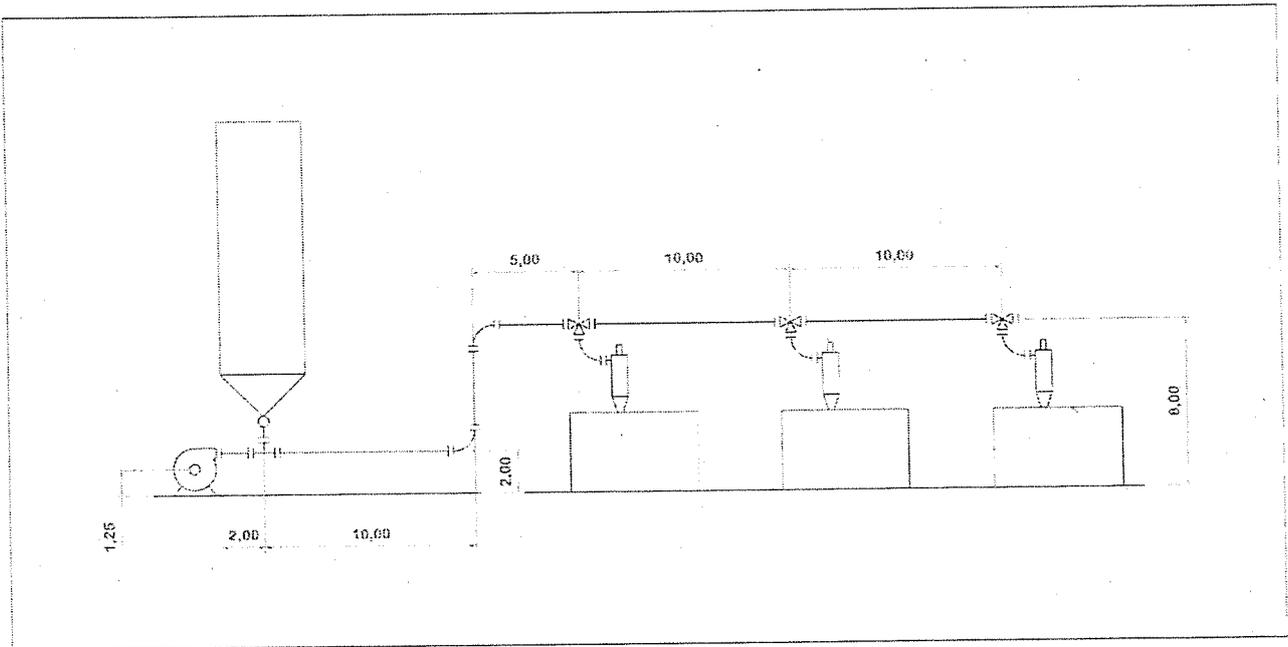
II SESSIONE 2019

Prova pratica 11.12.2019

Tema di Ingegneria Gestionale

In un pastificio si deve dimensionare un impianto di trasporto pneumatico destinato al trasferimento del grano verso tre diversi impianti di molitura.

Il grano è contenuto in un silo situato all'esterno del fabbricato e le distanze sulle quali deve essere effettuato il trasporto sono quelle indicate nello schema sottostante.



Ciascun impianto di molitura, che opera su un turno giornaliero di 8 ore, è dotato a bordo di una tramoggia della capacità di $0,5 \text{ m}^3$, che gli garantisce una autonomia di funzionamento di 120 minuti.

Assumendo che ciascun impianto abbia una intermittenza di funzionamento tale da produrre un funzionamento per il 75% del turno, si effettui il dimensionamento di massima del sistema di sili che permette un'autonomia di 20 giorni lavorativi ai tre impianti di molitura.

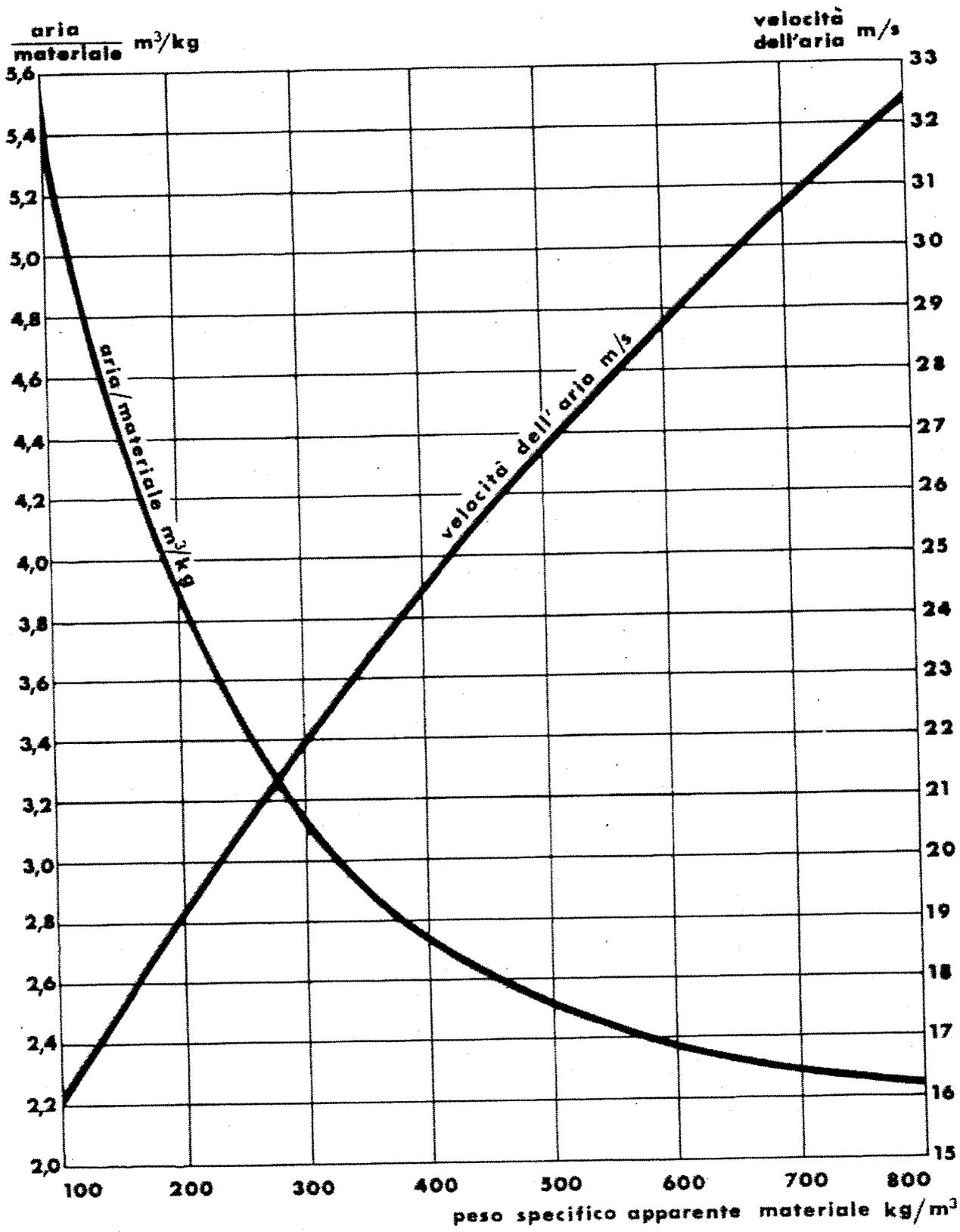
Si dimensioni poi il sistema di trasporto definendo:

- la portata e la velocità dell'aria necessaria al trasporto;
- la prevalenza conferita dal compressore;
- la potenza del motore che aziona il compressore;
- il sistema di tubazioni.

Si assuma per il grano:

- un peso specifico apparente di 750 kg/m^3 ;
- un angolo d'attrito interno del materiale pari a 30° ;
- un angolo d'attrito contro superfici d'acciaio pari a 25° .

Bilva



[Handwritten signatures]

Si assuma, per la prevalenza totale da conferire alla corrente fluida bifasica, un valore dato dalla somma di:

	Aria	Materiale
energia di avviamento	$h_{1a} = \gamma_a \cdot \frac{v^2}{2g}$	$h_{1m} = \frac{\dot{m}_m}{Q_a} \cdot \frac{v^2}{2g}$
perdita di carico all'ingresso nel circuito	$h_{2a} = 4 \cdot h_{1a}$	$h_{2m} = 2 \cdot h_{1m}$
perdite di carico distribuite	$h_{3a} = \lambda \cdot \gamma_a \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{L}{D}$	$h_{3m} = 0,2 \cdot \text{tg}(\varphi) \cdot \frac{\dot{m}_m}{Q_a} \cdot L$
dislivelli	$h_{4a} = \gamma_a \cdot H$	$h_{4m} = \frac{\dot{m}_m}{Q_a} \cdot H$
perdite di carico concentrate	$h_{5a} = \lambda \cdot \gamma_a \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{L_{eq}}{D}$	$h_{5m} = \frac{\gamma_m}{\gamma_a} \cdot h_{5a}$
perdite di carico nel separatore	$h_{6a} = 10 \cdot \gamma_a \cdot \frac{v^2}{2g}$	-

con il consueto ed ovvio significato della simbologia utilizzata.

Per la valutazione delle lunghezze equivalenti nelle perdite di carico concentrate si faccia riferimento alla tabella seguente:

Tabella 29.VII – Perdite di carico dovute a resistenze accidentali (deviazioni, variazioni di sezioni, ingressi e uscite dal circuito, ecc.) espresse in lunghezze di tubo equivalente.

ALLARGAMENTI DI SEZIONE							DEVIAZIONI																																																																			
Angolo di raccordo α							Raggi di raccordo																																																																			
Rapporto dei diametri d:D							Angolo α																																																																			
<table border="1"> <tr> <th>Angolo di raccordo α</th> <th>≈ 0</th> <th>0,3</th> <th>0,5</th> <th>0,7</th> <th>0,8</th> </tr> <tr> <td>brusco</td> <td>50 D</td> <td>40 D</td> <td>25 D</td> <td>16 D</td> <td>10 D</td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td>45 D</td> <td>25 D</td> <td>6,5 D</td> <td>4 D</td> <td>2 D</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>40 D</td> <td>20 D</td> <td>5 D</td> <td>3 D</td> <td>1 D</td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>35 D</td> <td>14 D</td> <td>3,5 D</td> <td>2 D</td> <td>0,5 D</td> </tr> <tr> <td>10°</td> <td>25 D</td> <td>7 D</td> <td>1,8 D</td> <td>1 D</td> <td>0,5 D</td> </tr> </table>							Angolo di raccordo α	≈ 0	0,3	0,5	0,7	0,8	brusco	50 D	40 D	25 D	16 D	10 D	40°	45 D	25 D	6,5 D	4 D	2 D	30°	40 D	20 D	5 D	3 D	1 D	20°	35 D	14 D	3,5 D	2 D	0,5 D	10°	25 D	7 D	1,8 D	1 D	0,5 D	<table border="1"> <tr> <th>Angolo α</th> <th>R \approx D</th> <th>R \approx 3 D</th> <th>R \approx 5 D</th> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>0,5 D</td> <td>0,3 D</td> <td>0,1 D</td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td>2 D</td> <td>1,4 D</td> <td>0,7 D</td> </tr> <tr> <td>45°</td> <td>3 D</td> <td>1,8 D</td> <td>0,9 D</td> </tr> <tr> <td>60°</td> <td>6 D</td> <td>3,7 D</td> <td>1,8 D</td> </tr> <tr> <td>80°</td> <td>12 D</td> <td>7,5 D</td> <td>3,8 D</td> </tr> <tr> <td>90°</td> <td>15 D</td> <td>10 D</td> <td>5 D</td> </tr> </table>				Angolo α	R \approx D	R \approx 3 D	R \approx 5 D	20°	0,5 D	0,3 D	0,1 D	40°	2 D	1,4 D	0,7 D	45°	3 D	1,8 D	0,9 D	60°	6 D	3,7 D	1,8 D	80°	12 D	7,5 D	3,8 D	90°	15 D	10 D	5 D
Angolo di raccordo α	≈ 0	0,3	0,5	0,7	0,8																																																																					
brusco	50 D	40 D	25 D	16 D	10 D																																																																					
40°	45 D	25 D	6,5 D	4 D	2 D																																																																					
30°	40 D	20 D	5 D	3 D	1 D																																																																					
20°	35 D	14 D	3,5 D	2 D	0,5 D																																																																					
10°	25 D	7 D	1,8 D	1 D	0,5 D																																																																					
Angolo α	R \approx D	R \approx 3 D	R \approx 5 D																																																																							
20°	0,5 D	0,3 D	0,1 D																																																																							
40°	2 D	1,4 D	0,7 D																																																																							
45°	3 D	1,8 D	0,9 D																																																																							
60°	6 D	3,7 D	1,8 D																																																																							
80°	12 D	7,5 D	3,8 D																																																																							
90°	15 D	10 D	5 D																																																																							
RESTRINGIMENTI DI SEZIONE																																																																										
Angolo di raccordo α																																																																										
Rapporto dei diametri d:D							<table border="1"> <tr> <th>Angolo di raccordo α</th> <th>≈ 0</th> <th>0,3</th> <th>0,5</th> <th>0,5</th> <th>0,7</th> <th>0,8</th> </tr> <tr> <td>brusco</td> <td>25 D</td> <td>24 D</td> <td>17 D</td> <td>13 D</td> <td>10 D</td> <td>6 D</td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td>20 D</td> <td>14 D</td> <td>5 D</td> <td>4,5 D</td> <td>4 D</td> <td>2 D</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>15 D</td> <td>12 D</td> <td>4 D</td> <td>3,5 D</td> <td>3 D</td> <td>1 D</td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>12 D</td> <td>8 D</td> <td>3 D</td> <td>2,5 D</td> <td>2 D</td> <td>0,5 D</td> </tr> <tr> <td>10°</td> <td>10 D</td> <td>4 D</td> <td>2 D</td> <td>1,5 D</td> <td>1 D</td> <td>0,5 D</td> </tr> </table>				Angolo di raccordo α	≈ 0	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8	brusco	25 D	24 D	17 D	13 D	10 D	6 D	40°	20 D	14 D	5 D	4,5 D	4 D	2 D	30°	15 D	12 D	4 D	3,5 D	3 D	1 D	20°	12 D	8 D	3 D	2,5 D	2 D	0,5 D	10°	10 D	4 D	2 D	1,5 D	1 D	0,5 D																						
Angolo di raccordo α	≈ 0	0,3	0,5	0,5	0,7	0,8																																																																				
brusco	25 D	24 D	17 D	13 D	10 D	6 D																																																																				
40°	20 D	14 D	5 D	4,5 D	4 D	2 D																																																																				
30°	15 D	12 D	4 D	3,5 D	3 D	1 D																																																																				
20°	12 D	8 D	3 D	2,5 D	2 D	0,5 D																																																																				
10°	10 D	4 D	2 D	1,5 D	1 D	0,5 D																																																																				
							<table border="1"> <tr> <th colspan="8">SARACINESCHE</th> </tr> <tr> <th>Apertura</th> <td>1/8 D</td> <td>2/8 D</td> <td>3/8 D</td> <td>4/8 D</td> <td>5/8 D</td> <td>6/8 D</td> <td>7/8 D</td> </tr> <tr> <th>Lunghezza equivalente</th> <td>4000 D</td> <td>800 D</td> <td>220 D</td> <td>100 D</td> <td>40 D</td> <td>13 D</td> <td>3,5 D</td> </tr> </table>				SARACINESCHE								Apertura	1/8 D	2/8 D	3/8 D	4/8 D	5/8 D	6/8 D	7/8 D	Lunghezza equivalente	4000 D	800 D	220 D	100 D	40 D	13 D	3,5 D																																								
SARACINESCHE																																																																										
Apertura	1/8 D	2/8 D	3/8 D	4/8 D	5/8 D	6/8 D	7/8 D																																																																			
Lunghezza equivalente	4000 D	800 D	220 D	100 D	40 D	13 D	3,5 D																																																																			
							<table border="1"> <tr> <th colspan="8">SUCCHIANTI</th> </tr> <tr> <td colspan="8">Si considerino lunghezze di 40 D e velocità doppie rispetto alla tubazione normale.</td> </tr> </table>				SUCCHIANTI								Si considerino lunghezze di 40 D e velocità doppie rispetto alla tubazione normale.																																																							
SUCCHIANTI																																																																										
Si considerino lunghezze di 40 D e velocità doppie rispetto alla tubazione normale.																																																																										

Round stainless steel welded tubes

Tubi tondi saldati in acciaio inossidabile

outside diameter mm	wall thickness mm														weight kg/m
	0,80	1	1,2	1,5	1,6	2	2,5	2,6	3	3,2	3,6	4	5	6	
6		0,125													
8	0,144	0,175													
10	0,184	0,225	0,264	0,319											
12	0,224	0,275	0,325	0,394	0,417	0,501									
12,7	0,238	0,293	0,346	0,421	0,445										
14	0,264	0,326	0,385	0,470	0,497	0,601									
15	0,284	0,351	0,415	0,507	0,537	0,651									
16	0,304	0,376	0,445	0,545	0,577	0,701									
17,2	0,329	0,406	0,481	0,590	0,625	0,761	0,920	0,951	1,067						
18	0,345	0,426	0,505	0,620	0,657	0,801	0,970	1,003	1,127						
19	0,365	0,451	0,535	0,657	0,697	0,851	1,033	1,068	1,202						
19,05	0,366	0,452	0,536	0,659	0,699	0,854	1,036	1,071	1,206						
20	0,385	0,476	0,565	0,695	0,737	0,901	1,096	1,133	1,277						
21,3	0,411	0,508	0,604	0,744	0,789	0,967	1,177	1,217	1,375						
22	0,425	0,526	0,625	0,770	0,817	1,002	1,221	1,263	1,427						
23	0,445	0,551	0,655	0,808	0,857	1,052	1,283	1,328	1,502						
24	0,465	0,576	0,685	0,845	0,897	1,102	1,346	1,393	1,578						
25	0,485	0,601	0,715	0,883	0,937	1,152	1,409	1,458	1,653						
25,4	0,493	0,611	0,727	0,898	0,954	1,172	1,434	1,484	1,683						
26,9	0,523	0,649	0,772	0,954	1,014	1,247	1,527	1,582	1,795						
28	0,545	0,676	0,805	0,995	1,056	1,302	1,596	1,654	1,878						
29	0,565	0,701	0,835	1,033	1,098	1,352	1,659	1,719	1,953						
30	0,585	0,726	0,865	1,070	1,138	1,402	1,722	1,784	2,028						
31,80	0,621	0,771	0,919	1,138	1,210	1,492	1,834	1,901	2,163						
32	0,625	0,776	0,925	1,146	1,215	1,502	1,847	1,914	2,178						
33	0,645	0,801	0,956	1,183	1,258	1,552	1,909	1,979	2,254						
33,7	0,659	0,819	0,977	1,209	1,286	1,588	1,953	2,025	2,306	2,444					
34	0,665	0,826	0,986	1,221	1,298	1,603	1,972	2,044	2,329	2,468					
35	0,685	0,851	1,016	1,258	1,336	1,653	2,035	2,109	2,404	2,548					
38	0,745	0,926	1,106	1,371	1,458	1,803	2,222	2,305	2,629	2,788	3,101	3,405			
40	0,785	0,977	1,166	1,446	1,538	1,903	2,348	2,435	2,779	2,949	3,281	3,606			
41		1,002	1,196	1,484	1,579	1,953	2,410	2,500	2,855	3,029	3,371	3,706			
42		1,027	1,226	1,521	1,619	2,003	2,473	2,565	2,930	3,109	3,462	3,806			
42,4		1,037	1,238	1,536	1,635	2,023	2,498	2,591	2,960	3,141	3,496	3,846			
43		1,052	1,256	1,559	1,659	2,053	2,535	2,630	3,005	3,189	3,552	3,906			
44,5		1,089	1,301	1,615	1,719	2,128	2,629	2,728	3,117	3,309	3,667	4,056			
45		1,102	1,316	1,634	1,739	2,153	2,661	2,760	3,155	3,349	3,732	4,107			
48		1,177	1,406	1,747	1,859	2,304	2,848	2,956	3,380	3,590	4,002	4,407			
48,3		1,184	1,415	1,758	1,871	2,319	2,867	2,975	3,403	3,614	4,029	4,437			
50		1,227	1,466	1,822	1,939	2,404	2,974	3,086	3,531	3,750	4,153	4,607			
50,8		1,247	1,490	1,852	1,971	2,444	3,024	3,138	3,591	3,814	4,255	4,667			
51		1,252	1,496	1,859	1,979	2,454	3,036	3,151	3,606	3,830	4,273	4,708			
52		1,277	1,526	1,897	2,019	2,504	3,099	3,216	3,681	3,910	4,363	4,808			
53		1,302	1,556	1,934	2,059	2,554	3,161	3,281	3,756	3,990	4,453	4,908			
54		1,327	1,587	1,972	2,099	2,604	3,224	3,346	3,831	4,071	4,543	5,008			
55		1,352	1,617	2,009	2,139	2,654	3,287	3,411	3,906	4,151	4,633	5,108			
57		1,402	1,677	2,085	2,220	2,754	3,412	3,542	4,056	4,311	4,814	5,308			
60,3		1,485	1,776	2,209	2,352	2,920	3,618	3,757	4,304	4,575	5,111	5,639	6,924		
63,5		1,565	1,872	2,329	2,480	3,080	3,819	3,965	4,545	4,832	5,400	5,960	7,324		
70		1,728	2,067	2,573	2,740	3,405	4,226	4,388	5,033	5,353	5,986	6,611	8,138		
73		1,803	2,157	2,686	2,861	3,556	4,413	4,583	5,258	5,593	6,256	6,911	8,514		
76,1		1,881	2,251	2,802	2,985	3,711	4,607	4,785	5,491	5,841	6,535	7,222	8,902		
80		1,978	2,368	2,948	3,141	3,906	4,852	5,039	5,784	6,154	6,887	7,612	9,390		
83		2,053	2,458	3,061	3,261	4,056	5,039	5,234	6,010	6,394	7,157	7,913	9,766		
84		2,076	2,468	3,099	3,301	4,107	5,102	5,299	6,085	6,474	7,248	8,013	9,891		
85		2,103	2,518	3,136	3,341	4,157	5,165	5,365	6,160	6,554	7,338	8,113	10,016		
88,9			2,635	3,283	3,498	4,352	5,409	5,618	6,453	6,867	7,689	8,504	10,504		
95				3,512	3,742	4,657	5,791	6,016	6,911	7,356	8,239	9,115	11,268		
101,6				3,760	4,006	4,986	6,204	6,445	7,407	7,885	8,834	9,776	12,094		
103				3,812	4,062	5,053	6,291	6,536	7,512	7,997	8,960	9,916	12,270		
104				3,850	4,103	5,108	6,354	6,602	7,587	8,077	9,050	10,016	12,395		
108				4,000	4,263	5,308	6,604	6,862	7,888	8,397	9,411	10,417	12,896		
114,3				4,237	4,515	5,624	6,999	7,272	8,361	8,902	9,979	11,048	13,684	16,271	

outside diameter mm	wall thickness mm														weight kg/m
	0,80	1	1,2	1,5	1,6	2	2,5	2,6	3	3,2	3,6	4	5	6	
127				4,714	5,024	6,260	7,794	8,099	9,315	9,920	11,124	12,320	15,274	18,179	
129				4,789	5,104	6,360	7,919	8,229	9,465	10,080	11,304	12,520	15,525	18,480	
133				4,939	5,264	6,560	8,169	8,490	9,766	10,401	11,665	12,921	16,026	19,080	
139,7				5,191	5,533	6,894	8,589	8,926	10,269	10,937	12,269	13,592	16,864	20,087	
153				5,690	6,066	7,562	9,421	9,792	11,268	12,003	13,468	14,924	18,530	22,085	
154				5,728	6,106	7,612	9,484	9,857	11,343	12,083	13,558	15,024	18,655	22,236	
155				5,765	6,146	7,662	9,547	9,922	11,418	12,163	13,648	15,124	18,780	22,386	
156				5,803	6,186	7,712	9,609	9,987	11,493	12,244	13,738	15,224	18,905	22,536	
159				5,916	6,306	7,863	9,797	10,182	11,719	12,484	14,008	15,525	19,281	22,987	
168,3				6,265	6,679	8,328	10,379	10,788	12,417	13,229	14,847	16,456	20,445	24,384	
204				7,606	8,109	10,116	12,614	13,112	15,099	16,090	18,065	20,032	24,915	29,748	
205				7,643	8,149	10,166	12,677	13,177	15,174	16,170	18,155	20,132	25,040	29,898	
206						10,216	12,739	13,242	15,249	16,250	18,245	20,232	25,165	30,048	
219,1						10,872	13,559	14,095	16,233	17,300	19,426	21,544	26,805	32,016	
254						12,620	15,744	16,367	18,855	20,096	22,572	25,040	31,175	37,260	
255						12,670	15,807	16,432	18,930	20,176	22,662	25,140	31,300	37,410	
256						12,720	15,869	16,497	19,005	20,256	22,752	25,240	31,425	37,560	
273						13,572	16,933	17,604	20,282	21,619	24,285	26,943	33,554	40,114	
304						15,124	18,874	19,622	22,611	24,103	27,079	30,048	37,435	44,772	
306						15,224	18,999	19,753	22,761	24,263	27,260	30,248	37,685	45,072	
323,9						16,121	20,120	20,918	24,106	25,697	28,873	32,041	39,926	47,761	
355,6						17,708	22,104	22,982	26,487	28,237	31,731	35,216	43,895	52,524	
406,4						20,252	25,264	26,289	30,303	32,308	36,310	40,304	50,255	60,156	
508							31,644	32,904	37,936	40,449	45,469	50,481	62,976	75,420	

Standard delivery program - Programma di fornitura standard

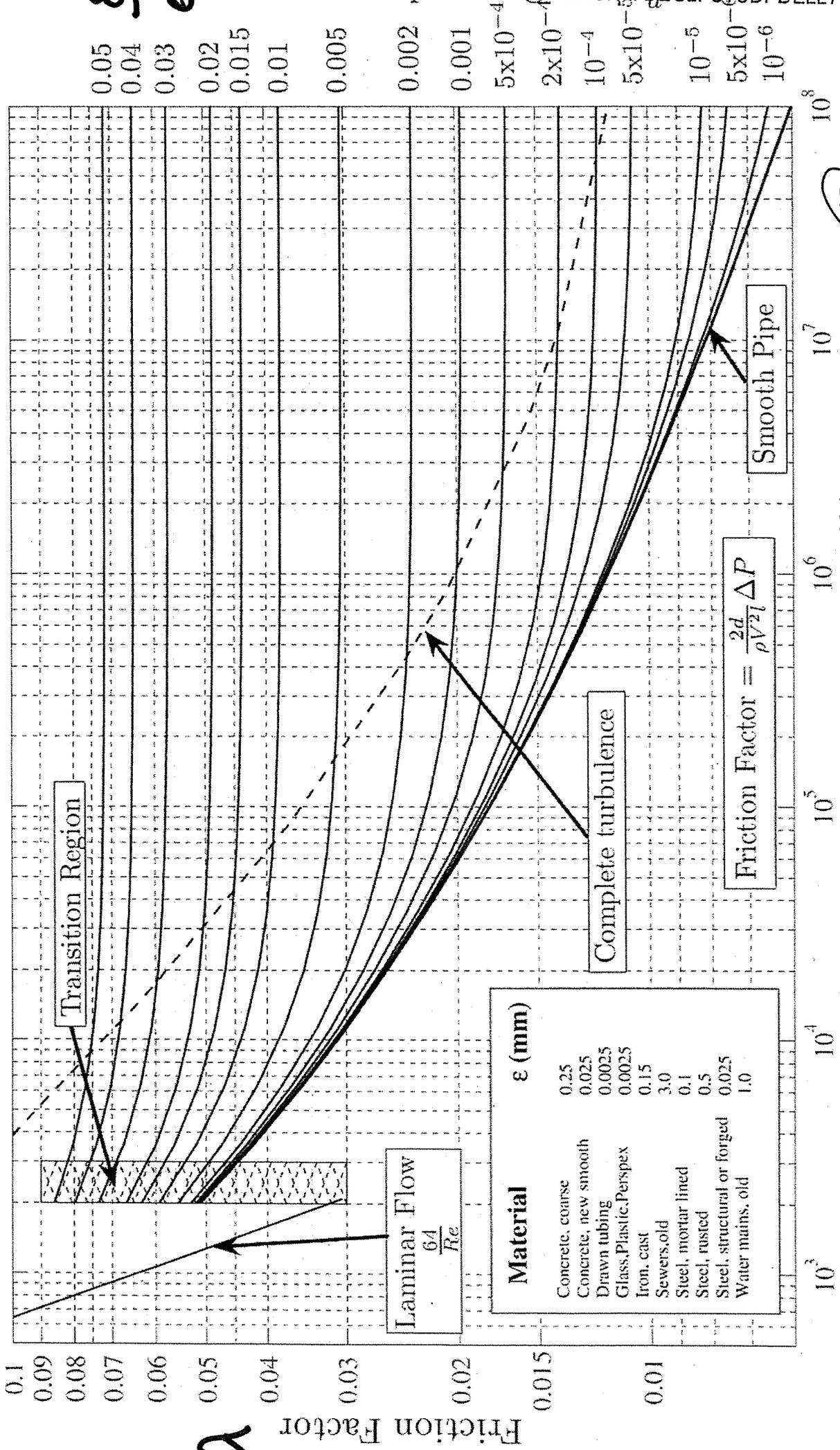
Round stainless steel welded tubes for heat resistances

Tubi tondi saldati in acciaio inossidabile per resistenze elettriche

outside diameter mm	wall thickness mm						weight kg/m
	0,40	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80	
5	0,046	0,056	0,066	0,075	0,080		
6	0,056	0,069	0,081	0,093	0,099		
7,50	0,071	0,086	0,104	0,119	0,127		
8	0,076	0,094	0,111	0,128	0,136	0,144	
9,50	0,091	0,113	0,134	0,154	0,164	0,174	
10	0,096	0,119	0,141	0,163	0,174	0,184	
12	0,116	0,144	0,171	0,198	0,211	0,224	
12,7	0,123	0,153	0,182	0,210	0,224	0,238	
13	0,126	0,157	0,186	0,216	0,230	0,244	
14	0,136	0,169	0,201	0,233	0,249	0,264	
15	0,146	0,182	0,216	0,251	0,268	0,284	
16	0,156	0,194	0,231	0,268	0,286	0,304	
17,2	0,168	0,209	0,249	0,289	0,309	0,329	
18	0,176	0,219	0,261	0,303	0,324	0,345	
19		0,232	0,276	0,321	0,343	0,365	
19,05		0,232	0,277	0,322	0,344	0,366	
20		0,244	0,291	0,336	0,362	0,385	

$\frac{\epsilon}{d}$

Moody Diagram



Reynolds Number, $Re = \frac{\rho V d}{\mu}$

MB

Bul

Ingegneria Industriale

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICA

11.12.2019

Tema di impianti elettrici

Un'azienda olearia deve realizzare ex novo, l'impianto elettrico dell'opificio e della palazzina uffici.

L'opificio è costituito da un capannone di 1000 m² (20 m x50 m) dove sono collocati 4 impianti produttivi oleari con potenza di 55 kW e $\cos\theta=0.85$, un locale con impianto di imbottigliamento di potenza 4.8 kW e $\cos\theta=0.83$, un locale di stoccaggio e un locale logistico.

La palazzina uffici è composta di 2 piani, ognuno con superficie di 160 m² (10 m x16 m) con potenza convenzionale di 70 VA/m² ed è dotato di ascensore con potenza 3.2 kW e $\cos\theta=0.9$.

La cabina dell'ente distributore è collocata in prossimità dell'accesso carrabile ed è distante 30 m dall'opificio e 45 m dalla palazzina uffici.

L'impianto di condizionamento assorbe 220 kW $\cos\theta=0.87$ per l'opificio e 35kW $\cos\theta=0.87$ per la palazzina uffici.

L'alimentazione viene fornita all'utente con le seguenti caratteristiche:

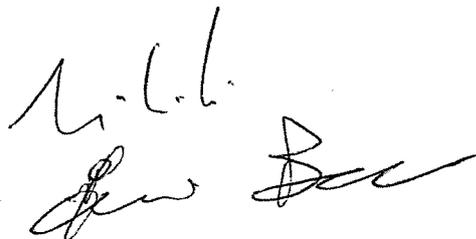
- tensione efficace 20 kV a 50 Hz,
- Corrente di cortocircuito 8 kA
- Corrente di guasto a terra 110 A con tempo di interruzione di 0.45 s
- Linea in cavo interrato.

Il candidato, assumendo le ipotesi che riterrà necessarie, esegua nel suo elaborato:

- 1) Il dimensionamento della cabina MT/BT completo di schema circuitale e con verifiche termiche e in cortocircuito
- 2) Il dimensionamento dei circuiti di distribuzione in BT, supponendo di avere due quadri principali (uno in ogni edificio) alimentati entrambi dalla cabina di trasformazione
- 3) La progettazione dell'impianto di terra considerando un terreno argilloso.
- 4) La progettazione dell'impianto di rifasamento

Il candidato illustri, inoltre:

- 1) Uno schema planimetrico dell'impianto con indicato la posizione arbitraria dei vari componenti del sistema
- 2) Gli schemi unifilari dei quadri MT e BT



Ingegneria Industriale

II SESSIONE 2019

PROVA PRATICA

11.12.2019

Tema 1- Meccanica - Energetica

Le esigenze termiche di un impianto industriale vengono soddisfatte tramite una portata di 25 kg/s di vapore a 3 bar e 140°C. Per soddisfare tali esigenze, si è scelto di installare un impianto a vapore a contropressione, al fine di sfruttare la possibilità di produrre contemporaneamente anche energia elettrica: il vapore viene quindi prodotto sfruttando il calore a bassa temperatura (Q_2) del ciclo a vapore.

- Il candidato scelga opportunamente la pressione di condensazione dell'impianto a vapore in modo da avere almeno 25°C di differenza minima di temperatura tra le due curve termiche, e disegni il diagramma di scambio termico al condensatore, sapendo che la temperatura dell'acqua di ritorno dalle utenze termiche è di 60 °C;
- Considerando i parametri in tabella, si calcoli la potenza elettrica prodotta dall'impianto a vapore, il rendimento, il calore che è necessario fornire dalla sorgente termica ad alta temperatura e si disegni il ciclo a vapore sul piano entropico;

Pressione massima del ciclo	150 bar
Pressione intermedia	30 bar
Temperatura massima	550 °C
N° risurriscaldamenti	1
Rendimento adiabatico-isentropico pompa	0.8
Rendimento adiabatico-isentropico turbine	0.82
Rendimento meccanico dell'albero turbina	0.98

- Il candidato disegni lo schema dell'impianto integrato, descrivendone sinteticamente i principali componenti;
- Si valutino i principali indici di cogenerazione dell'impianto;
- Si calcoli il consumo annuo di combustibile, avendo a disposizione olio combustibile a basso tenore di zolfo ($PCI=40$ MJ/kg);
- Si progettino, anche mediante l'ausilio di manuale tecnico, le sezioni dello scambiatore di calore utilizzato come condensatore del ciclo a vapore e per la produzione di vapore surriscaldato per le utenze termiche;
- Si consideri una differenza minima di temperatura tra le due curve termiche al condensatore di 20°C, si ricalcolino le prestazioni energetiche e il dimensionamento del condensatore, discutendo i risultati ottenuti e confrontandoli con il caso precedente.

M.L.L.
fer

fer

fer

fer

fer

1

Proprietà termodinamiche dell'acqua alla saturazione

p bar	t °C	Volume specifico m ³ /kg		Entalpia kJ/kg			Energia interna kJ/kg		Entropia kJ/kg K			p bar
		v _l	v _v	h _l	h _f	h _g	u _l	u _v	s _l	s _{fg}	s _g	
0.10	45.83	0.001 010 2	14.675 7	191.8	2392.9	2584.8	191.8	2438.1	0.6493	7.5018	8.1511	0.10
0.15	54.00	0.001 014 0	10.022 1	226.0	2373.2	2599.2	226.0	2448.9	0.7549	7.2544	8.0093	0.15
0.20	60.09	0.001 017 2	7.649 2	251.5	2358.4	2609.9	251.5	2456.9	0.8321	7.0773	7.9094	0.20
0.25	64.99	0.001 019 9	6.204 0	272.0	2346.4	2618.3	272.0	2463.2	0.8933	6.9390	7.8323	0.25
0.30	69.13	0.001 022 3	5.229 0	289.3	2336.1	2625.4	289.6	2468.2	0.9441	6.8254	7.7695	0.30
0.35	72.71	0.001 024 5	4.525 5	304.3	2327.2	2631.5	304.3	2473.1	0.9878	6.7288	7.7166	0.35
0.40	75.89	0.001 026 5	3.993 2	317.7	2319.2	2636.9	317.7	2477.2	1.0261	6.6448	7.6709	0.40
0.45	78.74	0.001 028 4	3.576 1	329.6	2312.0	2641.7	329.6	2480.8	1.0603	6.5703	7.6306	0.45
0.50	81.35	0.001 030 1	3.240 1	340.6	2305.4	2646.0	340.5	2484.0	1.0912	6.5035	7.5947	0.50
0.60	85.95	0.001 033 3	2.731 7	359.9	2293.6	2653.6	359.8	2489.7	1.1455	6.3872	7.5327	0.60
0.70	89.96	0.001 036 1	2.364 7	376.8	2283.3	2660.1	376.3	2494.6	1.1921	6.2883	7.4804	0.70
0.80	93.51	0.001 038 7	2.086 9	391.7	2274.0	2665.8	391.6	2498.8	1.2330	6.2022	7.4352	0.80
0.90	96.71	0.001 041 2	1.869 1	405.2	2265.6	2670.9	405.1	2502.7	1.2696	6.1258	7.3954	0.90
5.00	151.85	0.001 092 8	0.374 66	640.1	2107.4	2747.5	639.6	2560.2	1.8604	4.9588	6.8192	5.00
6.00	158.84	0.001 100 9	0.315 46	670.4	2085.0	2755.5	669.7	2566.2	1.9308	4.8267	6.7575	6.00
7.00	164.96	0.001 108 2	0.272 68	697.1	2064.9	2762.0	696.3	2571.1	1.9918	4.7134	6.7052	7.00
8.00	170.41	0.001 115 0	0.240 26	720.9	2046.5	2767.5	720.0	2575.3	2.0457	4.6139	6.6596	8.00
9.00	175.36	0.001 121 3	0.214 82	742.6	2029.5	2772.1	741.6	2578.8	2.0941	4.5251	6.6192	9.00
10.00	179.88	0.001 127 4	0.194 30	762.6	2013.6	2776.2	761.5	2581.9	2.1382	4.4447	6.5828	10.00
11.00	184.06	0.001 133 1	0.177 39	781.1	1991.6	2779.7	779.9	2584.6	2.1786	4.3712	6.5498	11.00
12.00	187.96	0.001 138 6	0.163 21	798.4	1984.3	2782.7	797.0	2586.8	2.2160	4.3034	6.5194	12.00
13.00	191.60	0.001 143 8	0.151 14	814.7	1970.7	2785.4	813.2	2588.9	2.2509	4.2404	6.4913	13.00
14.00	195.04	0.001 148 9	0.140 73	830.1	1957.7	2787.8	828.5	2590.8	2.2836	4.1815	6.4651	14.00
15.00	198.28	0.001 153 8	0.131 67	844.6	1945.3	2789.9	842.7	2592.4	2.3144	4.1262	6.4406	15.00
16.00	201.37	0.001 158 6	0.123 70	858.5	1933.2	2791.7	856.6	2593.8	2.3436	4.0740	6.4176	16.00
17.00	204.30	0.001 163 3	0.116 64	871.8	1921.6	2793.4	869.8	2595.1	2.3712	4.0246	6.3958	17.00
18.00	207.11	0.001 167 8	0.110 33	884.5	1910.3	2794.8	882.4	2596.2	2.3976	3.9776	6.3751	18.00
19.00	209.79	0.001 172 3	0.104 67	896.8	1899.3	2796.1	894.6	2597.2	2.4227	3.9327	6.3555	19.00
20.00	212.37	0.001 176 6	0.099 549	908.6	1888.7	2797.2	906.2	2598.1	2.4468	3.8899	6.3367	20.00
25.00	223.94	0.001 197 2	0.079 915	961.9	1839.0	2800.9	958.9	2601.1	2.5542	3.6994	6.2537	25.00
30.00	233.84	0.001 216 3	0.066 632	1008.3	1794.0	2802.3	1004.7	2602.4	2.6455	3.5383	6.1838	30.00
35.00	242.54	0.001 234 5	0.057 028	1049.7	1752.2	2802.0	1045.4	2602.4	2.7252	3.3976	6.1229	35.00
40.00	250.33	0.001 252 1	0.049 749	1087.4	1712.9	2800.3	1082.4	2601.3	2.7965	3.2720	6.0685	40.00
45.00	257.41	0.001 269 1	0.044 035	1122.1	1675.6	2797.7	1116.4	2599.5	2.8612	3.1579	6.0191	45.00
50.00	263.92	0.001 285 8	0.039 425	1154.5	1639.7	2794.2	1148.1	2597.1	2.9207	3.0528	5.9735	50.00
55.00	269.94	0.001 302 3	0.035 624	1184.9	1605.0	2789.9	1177.7	2594.0	2.9758	2.9551	5.9309	55.00
60.00	275.56	0.001 318 7	0.032 433	1213.7	1571.3	2785.0	1205.8	2590.4	3.0274	2.8633	5.8907	60.00
65.00	280.83	0.001 335 0	0.029 714	1241.2	1538.3	2779.5	1232.5	2586.4	3.0760	2.7766	5.8526	65.00
70.00	285.80	0.001 351 4	0.027 368	1267.5	1506.0	2773.4	1258.0	2581.8	3.1220	2.6941	5.8161	70.00
75.00	290.51	0.001 367 8	0.025 323	1292.7	1474.1	2766.9	1282.4	2577.0	3.1658	2.6152	5.7810	75.00
80.00	294.98	0.001 384 3	0.023 521	1317.2	1442.7	2759.9	1306.1	2571.7	3.2077	2.5393	5.7470	80.00
85.00	299.24	0.001 401 0	0.021 923	1340.8	1411.6	2752.4	1328.9	2566.1	3.2480	2.4661	5.7141	85.00
90.00	303.31	0.001 417 9	0.020 493	1363.8	1380.8	2744.6	1351.0	2560.2	3.2867	2.3952	5.6820	90.00
95.00	307.22	0.001 435 1	0.019 206	1386.2	1350.2	2736.3	1372.6	2553.8	3.3242	2.3264	5.6506	95.00
100.00	310.96	0.001 452 6	0.018 041	1408.1	1319.7	2727.7	1393.6	2547.3	3.3606	2.2592	5.6198	100.00
110.00	318.04	0.001 488 7	0.016 007	1450.6	1258.8	2709.3	1434.2	2533.2	3.4304	2.1292	5.5596	110.00
120.00	324.64	0.001 526 7	0.014 285	1491.7	1197.5	2689.2	1473.4	2517.8	3.4971	2.0032	5.5003	120.00
130.00	330.81	0.001 567 1	0.012 800	1531.9	1135.1	2667.0	1511.5	2500.6	3.5614	1.8795	5.4409	130.00
140.00	336.63	0.001 610 5	0.011 498	1571.5	1070.9	2642.4	1549.0	2481.4	3.6241	1.7564	5.3804	140.00
150.00	342.12	0.001 657 8	0.010 343	1610.9	1004.2	2615.1	1586.0	2460.0	3.6857	1.6323	5.3180	150.00
160.00	347.32	0.001 710 2	0.009 309 9	1650.4	934.5	2584.9	1623.0	2435.9	3.7470	1.5063	5.2533	160.00
170.00	352.26	0.001 769 5	0.008 372 1	1691.6	860.0	2551.6	1661.5	2409.3	3.8106	1.3749	5.1856	170.00
180.00	356.96	0.001 839 9	0.007 497 3	1734.8	779.0	2513.9	1701.7	2378.9	3.8766	1.2362	5.1127	180.00
190.00	361.44	0.001 926 2	0.006 675 9	1778.7	691.8	2470.5	1742.1	2343.7	3.9430	1.0900	5.0330	190.00
200.00	365.71	0.002 037 4	0.005 874 5	1826.6	591.6	2418.2	1785.9	2300.7	4.0151	0.9259	4.9410	200.00
210.00	369.79	0.002 201 8	0.005 022 5	1886.3	461.2	2347.5	1840.1	2242.0	4.1040	0.7172	4.8222	210.00
220.00	373.78	0.002 667 5	0.003 734 7	2010.3	186.3	2196.6	1951.6	2144.4	4.2934	0.2881	4.5814	220.00

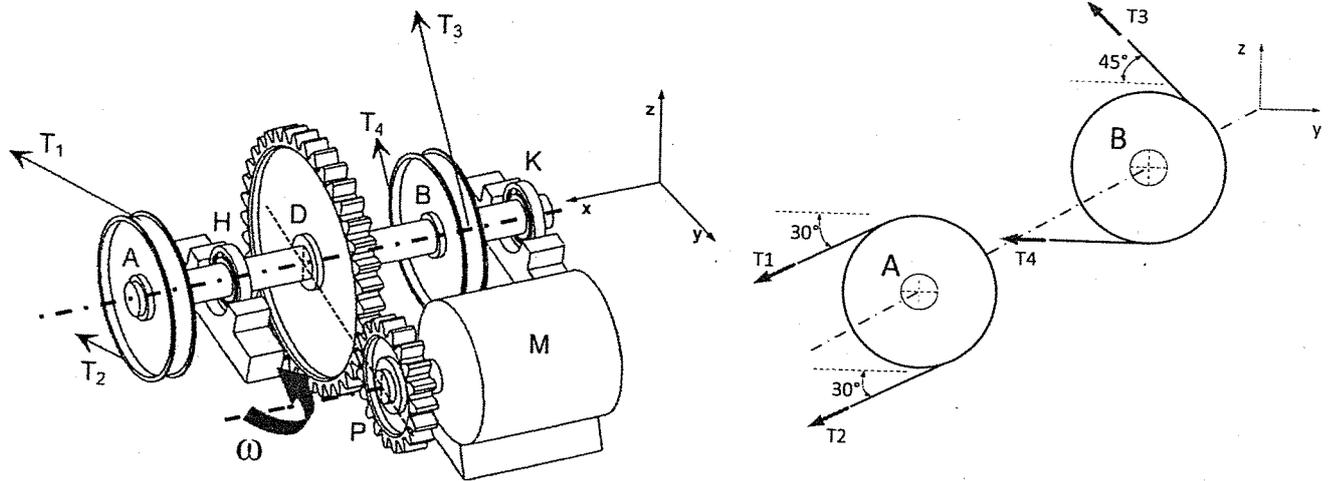
Law Ben
h.l.h.
for
ADP

Tabella del vapore

Pressione bar (temp. sat. °C)		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
0.10 (45.8)	v	14.869	17.195	19.512	21.825	24.136	26.445	28.754	31.062	35.679	40.295	44.910	49.526
	h	2592.7	2687.5	2783.1	2879.6	2977.4	3076.6	3177.3	3279.6	3489.1	3705.5	3928.8	4158.7
	s	8.1757	8.4486	8.6888	8.9045	9.1010	9.2820	9.4504	9.6083	9.8984	10.1616	10.4036	10.6284
5.00 (151.8)	v	0.001012	0.001044	0.001091	0.424 96	0.47443	0.522 58	0.570 05	0.617 16	0.710 78	0.803 95	0.896 85	0.989 56
	h	209.68	419.36	632.16	2855.1	2961.1	3064.8	3168.1	3272.1	3483.8	3701.5	3925.8	4156.4
	s	0.70328	1.30656	1.84161	7.0592	7.2721	7.4614	7.6343	7.7948	8.0879	8.3626	8.5957	8.8213
6.00 (158.8)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.352 04	0.393 91	0.434 39	0.474 19	0.513 61	0.591 84	0.669 63	0.747 14	0.824 47
	h	209.76	419.44	632.23	2849.7	2951.6	3062.3	3166.2	3270.6	3482.7	3700.7	3925.1	4155.9
	s	0.70324	1.30648	1.8415	6.9662	7.1829	7.3740	7.5479	7.7090	8.0027	8.2678	8.5111	8.7368
7.00 (165.0)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.299 92	0.336 37	0.371 39	0.405 71	0.439 64	0.506 89	0.573 68	0.640 21	0.706 55
	h	209.85	419.51	632.29	2844.2	2954.0	3059.8	3164.3	3269.0	3481.6	3699.9	3924.5	4155.5
	s	0.70319	1.3064	1.84139	6.8859	7.1066	7.2997	7.4745	7.6332	7.9305	8.1959	8.4395	8.6653
8.00 (170.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.260 79	0.293 21	0.324 14	0.354 34	0.384 16	0.443 17	0.501 72	0.560 01	0.618 11
	h	209.93	419.59	632.35	2838.6	2950.4	3057.3	3162.4	3267.5	3480.5	3699.1	3923.9	4155.0
	s	0.70314	1.30632	1.84128	6.8148	7.0397	7.2348	7.4107	7.5729	7.8678	8.1336	8.3773	8.6033
9.00 (175.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.230 32	0.259 63	0.278 39	0.314 40	0.341 01	0.393 61	0.445 76	0.497 63	0.549 33
	h	210.02	419.66	632.41	2832.7	2946.8	3054.7	3160.5	3266.0	3479.4	3698.2	3923.3	4154.5
	s	0.7031	1.30624	1.84116	6.7508	6.9800	7.1771	7.3540	7.5169	7.8124	8.0785	8.3225	8.5486
10.00 (179.9)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.205 92	0.232 75	0.257 98	0.282 43	0.306 49	0.353 96	0.400 98	0.447 73	0.494 30
	h	210.11	419.74	632.47	2826.8	2943.0	3052.1	3158.5	3264.4	3478.3	3697.4	3922.7	4154.1
	s	0.70305	1.30616	1.84105	6.6922	6.9259	7.1251	7.3031	7.4665	7.7627	8.0292	8.2734	8.4997
15.00 (198.3)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.132 38	0.151 99	0.169 70	0.186 53	0.202 92	0.235 03	0.266 66	0.298 03	0.329 21
	h	210.54	420.11	632.78	2794.7	2923.5	3038.9	3148.7	3256.6	3472.8	3693.3	3919.6	4151.7
	s	0.70282	1.30577	1.8405	6.4508	6.7099	6.9207	7.1044	7.2709	7.5703	7.8385	8.0838	8.3108
20.00 (212.4)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.001156	0.111 45	0.125 50	0.138 66	0.151 13	0.175 55	0.199 50	0.223 17	0.246 66
	h	210.97	420.49	633.09	852.55	2902.4	3025.0	3138.6	3248.7	3467.3	3689.2	3916.5	4149.4
	s	0.70258	1.30538	1.83994	2.32995	6.5454	6.7696	6.9596	7.1296	7.4323	7.7022	7.9485	8.1763
25.00 (223.9)	v	0.001011	0.001043	0.001089	0.001156	0.086 985	0.098 925	0.109 75	0.120 04	0.139 87	0.159 21	0.178 26	0.197 14
	h	211.4	420.86	633.4	852.76	2879.5	3010.4	3128.2	3240.7	3461.7	3685.1	3913.4	4147.0
	s	0.70235	1.30499	1.83939	2.32916	6.4077	6.6470	6.8442	7.0178	7.3240	7.5956	7.8431	8.0716
30.00 (233.8)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.070 551	0.081 159	0.090 526	0.099 310	0.116 08	0.132 34	0.148 32	0.164 12
	h	211.83	421.24	633.71	852.96	2854.8	2995.1	3117.5	3232.5	3456.5	3681.0	3910.3	4144.7
	s	0.70212	1.3046	1.83883	2.32838	6.2857	6.5422	6.7471	6.9246	7.2345	7.5079	7.7564	7.9857
35.00 (242.5)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.058 693	0.068 424	0.076 776	0.084 494	0.099 088	0.113 15	0.126 94	0.140 54
	h	212.26	421.62	634.03	853.17	2828.1	2979.0	3106.5	3224.2	3450.6	3676.9	3907.2	4142.4
	s	0.70188	1.30421	1.83828	2.32759	6.1732	6.4491	6.6626	6.8443	7.1580	7.4332	7.6828	7.9128
40.00 (250.3)	v	0.00101	0.001042	0.001088	0.001154	0.001251	0.058 833	0.066 446	0.073 376	0.086 341	0.098 763	0.110 90	0.122 85
	h	212.69	421.99	634.34	853.37	1085.78	2962.0	3095.1	3215.7	3445.0	3672.8	3904.1	4140.0
	s	0.70165	1.30382	1.83773	2.32681	2.79343	6.3642	6.5870	6.7733	7.0909	7.3680	7.6187	7.8495

Pressione bar (temp. Sat. °C)		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
50.00 (263.9)	v	0.00101	0.001041	0.001088	0.001153	0.001249	0.045 301	0.051 941	0.057 791	0.068 494	0.078 616	0.088 446	0.098 093
	h	213.55	422.74	634.96	853.79	1085.76	29255	3071.2	3198.3	3433.7	3664.5	3897.9	4135.3
	s	0.70119	1.30304	1.83665	2.32525	2.791	6.2105	6.4545	6.6508	6.9770	7.2578	7.5108	7.7431
60.00 (275.6)	v	0.001009	0.001041	0.001087	0.001152	0.001248	0.036 145	0.042 222	0.047 379	0.056 592	0.065 184	0.073 478	0.081 587
	h	214.41	423.49	635.58	854.21	1085.75	2885.0	3045.8	3180.1	3422.2	3656.2	3891.7	4130.7
	s	0.70072	1.30227	1.83554	2.3237	2.78859	6.0692	6.3386	6.5462	6.8818	7.1664	7.4217	7.6550
70.00 (285.8)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.001151	0.001246	0.029 457	0.035 233	0.039 922	0.048 086	0.055 590	0.062 787	0.069 798
	h	215.26	424.25	636.21	854.63	1085.75	2839.4	3018.7	3161.2	3410.6	3647.9	3885.4	4126.0
	s	0.70026	1.30149	1.83445	2.32217	2.78621	5.9327	6.2333	6.4536	6.7993	7.0880	7.3456	7.5808
80.00 (295.0)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.00115	0.001244	0.024 264	0.029 948	0.034 310	0.041 704	0.048 394	0.054 770	0.060 956
	h	216.12	425	636.84	855.06	1085.77	2786.8	2989.9	3141.6	3398.8	3639.5	3879.2	4121.5
	s	0.69979	1.30072	1.83337	2.32064	2.78386	5.7942	6.1349	6.3694	6.7262	7.0191	7.2790	7.5158
90.00 (303.3)	v	0.001008	0.001039	0.001085	0.001149	0.001245	0.001402	0.025 792	0.029 29	0.036 737	0.042 798	0.048 534	0.054 080
	h	216.98	425.75	637.47	855.49	1085.79	1344.55	2959.0	3121.2	3386.8	3631.1	3873.0	4116.7
	s	0.69933	1.29995	1.83229	2.31912	2.78153	3.25329	6.0408	6.2915	6.6600	6.9574	7.2196	7.4579
100.00 (311.0)	v	0.001008	0.001039	0.001084	0.001148	0.001241	0.001398	0.022 421	0.026 408	0.032 760	0.038 320	0.043 546	0.048 580
	h	217.84	426.5	638.1	855.92	1085.83	1343.36	2925.8	3099.9	3374.6	3622.7	3866.8	4112.0
	s	0.69887	1.29919	1.83121	2.31761	2.77923	3.24878	5.9489	6.2182	6.5994	6.9013	7.1660	7.4058
125.00 (327.8)	v	0.001007	0.001037	0.001083	0.001146	0.001236	0.001388	0.016 122	0.020 010	0.025 590	0.030 259	0.034 510	0.038 682
	h	219.99	428.39	639.67	857.02	1085.96	1340.65	2828.0	3042.9	3343.3	3601.4	3851.1	4100.3
	s	0.69771	1.29728	1.82854	2.31387	2.77357	3.23797	5.7155	6.0481	6.4654	6.7796	7.0504	7.2942
150.00 (342.1)	v	0.001006	0.001036	0.001081	0.001143	0.001232	0.001378	0.011 462	0.015 661	0.020 795	0.024 884	0.028 587	0.032 086
	h	222.13	430.27	641.26	858.14	1086.16	1338.25	2694.8	2979.1	3310.6	3579.8	3835.4	4088.6
	s	0.69656	1.29638	1.8259	2.31018	2.76804	3.22776	5.4467	5.8876	6.3487	6.6764	6.9536	7.2013
175.00 (354.6)	v	0.001005	0.001036	0.00108	0.001141	0.001229	0.001369	0.001716	0.012 460	0.017 359	0.021 043	0.024 314	0.027 376
	h	224.27	432.16	642.85	859.27	1096.41	1336.14	1663.62	2906.3	3276.5	3557.8	3819.7	4077.0
	s	0.69541	1.29351	1.82328	2.30655	2.76265	3.21808	3.764	5.7274	6.2432	6.5858	6.8698	7.1215
200.00 (365.7)	v	0.001003	0.001034	0.001078	0.001139	0.001225	0.001361	0.001666	0.009 947 0	0.014 771	0.018 161	0.021 111	0.023 845
	h	226.41	434.05	644.45	860.43	1086.72	1334.26	1647.18	2820.5	3241.1	3535.5	3803.8	4065.3
	s	0.69427	1.29										

Si consideri il riduttore asservito ad un sistema di azionamento a cinghia rappresentato schematicamente in figura.



Il motore M trasmette, per mezzo del pignone P ruotante nel verso indicato dalla freccia ω , una potenza di 18 kW alla ruota D che trascina in rotazione l'albero sostenuto dai cuscinetti H e K, sul quale sono calettate le pulegge A e B.

Entrambe le pulegge lavorano alla potenza massima, solo che per la puleggia A essa corrisponde al 30% della potenza P, mentre per la puleggia B alla quota rimanente. I tratti di cinghia, dei quali sono indicate le forze T_1 , T_2 , T_3 e T_4 che esercitano sulle pulegge, sono inclinati rispetto all'orizzontale, rispettivamente, di 30° verso il basso T_1 e T_2 , di 45° verso l'alto T_3 e di 0° T_4 . L'orizzontale sia individuata dal piano passante per l'asse del pignone e l'asse della ruota condotta (Piano x-y).

Nota: considerare gli eventuali effetti d'intaglio; ogni informazione ritenuta necessaria alla risoluzione, non presente nei dati, deve essere ipotizzata. Tutte le ipotesi devono essere ragionevoli e vanno giustificate.

Si chiede di eseguire:

- il dimensionamento della coppia P-D di ingranaggi a denti dritti;
- il calcolo dei tiri delle cinghie;
- la scelta e dimensionamento dei cuscinetti H e K con un'affidabilità del 98%;
- il dimensionamento a fatica dell'albero;
- un disegno costruttivo dell'albero;
- la scelta di un possibile motore (facoltativo).

KB=DH=HA = 280 mm
BD = 320 mm

durata richiesta di
funzionamento 10000 ore

Materiale (acciaio temprato)
 $\sigma_R = 700$ MPa
 $\sigma_R = 580$ MPa
 $\sigma_{LF} = 290$ MPa
rettifica fine

Ruote a denti dritti

giri del motore/pignone = 500 rpm
angolo di pressione $\theta = 20^\circ$

Cinghie

diametro pulegge $D_A, D_B = 300$ mm

$q = 1,5$ Kg/m

$f = 0,36$

angolo di abbraccio: $\alpha_A = 180^\circ$; $\alpha_B = 135^\circ$

[Handwritten signatures and marks]

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE, SEZ. A

Seconda sessione 2019

Prova pratica di progettazione - Ingegneria Automatica

Si consideri un sistema descritto dal seguente modello LTI tempo-continuo

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -49x_2 - u \\ \dot{x}_2 &= x_1 + u \\ y &= x_2.\end{aligned}$$

Il candidato, mediante l'utilizzo del luogo delle radici, sintetizzi un controllore tale che esista un intervallo di guadagno per cui il sistema controreazionato abbia poli a parte reale minore di -5. Utilizzando il criterio di Routh si calcoli tale intervallo di guadagno. Il candidato infine disegni e discuta il luogo delle radici del processo controllato.

Francesco Lave

~~DDO~~

fer

Raffaele

l.l.l.

fer

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE, SEZ. A

Seconda sessione 2019

Prova pratica di progettazione - Ingegneria Informatica

La software house NewSoft ha ricevuto una commessa da parte di una amministrazione comunale per la realizzazione di un'applicazione software denominata EasyBus. L'applicazione EasyBus dovrà essere responsabile della completa gestione delle autolinee cittadine: gestione delle linee, delle fermate, degli orari, della vendita dei biglietti, degli operatori (es., autisti, controllori), etc.

Ipotizzando un processo di sviluppo iterativo/incrementale, in una prima iterazione di progetto si intende rendere disponibile la seguente funzionalità:

- (F1) un generico utente specifica un giorno della settimana, l'ora di partenza, una fermata di partenza ed una di arrivo; a fronte di tali dati, l'applicazione fornisce la sequenza di bus (con orari di salita e discesa e relative fermate) che permette all'utente di arrivare a destinazione nel minor tempo possibile. Tale funzionalità deve essere fruita via web.

Si richiede al candidato di:

1. scegliere il modello più adeguato (es., relazionale, oggetti, documenti, grafo, chiave-valore, ...) per il progetto del database;
2. motivare adeguatamente le scelte al punto precedente;
3. progettare il database in base al modello scelto – considerare solo i dati di interesse per la funzionalità F1;
4. identificare tecnologie adeguate (dbms, linguaggi, architetture, ...) e progettare l'applicazione web EasyBus relativamente alla sola funzionalità F1.

Per lo svolgimento dei punti precedenti il candidato ha la facoltà aggiungere assunzioni ragionevoli che integrino le specifiche descritte.

Francesco Lorusso



