

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

Si vuole dimensionare una rete idrica (figura 1) per la distribuzione di acqua potabile ad utenze civili i cui consumi sono riportati in tabella 1.

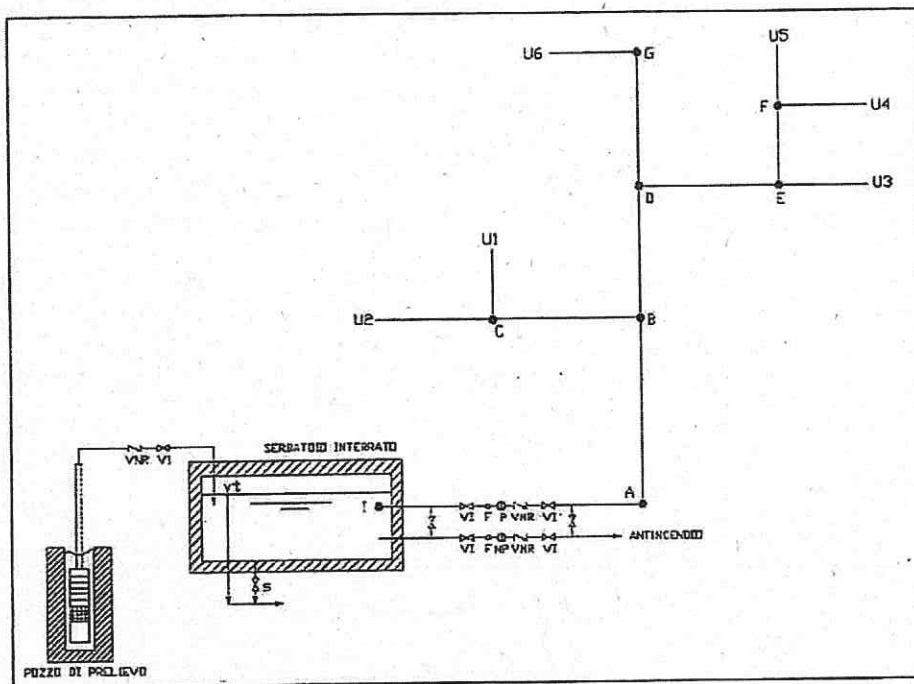


Figura 1. Rete di distribuzione idrica.

Tabella 1. Portata di acqua nominale richiesta dai sei utilizzatori.

Utenza	U1	U2	U3	U4	U5	U6
Portata di acqua richiesta, [m ³ /h]	45	50	25	60	45	15

L'acqua viene prelevata da un pozzo di prelievo attraverso una pompa sommersa ed inviata ad un serbatoio che funge da serbatoio interrato. L'acqua all'interno del serbatoio è mantenuta a pressione ambiente.

Dal serbatoio interrato, l'acqua è localmente distribuita a sei utenze locali (U1–U6) mediante un gruppo di pompaggio attraverso la rete di distribuzione locale i cui tratti sono riportati in tabella 2. In particolare le utenze richiedono acqua ad una pressione pari a 0.5 barg.

Tabella 2. Lunghezza dei tratti costituenti la rete di distribuzione locale dell'acqua alle sei utenze.

Tratto	I–A	A–B	B–C	C–U1	C–U2	B–D	D–E	E–U3	E–F	F–U4	F–U5	D–G	G–U6
Lunghezza, [m]	5	60	35	30	30	120	50	40	50	100	70	180	200

Zh

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

All'interno della rete sono presenti anche elementi che costituiscono un'accidentalità rispetto al movimento del fluido come riportato nella tabella 3.

Tabella 3. Accidentalità presenti nel circuito.

Tratto	Elemento	ξ
I – B	2 saracinesche	0,5
	3 curve	1
	1 valvola di non ritorno	5,5
B – C	1 T deviato	1,5
C – U1	1 T deviato	1,5
	1 sbocco	1
	1 saracinesca	0,5
C – U2	1 T diretto	1
	1 sbocco	1
	1 saracinesca	0,5
B – D	1 T diretto	1
D – E	1 T deviato	1,5
E – U3	1 T diretto	1
	1 sbocco	1
	1 saracinesca	0,5
E – F	1 T deviato	1,5
F – U4	1 T deviato	1,5
	1 saracinesca	0,5
	1 sbocco	1
F – U5	1 T diretto	1
	1 saracinesca	0,5
	1 sbocco	1
D – U6	1 T diretto	1
	1 curve	1
	1 saracinesca	0,5

Si consideri come fluido acqua avente una viscosità cinematica pari a 1 cSt e una densità pari a 1000 kg/m³. Si consideri per i tubi una rugosità pari a 0.02 mm.

In riferimento alle condizioni indicate il candidato risolva i seguenti quesiti:

1. Identificare il ramo principale della rete, calcolando le perdite di carico distribuite e concentrate nei singoli tratti di rete supponendo una velocità di attraversamento pari a 2 m/s;
2. Calcolare nelle condizioni suggerite la potenza spesa alla pompa per la distribuzione dell'acqua assumendo un dislivello di 15 m fra pelo libero nel serbatoio e utenza più sfavorita. Si assuma un rendimento della pompa pari a 0.70;
3. Motivare ed identificare l'intervallo di velocità consigliate all'interno delle tubazioni di distribuzione dell'acqua;
4. Calcolare il diametro ottimo del ramo principale al fine di minimizzare il costo totale annuo dell'impianto considerando:
 - a. Costo delle tubazioni.
 - b. Costo della pompa e motore elettrico: $C_p = 18 \times P^{2/3}$, dove P è la potenza della pompa in [W]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

- c. Costo dell'energia elettrica consumata assumendo 3000 h/anno: 0.17 €/kWh
 - d. Ammortamento decennale con tasso di interesse del 4%
 - e. Passo di calcolo pari a 0.25 m/s
5. Identificare da diagramma i diametri esterni dei restanti rami per garantire la distribuzione dell'acqua considerando per tutte le utenze un dislivello di 15 m rispetto al pelo libero nel serbatoio.

Per i calcoli fare riferimento alla seguente documentazione:

*PN 16 - SDR 11			
Ø est. mm	Spess. mm	Ø Int. mm	Prezzo Euro/m
20	2.0	16.0	0.51
25	2.3	20.4	0.92
32	3.0	26.0	1.54
40	3.7	32.6	2.42
50	4.6	40.8	3.59
63	5.8	51.4	5.93
75	5.8	61.4	7.55
90	6.2	73.6	10.97
110	10.0	90.0	18.22
125	11.4	102.2	20.39
140	12.7	114.6	25.44
160	14.6	130.8	32.35
180	16.4	147.2	43.45
200	18.2	163.6	50.45
225	20.5	184.0	67.33
250	22.7	204.6	78.53
280	25.4	229.2	104.55
315	28.6	257.8	124.56
355	32.2	290.6	168.05
400	36.3	327.4	200.78
450	40.9	368.2	262.15
500	45.4	409.2	323.48
560	50.8	458.28	405.26

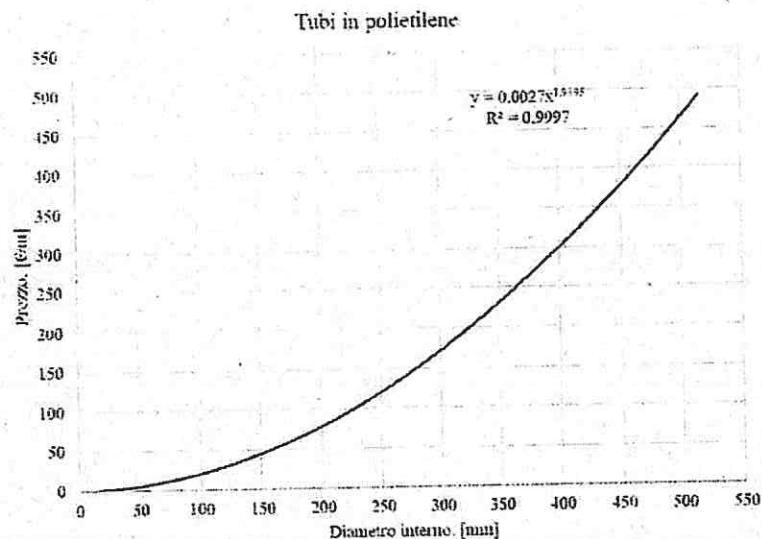


Figura 2. Tubazioni a disposizione per la distribuzione dell'acqua alle utenze. Per lo scopo si è scelto di utilizzare una tubazione in polietilene.

ph

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

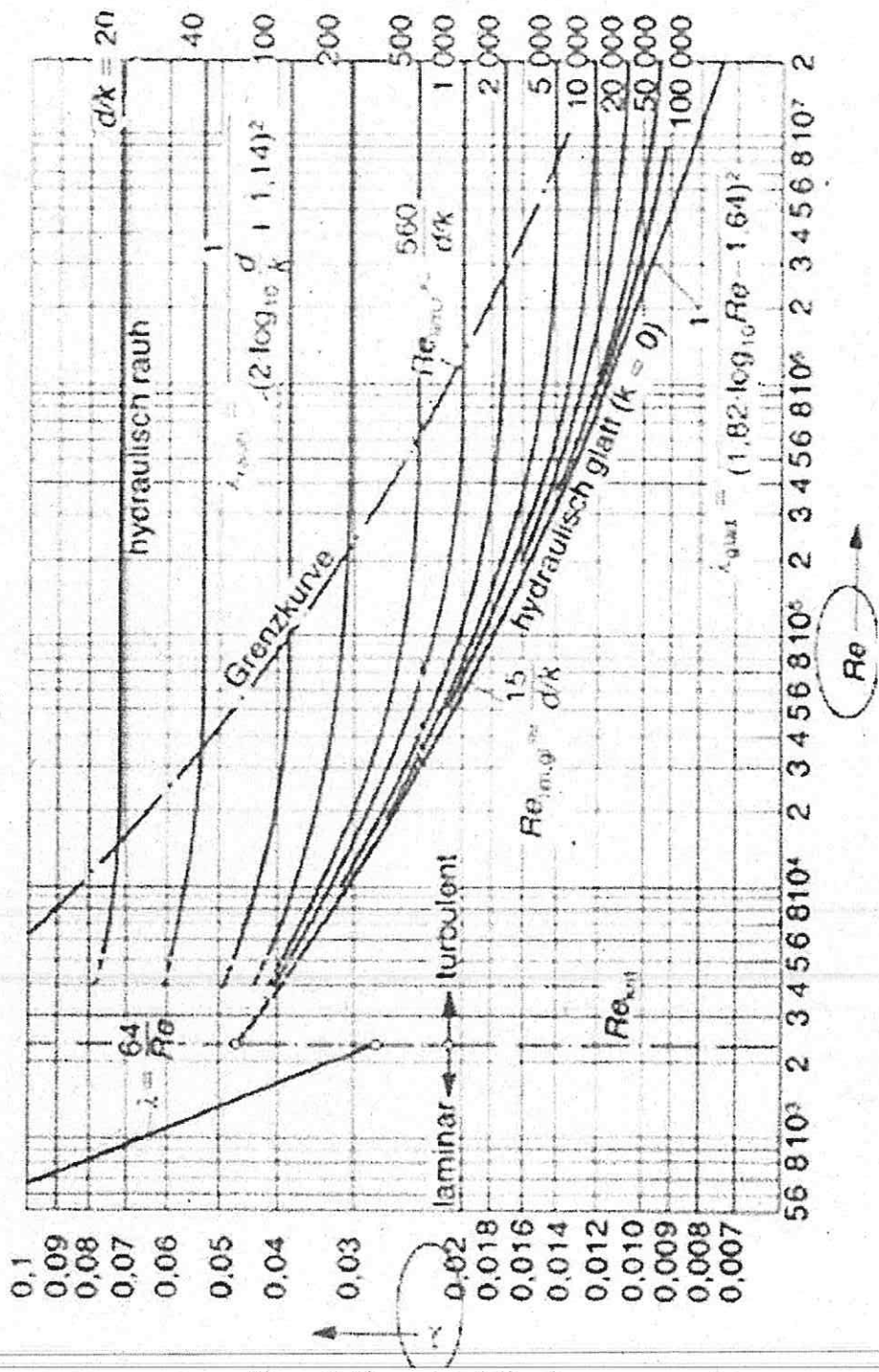


Figura 3. Diagramma di Moody.

M

Az

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2019 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

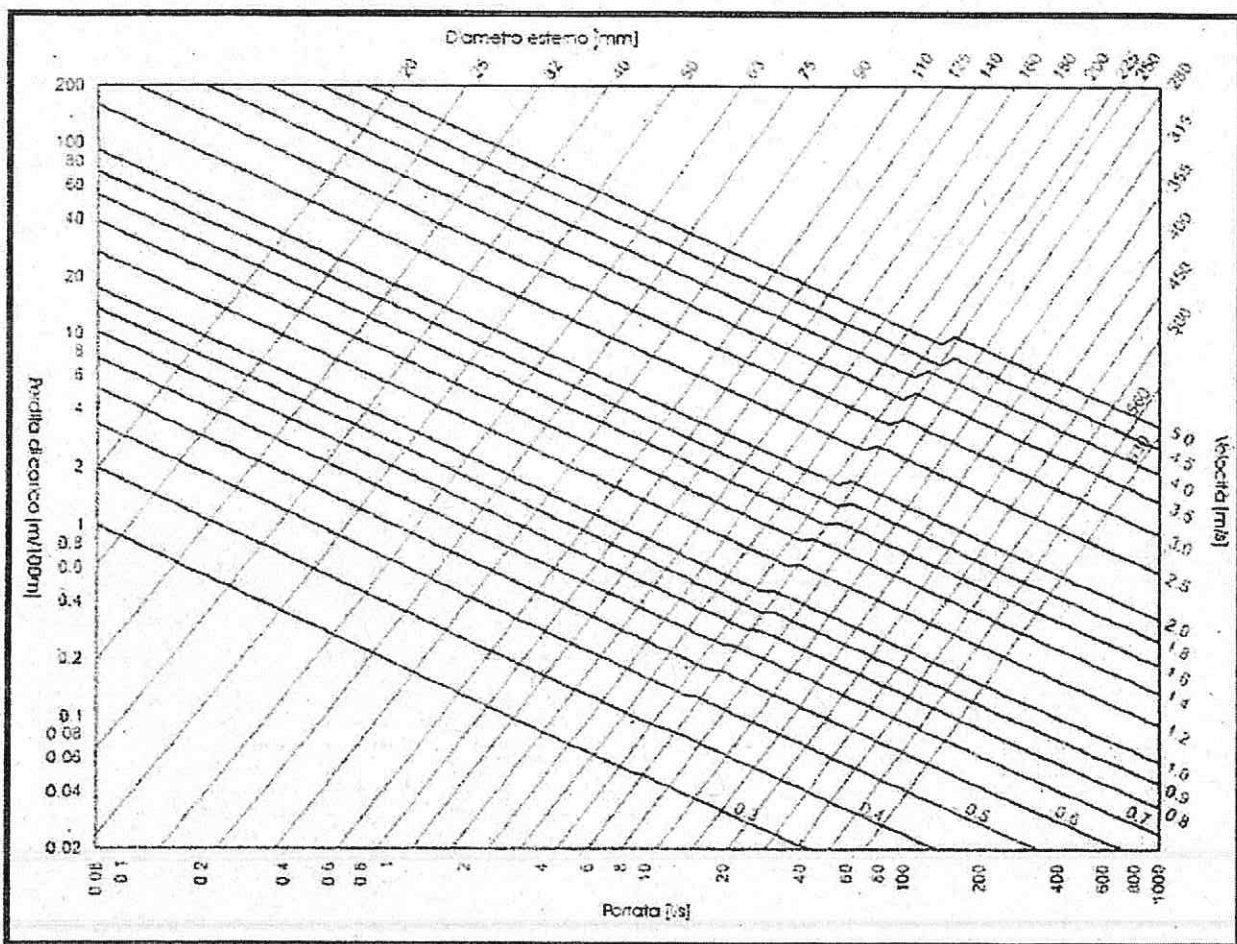


Figura 4. Curve delle perdite di carico per il trasporto di acqua a 10 °C di tubi in polietilene PE100, PN 16 (SDR = 11).