

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
II sessione 2013
Sezione B – Settore Civile Ambientale
Benevento, 28/11/2013
Prima prova scritta

Traccia 1

Il candidato illustri le fasi di costruzione di un modello di offerta di trasporto, con particolare riferimento alle reti di trasporto stradale urbano.

Traccia 2

Il candidato illustri le caratteristiche dell'acciaio da carpenteria e le problematiche del progetto di elementi in acciaio (instabilità, deformabilità, resistenza).

Traccia 3

Il candidato illustri il significato di verifica allo Stato Limite di Esercizio di una fondazione superficiale e dei metodi e/o procedure per effettuarla.

Traccia 4

Il candidato illustri le curve caratteristiche di funzionamento di una pompa e discuta le problematiche della scelta di un gruppo di pompaggio.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
II sessione 2013
Sezione B – Settore Industriale
Benevento, 28/11/2013
Prima prova scritta

Traccia 1

Il Candidato illustri le metodologie di progettazione di reti elettriche industriali basate sul criterio termico, elettrico ed economico.

Traccia 2

Il candidato indichi le principali sorgenti di inquinamento da processi energetici ed illustri le relative tecniche di riduzione dell'impatto ambientale.

Traccia 3

Conversione termomeccanica: fondamenti termodinamici di sistemi che, operando ciclicamente attraverso cicli diretti, realizzano la conversione di energia termica in energia meccanica.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere

II sessione 2013

Sezione B – Settore Informazione

Benevento, 28/11/2013

Prima prova scritta

Traccia 1

Il candidato descriva le principali architetture di conversione analogico-numerica, mettendo in evidenza le potenziali cause di incertezza.

Traccia 2

Il candidato illustri le differenze tra il controllo a ciclo aperto ed il controllo in retroazione, evidenziandone vantaggi, svantaggi e considerazioni sull'utilizzo di uno o dell'altro approccio. Si propongano esempi applicativi a supporto della discussione.

Traccia 3

Il candidato descriva le caratteristiche di un Sistema Operativo facendo riferimento alla gestione dei processi.

Traccia 4

Il candidato illustri le principali differenze tra circuiti analogici e digitali, mettendo in risalto le principali figure di merito e i campi applicativi delle due classi circuitali.

Traccia 5

Il Candidato illustri gli aspetti generali riguardanti la dispersione temporale e i suoi effetti sulla propagazione di onde elettromagnetiche.

Traccia 6

Il candidato discuta l'importanza dei processi di conversione analogico/numerica e numerico/analogica, soffermandosi in particolare sull'operazione di campionamento e ricostruzione di un segnale.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
II sessione 2013
Sezione B – Settore Civile Ambientale
Benevento, 28/11/2013
Seconda prova scritta

Traccia 1

Il candidato esamini le problematiche connesse all'equilibrio in curva di un veicolo ferroviario.

Traccia 2

Il candidato illustri la verifica allo stato limite ultimo delle sezioni in c.a. nel caso di flessione composta (momento e sforzo normale), facendo anche riferimento alla costruzione dei domini resistenti.

Traccia 3

Il candidato illustri il concetto di volume significativo di una fondazione superficiale alla luce della teoria delle tensioni indotte nel sottosuolo da carichi esterni.

Traccia 4

Il candidato descriva e discuta le opere d'arte a servizio di un acquedotto esterno.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere

II sessione 2013

Sezione B – Settore Industriale

Benevento, 28/11/2013

Seconda prova scritta

Traccia 1

Il Candidato illustri i criteri di scelta e di coordinamento dei sistemi di protezione dalle sovracorrenti di breve e lunga durata nelle reti elettriche di distribuzione.

Traccia 2

Il candidato illustri funzionamento e caratteristiche delle colonne a piatti utilizzate per l'operazione di assorbimento.

Traccia 3

Il candidato illustri vantaggi e problematiche di pompe di calore azionate da motore endotermico con riferimento agli aspetti tecnologici e progettuali.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere

II sessione 2013

Sezione B – Settore Informazione

Benevento, 28/11/2013

Seconda prova scritta

Traccia 1

Si misuri la potenza assorbita da un carico resistivo in dc di 150Ω , utilizzando voltmetro e amperometro numerici. Il candidato attribuisca i valori di resistenze interne degli strumenti utilizzati, e progetti il circuito di misura che comporta la minore incertezza nella misura di potenza, relativamente agli effetti di carico della strumentazione.

Traccia 2

Il candidato discuta dell'implementazione digitale dei sistemi di controllo, evidenziando possibili architetture, le problematiche da affrontare e le metodologie applicabili.

Traccia 3

Il candidato discuta della progettazione di un software per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati con il supporto di un esempio.

Traccia 4

Il candidato illustri il principio di funzionamento degli amplificatori operazionali e le loro principali applicazioni

Traccia 5

Il Candidato illustri gli aspetti generali riguardanti le antenne in ricezione.

Traccia 6

Il candidato illustri, con un adeguato dettaglio analitico, il concetto di capacità di canale e descriva in che senso la capacità definisce il limite fondamentale per le trasmissioni numeriche. Si soffermi in particolare sul caso del canale AWGN, riportando graficamente il limite sul piano di Shannon.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere
II sessione 2013
Sezione B – Settore Industriale
Benevento, 06/03/2014
Prova pratica

Traccia 1

Il legame ingresso-uscita di un impianto da controllare è descritto dalla seguente equazione differenziale:

$$\ddot{y} - \dot{y} - 2y = u$$

dove y è la variabile da controllare e u è la variabile manipolabile (ingresso di controllo).

Si vuole progettare un controllore PI, che consente di avere a ciclo chiuso un tempo di assestamento inferiore a 20 secondi ed un errore di velocità (riferimento rampa) inferiore al 30%.

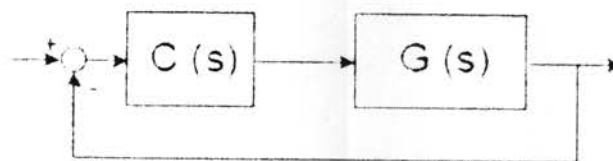


Fig. 1.10 – Schema di un controllore in retroazione

- Si determinino i parametri di taratura del PI che rispetta le specifiche di controllo.
- Si determini l'errore che si ottiene a regime a causa di un disturbo a gradino in ingresso all'impianto controllato.
- Si tracci la risposta in frequenza della funzione di anello che si ottiene con il controllore così progettato.
- Si discuta dell'implementazione digitale di tale schema di controllo mediante, ad esempio, un sistema basato su microcontrollore.

Traccia 2

Un'industria alimentare con uno stabilimento che occupa una superficie di 13000 m² ha le seguenti richieste energetiche:

Elettrico puro invernale:	tH = 2000 h/anno
Energia termica per usi di processo invernale:	tH = 2100 h/anno
Riscaldamento invernale:	tH = 1800 h/anno
Elettrico puro estivo:	tH = 1900 h/anno
Energia termica per usi di processo estivo:	tH = 1800 h/anno
Raffrescamento estivo:	tH = 1650 h/anno

In base alla tipologia ed all'ubicazione si può ritenere che siano necessarie una potenza elettrica pura pari a 0,450 kW/m², una potenza termica per riscaldamento pari a 0,150 kW/m² e una potenza termica per raffrescamento pari a 0,160 kW/m². La potenza termica per usi di processo è pari a 0,400 kW/m². Il costi di acquisto del gas naturale e di energia elettrica sono: $c_{ue} = 0,125 \text{ €/kWh}_{el}$, $c_{u, gas-pieno} = 0,522 \text{ €/Nm}^3$, $c_{u, gas-CHP} = 0,422 \text{ €/Nm}^3$.

Con riferimento ai seguenti sistemi:

SISTEMA TRADIZIONALE (ST):

Estate
Elettrico puro: ($\eta_{PP} = 0,420$);
Raffrescamento: EHP ($\eta_{PP} = 0,420$; $\eta_{mc} = 0,950$; $COP_{EHP} = 2,50$);
Usi di processo: caldaia ($\eta_C = 0,860$);

Inverno
Elettrico puro: ($\eta_{PP} = 0,420$);
Riscaldamento: EHP ($\eta_{PP} = 0,420$; $\eta_{mc} = 0,950$; $COP_{EHP} = 2,43$);
Usi di processo: caldaia ($\eta_C = 0,860$);

SISTEMA PROPOSTO (SP):

Estate
Elettrico puro: cogeneratore (COG) ($\eta_m = 0,460$, $\eta_{ge} = 0,955$, $\eta_t = 0,480$);
Raffrescamento: Assorbitore (ASS) alimentato dai reflui termici del cogeneratore ($COP_{ASS} = 0,880$) e
Usi di processo: recupero termico COG;

Inverno
Elettrico puro: cogeneratore (COG) ($\eta_m = 0,460$, $\eta_{ge} = 0,955$, $\eta_t = 0,480$);
Usi di processo e riscaldamento: recupero termico COG.

Si assuma un costo del cogeneratore pari a 900 €/kW_{el}, un sovraccosto di AHP rispetto all'EHP di 200 €/kW_{fr}. In base ai dati indicati si valuti su base annua per i sistemi ST ed SP:

1. i CUC;
2. il REP;
3. le emissioni di CO₂ equivalente;
4. le emissioni di CO₂ evitate;
5. il PES (installazione in Trentino nel 2014, impianto di cogenerazione basato su motore alternativo a combustione interna, erogazione energia elettrica in media tensione: 8,4 kV; energia termica per acqua calda e vapore); $\eta_{es} = 52,5\%$; $p = 0,925$, fattore temperatura = + 0,369%;
6. il SPB con e senza l'apporto dei Certificati Bianchi (CB) (1 CB = 110 €);
7. VAN e IP ($i = 5,00\%$ e $N = 10$ anni) con l'apporto dei CB.

8. Valutare gli indici energetici, economici (con la presenza dei CB) e di impatto ambientale nel caso in cui si consideri la BAT (Best Available Technology) per il sistema tradizionale ($\eta_{pp} = 0.520$, $\eta_C = 0.980$, $COP_{EHP} = 2.90$ e $\alpha = 0.400 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}_{el}$, $C_{u,el}$ scontato del 10% rispetto al caso base).
9. Considerando un incremento della richiesta di energia termica (usi di processo e riscaldamento) e frigorifera del 20,0% valutare gli indici energetici, economici (con CB) e di impatto ambientale se si prevede un funzionamento con pilotaggio termico per il cogeneratore e con cessione di energia elettrica eccedente gli autoconsumi (Tariffe di vendita: $c_{uel} = 0.800 \text{ €/kWh}_{el}$).

Traccia 3

120 kmol/h di una miscela di acetone e metanolo debbono essere separate in una colonna di distillazione per produrre un distillato al 70% in acetone e un prodotto di fondo al 90% in metanolo. L'alimentazione contiene il 30% di acetone su base molare, e viene inviata in colonna come liquido sottoraffreddato in condizioni tali che sia $f = -0.2$. Determinare le portate delle correnti di distillato e di residuo ottenute, il rapporto di riflusso minimo e il numero di stadi teorici necessari se si assume $R = 1.5R_{min}$. Indicare con chiarezza le equazioni delle varie rette utilizzate nella risoluzione del problema, e indicare le portate di liquido e vapore circolanti nelle diverse sezioni della colonna.

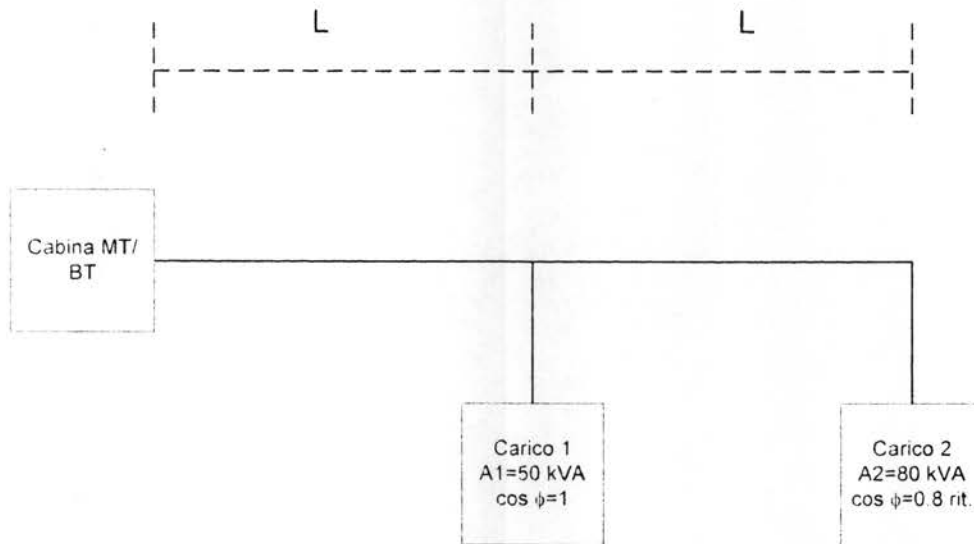
Dati di equilibrio per il sistema acetone-metanolo a $p = 760 \text{ mmHg}$							
$x_{acetone}$	0.00	0.036	0.081	0.141	0.206	0.293	0.394
$y_{acetone}$	0.00	0.082	0.161	0.251	0.336	0.423	0.500
$T (^{\circ}\text{C})$	64.6	63.5	62.2	60.7	59.4	58.1	56.9
$x_{acetone}$	0.513	0.584	0.683	0.742	0.823	0.861	1.00
$y_{acetone}$	0.580	0.639	0.705	0.745	0.806	0.843	1.00
$T (^{\circ}\text{C})$	56.2	55.9	55.8	55.8	55.8	55.8	56.1

Traccia 4

Assumendo una tensione nominale del sistema BT pari a 400 V e supponendo di impiegare cavi unipolari in rame (resistività $0.017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$), isolati in EPR e posati in aria libera a trifoglio, si proceda al dimensionamento della rete elettrica di distribuzione riportata in figura.

Si assuma una massima caduta di tensione percentuale pari al 5%.

La distanza L è pari a 150 m.



Determinare, per ogni sezione del conduttore di fase

Tabella T-A - cavi unipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR

Metodologia tipica di installazione	Altezza di posa della CEEI 64-R	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	Portata [A]																
				Sezione [mm ²]																
				1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cavi a tubo necessario in parete isolante	1.51-71/3-74PVC	EPR	2	14.5	19.5	26	34	46	61	80	99	119	151	192	240	273	320			
			3	13.5	18	24	31	42	56	73	89	109	136	164	188	216	245	266		
			2	19.0	26	36	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424		
			3	17.0	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380		
Cavi a tubo a nuda	3.4-5/2-23 PVC 4.41-42-72 EPR	EPR	2	13.5	17.5	24	32	41	57	75	91	105	151	192	232	269	309	353	413	
			3	12	15.5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	
			2	17	23.0	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	
			3	15	20.0	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	359	417	490	
Cavi a nuda L'ora di posa non è portata tuttavia	15	PVC	2	19.5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461		
			3	15.5	21	28	36	47	64	86	101	125	151	192	232	269	309	353	413	
		EPR	2	24.0	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327						
			3	19.0	26	37	48	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424		
Cavi a nuda E' ora a trifoglio	11.1-2/21-15 PVC 43-52-53 EPR	PVC	2	19.5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461		
		EPR	3	34	43	55	68	90	117	145	189	237	299	328	383	444	519	607	703	

Reattanza a 50 Hz

G-SETTE

Sezione flessibile nominale Conduttore rigido stagnato

mm ²	Unipolari	Multipolari
	Ohm/Km	Ohm/Km
1,5	0,146	0,103
2,5	0,135	0,095
4	0,126	0,090
6	0,118	0,085
10	0,106	0,079
16	0,099	0,076
25	0,095	0,076
35	0,091	0,074
50	0,088	0,073
70	0,087	0,072
95	0,085	0,070
120	0,084	0,070
150	0,084	0,070
185	0,083	0,070
240	0,081	0,070
300	0,079	0,069
400	0,079	0,069
500	0,077	-
630	0,076	-

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere

II sessione 2013

Sezione B – Settore Informazione

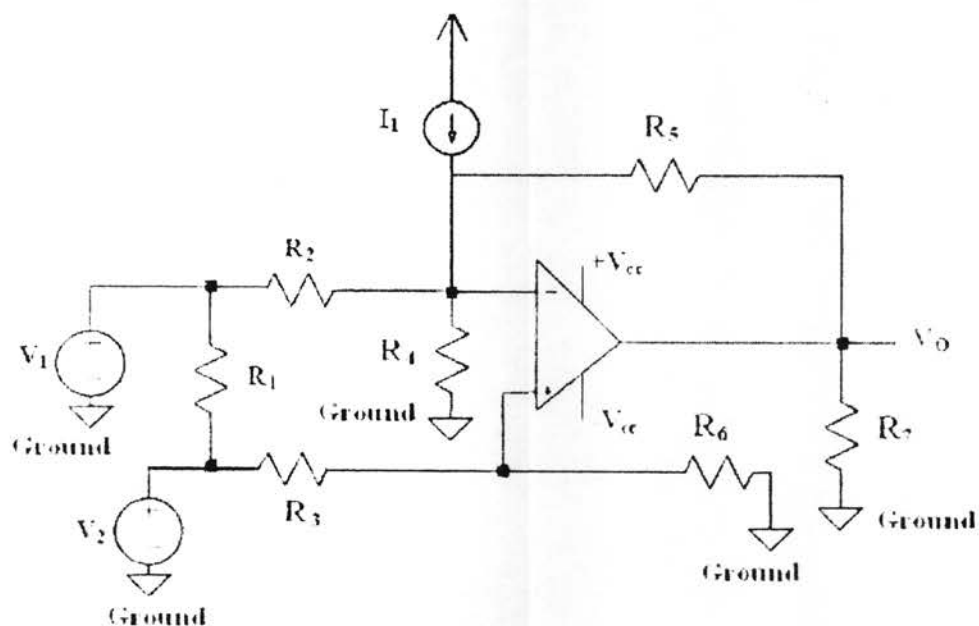
Benevento, 06/03/2014

Prova pratica

Traccia 1

Determinare la tensione di uscita V_O e la corrente di uscita nel circuito schematizzato in figura.

Siano dati: $R_1=47\text{k}\Omega$; $R_2=12\text{k}\Omega$; $R_3=39\text{k}\Omega$; $R_4=120\text{k}\Omega$; $R_5=162\text{k}\Omega$; $R_6=39\text{k}\Omega$; $R_7=20\text{k}\Omega$; $V_1=1\text{V}$; $V_2=2.5\text{V}$; $I_1=10\mu\text{A}$; $V_{CC}=10\text{V}$



Traccia 2

Il candidato proceda alla progettazione, corredata da opportuni diagrammi, di una base dati di supporto al sistema informativo di prenotazione per un laboratorio di analisi mediche.

Nell'effettuare l'analisi e la progettazione del sistema, il candidato non trascuri di motivare le scelte tecnologiche operate e, laddove ritenga di non avere sufficienti informazioni per sviluppare il progetto, assuma delle ipotesi e preceda nell'analisi e progettazione richieste.

Traccia 3

Il legame ingresso-uscita di un impianto da controllare è descritto dalla seguente equazione differenziale:

$$\ddot{y} - \dot{y} - 2y = u$$

dove y è la variabile da controllare e u è la variabile manipolabile (ingresso di controllo).

Si vuole progettare un controllore PI, che consente di avere a ciclo chiuso un tempo di assestamento inferiore a 20 secondi ed un errore di velocità (riferimento rampa) inferiore al 30%.

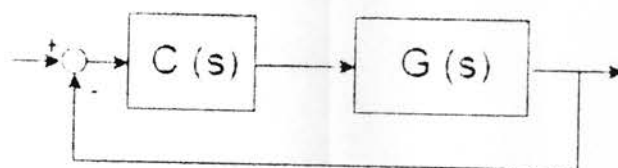


Figura 1. Schema di controllo in retroazione.

- Si determinino i parametri di taratura del PI che rispetta le specifiche di controllo.
- Si determini l'errore che si ottiene a regime a causa di un disturbo a gradino in ingresso all'impianto controllato.
- Si tracci la risposta in frequenza della funzione di anello che si ottiene con il controllore così progettato.
- Si discuta dell'implementazione digitale di tale schema di controllo mediante, ad esempio, un sistema basato su microcontrollore.

Traccia 4

Eseguendo delle misure su una linea di trasmissione fessurata, si determinano i seguenti parametri:

- distanza dal carico del primo minimo di tensione: 2 cm;
- distanza dal carico del secondo minimo di tensione: 8 cm;
- rapporto d'onda stazionaria: 3.

Sapendo che la linea presenta un'impedenza caratteristica di 75 ohm, determinare l'impedenza di carico.

Traccia 5

Un segnale a banda limitata pari a 100 kHz viene numerizzato utilizzando un campionamento al doppio alla frequenza di Nyquist ed un quantizzatore a 10 bit.

1. Calcolare il symbol rate di trasmissione a valle di un modulatore 8-PSK e la banda minima del canale di trasmissione.
2. Mostrare la struttura del ricevitore ottimo per il caso in esame, esplicitando la regola di decisione applicata sulle proiezioni del segnale ricevuto.

Traccia 6

Si illustri una procedura per la misura di potenza su un carico resistivo mediante metodo voltamperometrico e strumentazione collegata ad un personal computer tramite interfaccia IEEE-488. Si progetti il circuito di misura, si presentino le caratteristiche della strumentazione da utilizzare e si riporti, in pseudocodice, l'algoritmo da eseguire sull'unità di controllo. Si discutano in particolare le diverse sorgenti di incertezza.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di Ingegnere

II sessione 2013

Sezione B – Settore Civile Ambientale

Benevento, 06/03/2014

Prova pratica

Traccia 1

Si deve realizzare un palo trivellato di diametro pari a 0.5 m e lunghezza di 17 m nel sottosuolo stratificato illustrato in Figura 1. Si tratta di un sottosuolo prevalentemente limoso nei primi 15 metri. A profondità maggiori si rinviene materiale a grana grossa (conglomerato). In Figura 1, oltre al profilo stratigrafico, sono indicati anche i risultati delle prove SPT eseguite in fase di realizzazione del sondaggio. Il piano di falda coincide con il piano di campagna. Si caratterizzino i terreni limosi con un peso dell'unità di volume $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$, una coesione efficace $c'=0$ ed una coesione non drenata $c_u=160 \text{ kPa}$. Per il materiale a grana grossa "conglomerato" si assuma un peso dell'unità di volume $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$ ed una coesione efficace $c'=0$. Per la stima dell'angolo di attrito si utilizzino i risultati della prova SPT.

Si calcoli il carico limite del palo di fondazione:

(1) con le formule statiche

(2) mediante correlazione con i risultati della prova SPT.

Per la risoluzione del problema si utilizzino le Tabelle 1-4 ed i grafici riportati nelle Figure 2-3.

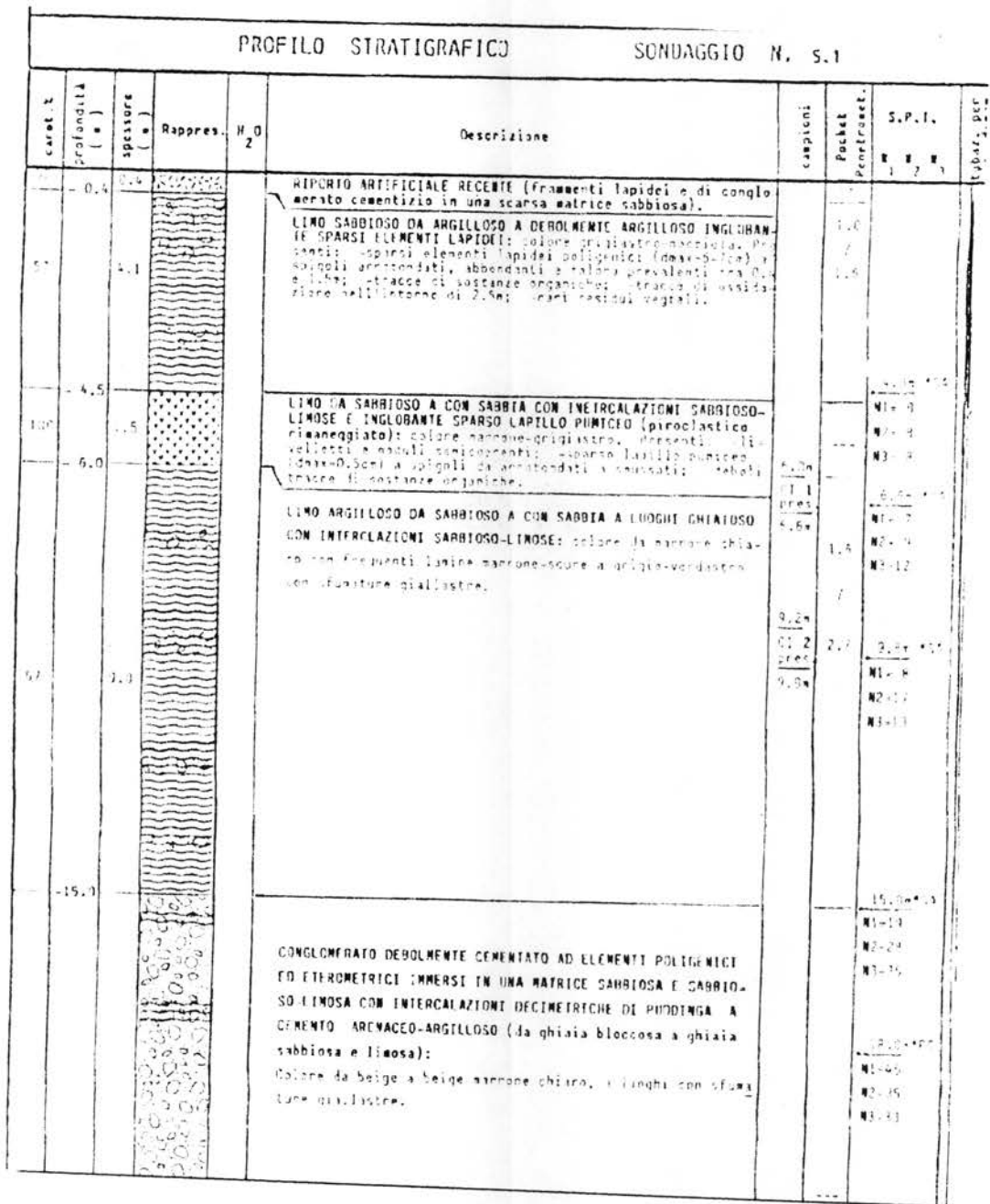


Fig.1

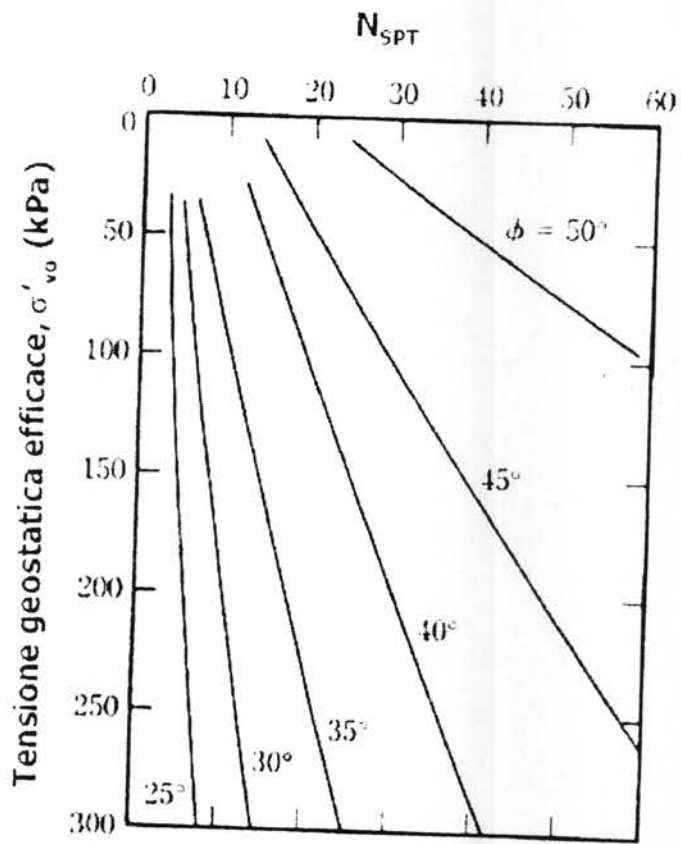


Fig. 2

N_q

$N_1 - (N_1 - 1) \text{ etc.}$

Stato di Addensamento
sciolto denso

Tipo di palo	k	k	μ
Batt. profilato	0.7	1.0	0.36
Batt. tubo acc. chiuso	1.0	2.0	0.36
Batt. CIs prefabbricato	1.0	2.0	$\tan(0.75\phi')$
Batt. CIs gettato	1.0	3.0	$\tan(\phi')$
Trivellato	0.5	0.4	$\tan(\phi')$
Elica continua	0.7	0.9	$\tan(\phi')$

Valori indicativi del coeff. di attrito μ e del coeff. empirico k all'interfaccia palo-terreno

Tabella 1

Valori indicativi del coefficiente di aderenza α per pali in terreni coesivi saturi

Tipo di palo	Materiale	c_u (kPa)	α	$\alpha c_{u,max}$ (kPa)
Infisso (senza asportazione di terreno)	Calcestruzzo	≤ 25	1	120
		25 - 30	0.85	
		50 - 75	0.65	
		75	0.50	
	Acciaio	≤ 25	1	100
25 - 30	0.80			
50 - 75	0.65			
75	0.50			
Trivellato (con asportazione di terreno)	Calcestruzzo	≤ 25	0.90	100
		25 - 50	0.80	
		50 - 75	0.60	
		75	0.40	

Tabella 2

Stato	Terreno	K	Fonte
Batt. e prefabbricati	Sabbia	0.45	Martin <i>et al.</i> , 1987
	Sabbia	0.40	Decourt, 1982
	Terreno argilloso	0.35	Martin <i>et al.</i> , 1987
	Terreno argilloso	0.25	Ulsand, MacVicar, 1971
	Terreno argilloso residuale	0.25	Decourt, 1982
	Terreno argilloso residuale	0.20	Decourt, 1982
	Argilla	0.20	Martin <i>et al.</i> , 1987
	Argilla	0.12	Decourt, 1982
Batt. e prefabbricati con elica	Terreno argilloso	0.30	Shim, Fukui, 1982
	Calcestruzzo	0.15	Namashita, 1987 (per 2.5 MPa)
Trivellato	Sabbia	0.1	Shim, Fukui, 1982
	Argilla	0.15	Shim, Fukui, 1982

Valori di K per il calcolo della resistenza alla punta p (in MPa) da prove SPT

Tab. 3

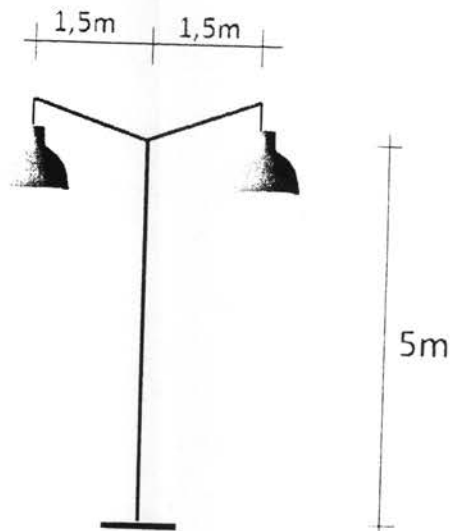
Palo	Terreno	α	β	Note	Fonte
Battuto prefabbricato	Incoerente	0	2		Meyerhof, 1986 Shioi, Fukui, 1982
	Qualsiasi	10	3,3	$3 \leq N \leq 50$ $s \leq 170 \text{ kPa}$	Decourt, 1982
	Coesivo	0	10		Shioi, Fukui, 1982
Battuto getato in opera	Incoerente	30	2	$s < 200 \text{ kPa}$	Yamashita, 1987 Shioi, Fukui, 1982
	Coesivo	0	5	$s \leq 150 \text{ kPa}$	Yamashita, 1987
		0	10		Shioi, Fukui, 1982
Trivellato	Incoerente	0	1	Per pali in fango $3 \leq N \leq 50$ $s < 170 \text{ kPa}$	Fundlay, 1984
		0	3,3		Shioi, Fukui, 1982 Wright Reese, 1979 Shioi, Fukui, 1982
	Coesivo	0	5		Decourt, 1982
		10	3,3		

Valori di α e β per il calcolo della resistenza laterale s (in kPa) da prove SPT

Tab. 4

Traccia 2

Si deve realizzare un palo per l'illuminazione utilizzando un profilo in acciaio S275 quadrato cavo. Il palo deve reggere due lampade secondo lo schema riportato in figura, in cui l'inclinazione dei bracci è di 20° . Ogni lampada ha un peso di 10kN. Progettare il palo considerando sia la condizione in cui siano montate entrambe le lampade sia la condizione in cui sia montata una sola lampada.



Tubi (scatolati) in Acciaio a sezione quadrata



a mm	s mm	Peso kg/m	Sezione metallica cm ²	Momento di inerzia		Modulo di resistenza		Raggio di inerzia	
				J cm ⁴	W cm ³	i cm	i cm		
20	1,5	0,87	1,11	0,64	0,64	0,76			
	2,0	1,13	1,44	0,79	0,79	0,74			
25	1,5	1,11	1,41	1,30	1,04	0,96			
	2,0	1,44	1,84	1,63	1,31	0,94			
30	2,0	1,76	2,24	2,94	1,96	1,15			
	3,0	2,54	3,24	3,99	2,66	1,11			
35	2,0	2,07	2,64	4,81	2,75	1,35			
	3,0	3,01	3,84	6,61	3,78	1,31			
	2,0	2,39	3,04	7,34	3,67	1,55			
40	3,0	3,49	4,44	10,20	5,10	1,52			
	4,0	4,52	5,76	12,80	6,30	1,48			
	2,0	3,01	3,84	14,77	5,91	1,96			
50	3,0	4,43	5,64	20,85	8,34	1,92			
	4,0	5,78	7,36	26,15	10,46	1,89			
	2,0	3,64	4,64	26,05	8,68	2,37			
60	3,0	5,37	6,84	37,14	12,38	2,33			
	4,0	7,03	8,96	47,07	15,69	2,29			
	2,0	4,27	5,44	41,96	11,99	2,78			
70	3,0	6,31	8,04	60,27	17,22	2,74			
	4,0	8,29	10,56	76,95	21,98	2,70			
	2,0	4,90	6,24	63,32	15,83	3,19			
80	3,0	7,25	9,24	91,45	22,86	3,15			
	4,0	9,55	12,16	117,38	29,35	3,11			
	5,0	11,78	15,00	141,25	35,31	3,07			
	2,0	5,15	7,84	125,54	25,11	4,00			
100	3,0	9,14	11,64	182,71	36,54	3,96			
	4,0	12,06	15,36	236,34	47,27	3,92			
	5,0	14,92	19,00	286,58	57,32	3,88			
	2,0	7,41	9,44	219,13	36,52	4,82			
120	3,0	11,02	14,04	320,53	53,42	4,78			
	4,0	14,57	18,56	416,73	69,46	4,74			
	5,0	18,06	23,00	507,92	84,65	4,70			
150	3,0	13,85	17,64	635,57	84,74	6,00			
	4,0	18,34	23,36	830,53	110,74	5,96			
	5,0	22,77	29,00	1.017,42	135,66	5,92			
180	3,0	16,67	21,24	1.109,37	123,26	7,23			
	4,0	22,11	28,16	1.454,56	161,62	7,19			
	5,0	27,48	35,00	1.787,92	198,66	7,15			
200	3,0	18,96	23,64	1.529,43	152,94	8,04			
	4,0	24,62	31,36	2.008,71	200,87	8,00			
	5,0	30,62	39,00	2.473,25	247,33	7,96			
	6,0	36,55	46,56	2.923,35	292,33	7,92			
220	4,0	27,13	34,56	2.688,31	244,39	8,82			
	5,0	33,75	43,00	3.314,58	301,33	8,78			
	6,0	40,32	51,36	3.923,22	356,66	8,74			
250	4,0	36,90	39,36	3.970,90	317,67	10,04			
	5,0	43,47	49,00	4.904,08	392,33	10,00			
	6,0	49,97	58,56	5.814,23	465,14	9,96			

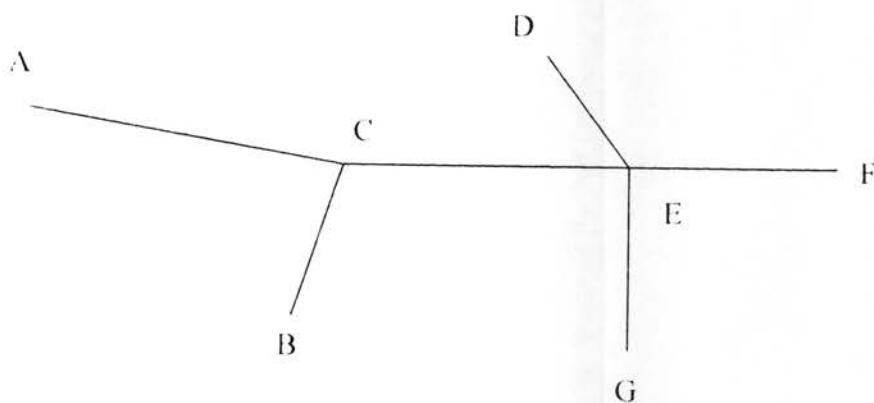
117

Traccia 3

Il candidato dimensiona il sistema fognario misto schematizzato in figura, di recapito finale G, nell'ipotesi che la dotazione idrica sia pari a 250 l/ad/g. Per la curva di possibilità pluviometrica si consideri la seguente espressione: $h=38 \cdot t^{0.41}$.

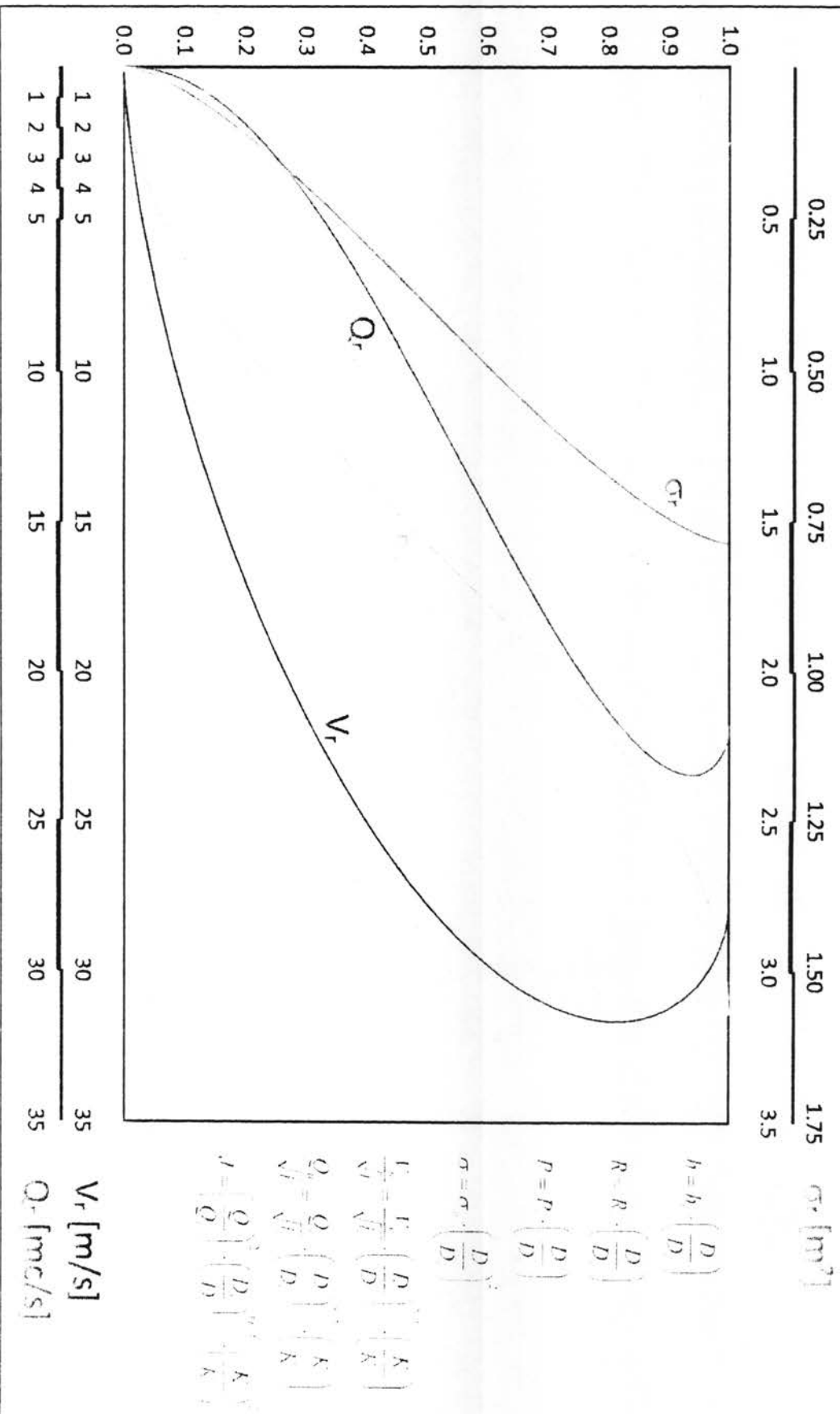
Eventuali dati non riportati nel testo e non desumibili dalla pianta allegata dovranno essere assunti rispettando da un lato l'esigenza di contenere i costi e, dall'altro, garantendo la piena funzionalità dell'opera.

Tratto	L (m)	ϕ	A (m ²)	i (%)	Ab
A-C	180	0.7	7500	1.5	110
B-C	150	0.6	8600	2.1	145
C-E	120	0.5	11000	1.9	120
D-E	110	0.6	9500	0.8	80
F-E	100	0.7	8400	1.4	100
E-G	80	0.8	8000	1.0	120



SEZIONE CIRCOLARE

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE, VELOCITÀ, E PORTATE PER $D_r = 1 \text{ m}$; $K_r = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$; $i_r = 1$



$$\sigma = \sigma \cdot \left(\frac{D}{D} \right)$$

$$h = b \cdot \left(\frac{D}{D} \right)$$

$$R = R \cdot \left(\frac{D}{D} \right)$$

$$P = P \cdot \left(\frac{D}{D} \right)$$

$$\sigma = \sigma \cdot \left(\frac{D}{D} \right)^2$$

$$\frac{V}{V} = \frac{V}{V} \cdot \left(\frac{D}{D} \right) \cdot \left(\frac{K}{K} \right)$$

$$\frac{Q}{Q} = \frac{Q}{Q} \cdot \left(\frac{D}{D} \right) \cdot \left(\frac{K}{K} \right)$$

$$J = \left(\frac{Q}{Q} \right) \cdot \left(\frac{D}{D} \right) \cdot \left(\frac{K}{K} \right)$$

V_r [m/s]

Q_r [m³/s]

Traccia 4

Sulla rete ferroviaria in figura si consideri un esercizio effettuato mediante convogli con la seguente composizione:

Linea ABCD e ritorno

Locomotore di massa 80 t e potenza 2500 kW, coefficiente di aderenza $f_a = 0.3$

4 Carrozze con 60 posti a sedere di massa pari a 42 t

Velocità massima sulla linea 80 km/h

Equazione delle resistenze al moto: $R = 1.9 + 0.00026 V^2$ (N/KN) con V in m/s, coefficiente per inerzia masse rotanti 1.1

decelerazione massima di 0.9 m/s^2

Linea BEF e ritorno

Locomotore di massa 80 t e potenza 2500 kW, coefficiente di aderenza $f_a = 0.3$

6 Carrozze con 60 posti a sedere di massa pari a 42 t

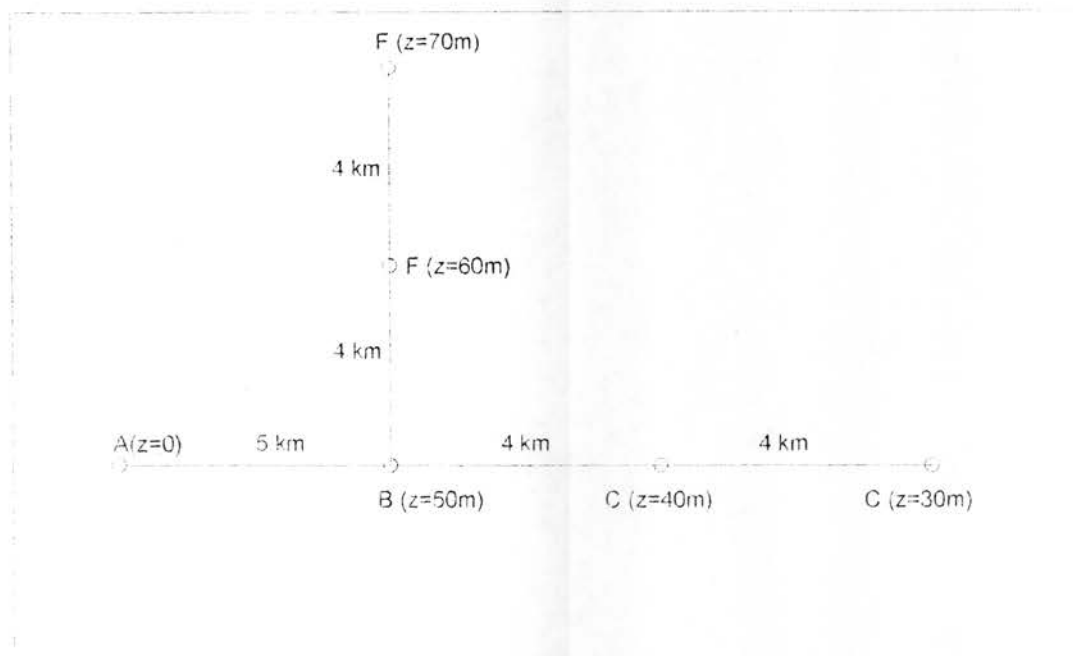
Velocità massima sulla linea 70 km/h

Equazione delle resistenze al moto: $R = 2.0 + 0.00028 V^2$ (N/KN) con V in m/s, coefficiente per inerzia masse rotanti 1.1

decelerazione massima di 0.9 m/s^2

Considerando le quote geodetiche e le lunghezze riportate in figura, ipotizzando livellette di pendenza costante nei vari tratti e caratteristiche di trazione ideali, si rappresentino i diagrammi del moto ottenuti per integrazione dell'equazione della trazione.

Considerando inoltre la matrice O/D riportata in tabella ed un tempo di fermata in ogni stazione pari a 3 minuti si calcoli il numero di convogli necessari per effettuare l'esercizio.



	A	B	C	D	E	F
A	0	100	130	180	150	130
B	140	0	120	90	110	130
C	30	70	0	130	140	90
D	110	130	80	0	210	180
E	140	90	160	80	0	100
F	170	60	170	130	110	0