

**POLITECNICO DI TORINO**  
**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE**  
**DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE**

**Il Sessione 2012 - Sezione A**  
**Settore civile e ambientale**

**Classi 28/S - LM-23 – Ingegneria Civile / Ingegneria Civile per la gestione delle acque**

**Prova pratica del 22 gennaio 2013**

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti:

**Tema n. 1**

Nell'ambito del progetto di realizzazione di una galleria è stata effettuata una indagine geologica e geotecnica dell'ammasso roccioso granitico sede del futuro scavo. Il rapporto dell'indagine include dati provenienti da perforazioni di sondaggio, rilievi lungo stendimento e risultati della sperimentazione di laboratorio. Risulta ora necessario interpretare tali informazioni per produrre la relazione geotecnica (cfr. Norme Tecniche per le Costruzioni 2008) a corredo del progetto.

Le perforazioni di sondaggio e l'indagine geologica hanno escluso la presenza di zone di faglia e denotano una formazione rocciosa massiva e omogenea. L'RQD medio ottenuto dalle perforazioni di sondaggio effettuate è pari a 70%.

I risultati di prove di compressione monoassiale e triassiale effettuate su campioni di roccia ottenuti dalle carote di sondaggio hanno fornito i seguenti risultati:

$\sigma'_3$ (MPa)	$\sigma'_1$ (MPa)
0	110
0	130
4	160
8	198
8	240
16	250
24	310

Sono state eseguite anche alcune prove di trazione indiretta di tipo brasiliana che hanno fornito i seguenti risultati:

$\sigma_t$ (MPa)
-3
-2
-7
-6
-5

I dati del rilievo lungo stendimento sono invece allegati al termine del testo.

Si chiede al candidato di completare il processo di caratterizzazione geotecnica avendo particolare cura di descrivere:

- l'interpretazione dei dati del rilievo lungo stendimento con opportuni diagrammi stereografici;
- la determinazione dei parametri rappresentativi del comportamento meccanico dell'ammasso roccioso sulla base dei risultati delle indagini;
- quant'altro ritenuto utile a descrivere l'ammasso roccioso.

Nell'esporre i risultati richiesti, il candidato utilizzi la forma propria di una relazione geotecnica, dividendo la trattazione in un numero opportuno di paragrafi e sottoparagrafi.

Si chiede inoltre di completare la prova con alcune considerazioni di carattere applicativo sulle modalità di realizzazione della galleria più opportune, alla luce dei risultati ottenuti. Tali considerazioni potranno formare un paragrafo conclusivo dal titolo 'Considerazioni di carattere progettuale sulla realizzazione della galleria'.

### RILIEVO STRUTTURALE

Cantiere \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_ Rilevatore \_\_\_\_\_  
 Stendimento n° \_\_\_\_\_ Lunghezza \_\_\_\_\_ Direzione \_\_\_\_\_  
 Ubicazione \_\_\_\_\_

#### Legenda:

<b>Numero:</b> numero della discontinuità	<b>Distanza:</b> distanze tra le discontinuità in cm	<b>DIP:</b> inclinazione	<b>DIPDIR:</b> direzione di immersione
<b>Tipo:</b> tipo di discontinuità CLV = clivaggio CNT = contatto formazioni FGL = faglia FIL = filone o lente GIU = giunto STR = piano di strato SCI = scistosità	<b>Continuità:</b> lunghezza approssimata della parte visibile della discontinuità in percentuale	<b>Scabrezza</b> RUG = rugosa LIS = liscia LEV = levigata	<b>Apertura</b> CHI = chiusa (0-0.5 mm) GAP = accostata (0.5-10 mm) APE = aperta (>10 mm)
		<b>Riempimento</b> Natura di eventuale riempimento	<b>H<sub>2</sub>O:</b> venute d'acqua ASC = asciutta SCA = venuta scarsa ABB = venuta abbondante

Numero	Distanza	Tipo	DIP	DIPDIR	Continuità	Scabrezza	Apertura	Riempimento	H <sub>2</sub> O	Note
1	0	GIU	55	80	100	RUG	CHI	Assente	ASC	
2	20	GIU	32	201	100	LIS	APE	Argilla	SCA	
3	35	GIU	85	15	100	RUG	CHI	Assente	ASC	
4	34	GIU	45	90	80	RUG	CHI	Assente	ASC	
5	22	GIU	54	85	100	LIS	CHI	Assente	ASC	
6	47	GIU	30	200	100	RUG	CHI	Assente	SCA	
7	12	GIU	78	20	100	LIS	CHI	Assente	ASC	
8	35	GIU	60	88	70	RUG	CHI	Assente	SCA	
9	15	GIU	45	210	100	LEV	CHI	Assente	ASC	
10	18	GIU	86	12	100	RUG	CHI	Assente	ASC	
11	20	GIU	32	225	100	LIS	GAP	Argilla	SCA	
12	17	GIU	43	75	100	LIS	CHI	Assente	ASC	
13	34	GIU	80	10	100	LIS	CHI	Assente	ASC	

## Tema n. 2

Sono assegnati i dati geometrici e idraulici del torrente Gepala, tributario del fiume Toce, che nel tratto compreso tra le sezioni 1 e 11 richiede la sistemazione del fondo e delle sponde per la pronunciata attività erosiva delle correnti in esso defluenti.

La sezione di chiusura 12 posta alla confluenza con il fiume Toce è a quota 380,50 m s.l.m.; con riferimento ad essa sono:

- superficie S del bacino  $S = 2,53 \text{ km}^2$ ;
- Lunghezza dell'asta principale  $L = 4,50 \text{ km}$ ;
- Altitudine media del bacino sulla sezione di chiusura:  $H_m = 421 \text{ m s.l.m.}$ ;
- Pendenza media dell'asta principale:  $i_m = 0,0444 = 4,44\%$ ;
- Pendenza media del tratto compreso tra le sezioni 1 e 11:  $i = 5.09\%$
- Pendenza media dei versanti:  $i_v = 0,20 = 20\%$

Le suddette sezioni hanno forma trapezoidale con pendenza media delle sponde 1 (orizzontale): 2 (verticale) e quota del fondo rispetto al piano campagna mediamente di  $-3$  metri.

La distanza  $D$  tra le sezioni, le larghezze  $b$ , le quote  $Z$  del fondo e le pendenze media  $i_m$  tra esse sono riportate nella seguente tabella:

Sezioni	Larghezza al fondo $b_i$ (m)	Quota del fondo $Z_i$ (m)	Distanza tra le sezioni $D_i$ (m)	Pendenza media tra le sezioni $i_m$
1	$b_1 = 4.50$	$Z_1 = 15,37$		
2	$b_2 = 4.20$	$Z_2 = 14,22$	$D_{1-2} = 35,00$	$i_{m \ 1-2} = 3,29\%$
3	$b_3 = 4.20$	$Z_3 = 12,91$	$D_{2-3} = 30,30$	$i_{m \ 2-3} = 4,32\%$
4	$b_4 = 3.90$	$Z_4 = 10,94$	$D_{3-4} = 55,10$	$i_{m \ 3-4} = 3,58\%$
5	$b_5 = 3.50$	$Z_5 = 9,57$	$D_{4-5} = 35,10$	$i_{m \ 4-5} = 3,90\%$
6	$b_6 = 3.20$	$Z_6 = 8,69$	$D_{5-6} = 25,70$	$i_{m \ 5-6} = 3,42\%$
7	$b_7 = 3.00$	$Z_7 = 8,07$	$D_{6-7} = 26,30$	$i_{m \ 6-7} = 2,36\%$
8	$b_8 = 3.50$	$Z_8 = 5,77$	$D_{7-8} = 28,90$	$i_{m \ 7-8} = 5,34\%$
9	$b_9 = 4,30$	$Z_9 = 4,98$	$D_{8-9} = 12,20$	$i_{m \ 8-9} = 6,48\%$
10	$b_{10} = 3,50$	$Z_{10} = 4,24$	$D_{9-10} = 27,00$	$i_{m \ 9-10} = 2,74\%$
11	$b_{11} = 3,30$	$Z_{11} = 2,38$	$D_{10-11} = 34,20$	$i_{m \ 10-11} = 5,44\%$
12	$b_{12} = 4,30$	$Z_{12} = 0,00$	$D_{11-12} = 36,30$	$i_{m \ 11-12} = 6,56\%$

Nelle sezioni 6 e 9 furono costruite delle soglie di fondo in modo da ridurre la pendenza del fondo che nei tratti 6-7 e 9-10 ha assunto i valori riportati in tabella.

Il materiale costituente il fondo e le sponde è di tipo alluvionale con diametri caratteristici dedotti dalla curva granulometrica pari a  $d_{10} = 10 \text{ mm}$ ,  $d_{30} = 30 \text{ mm}$ ,  $d_{50} = 10 \text{ cm}$ ,  $d_{75} = 20 \text{ cm}$ ,  $d_{90} = 40 \text{ cm}$ .

Nel territorio in cui ricade il bacino sono presenti alcuni pluviografi; i dati pluviometrici raccolti per circa un trentennio hanno permesso di determinare per assegnati tempi di ritorno, le seguenti curve di probabilità pluviometrica già raggugliate al bacino:

$$\begin{aligned} \text{Tr} = 200 \text{ anni: } & \text{hr}_{200} = 52,08 \text{ t}^{0,421} & \text{Tr} = 100 \text{ anni: } & \text{hr}_{100} = 46,06 \text{ t}^{0,463} \\ \text{Tr} = 50 \text{ anni: } & \text{hr}_{50} = 42,48 \text{ t}^{0,481} & \text{Tr} = 20 \text{ anni: } & \text{hr}_{20} = 37,64 \text{ t}^{0,507} \end{aligned}$$

Assunto per il coefficiente di deflusso il valore  $C = 0.7$ , **determini il Candidato**, con l'utilizzo di un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di piena di assegnato tempo di ritorno nel tratto in esame (assunte uguali alle portate calcolate con riferimento alla sezione di chiusura del bacino).

**Inoltre il Candidato provveda a:**

- disegnare il profilo longitudinale del corso d'acqua nel tratto assegnato,
- ricavare il valore del diametro del materiale solido in moto incipiente con riferimento agli stati idrici estremi corrispondenti alle portate con tempi di ritorno  $T_r=20$  e 200 anni, tenendo conto della diversa capacità erosiva delle correnti al variare della larghezza delle sezioni.
- nel tratto compreso tra le sezioni 1 e 6 ricavare per la portata  $Q_{200}$  il valore che la pendenza media del fondo alveo dovrebbe avere per assicurare la inamovibilità del materiale solido con diametro superiore al  $d_{50}$ .

Infine, il candidato illustri come si inquadra la procedura adottata per il calcolo delle portate di piena nell'ambito della **Direttiva sulla piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica** dell'Autorità di Bacino del fiume Po, di cui l'Allegato 3 fornisce la **Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense**.

**Tema n. 3**

Sia dato il solaio realizzato in struttura mista descritto in figura 1.

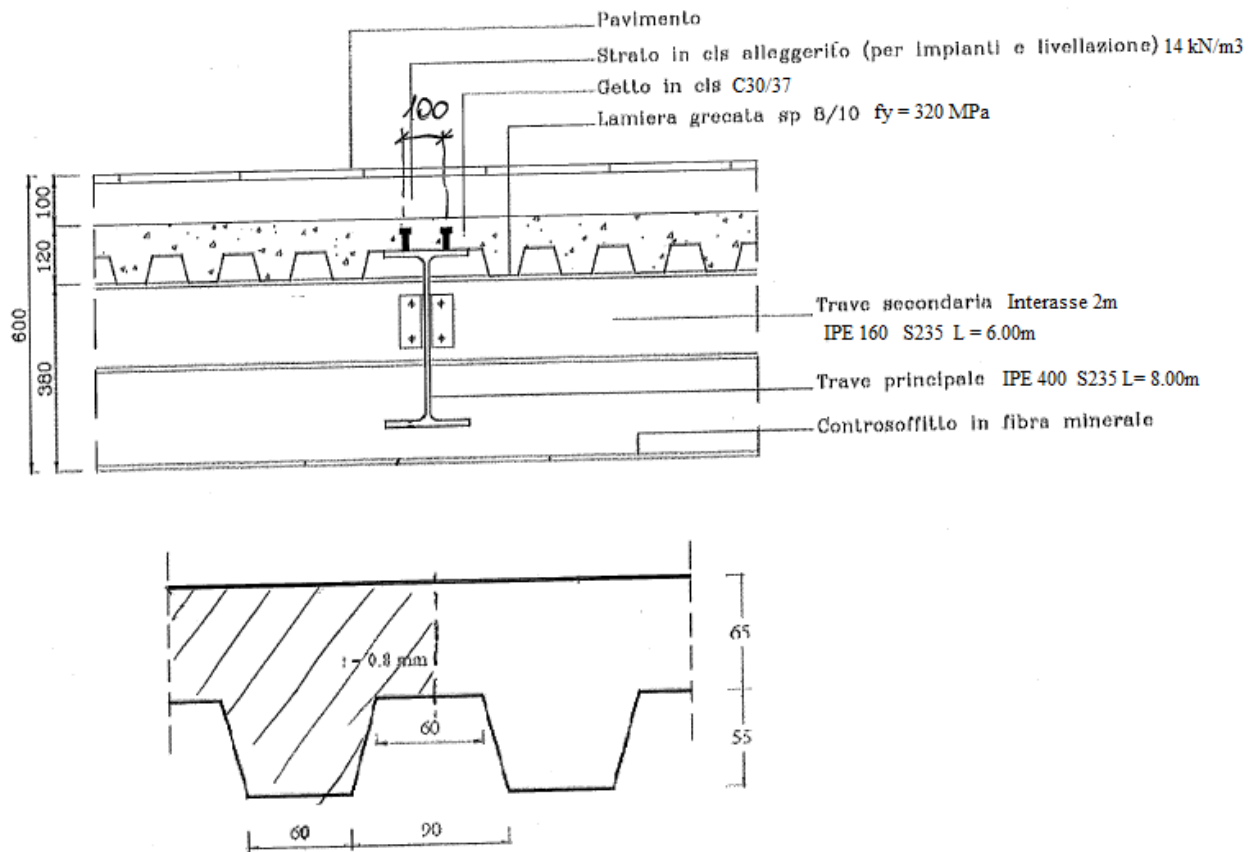


Figura 1 – Dati del solaio

Tale solaio è costituito da travi principali su luci isostatiche di 8m e passo di 6m, travi secondarie su luci di 6m e passo di 2m, e lamiera grecata collaborante (di spessore 0.8mm) su luci di 2m.

Il solaio fa parte di un fabbricato a destinazione industriale esistente.

Il candidato determini quale è il massimo carico variabile ammissibile secondo la normativa vigente su detto solaio, assuma inoltre liberamente ogni altro dato necessario allo sviluppo del tema giustificando adeguatamente la scelta effettuata.

## **Tema n. 4**

### **LA CANTIERIZZAZIONE DI UN TRONCO AUTOSTRADALE**

*(Sviluppo tracciato su zona pianeggiante di 5 km, in rilevato di altezza media 3,50 m sul piano di campagna, con attraversamento in retto di 200 m di un fiume con ponte a travata; durata dei lavori 1,5 anni solari; svincoli di testata su strade statali)*

Nell'ipotesi in cui un direttore Tecnico di Impresa sia incaricato della cantierizzazione dell'opera in oggetto da parte dell'Impresa Appaltatrice il Candidato dovrà sviluppare per l'ipotesi indicata i seguenti punti:

- 1) schema planimetrico, sezioni significative, svincoli di testata;
- 2) scelta del sistema operativo ottimale per la realizzazione dei movimenti di terra supposte cave di prestito in prossimità del tracciato;
- 3) crono programma globale di esecuzione dei lavori supposta la realizzazione del ponte a travata (campate in c.a.p. da 35m) con travi prefabbricate;
- 4) schema del piano operativo di sicurezza.

Si precisa che eventuali ulteriori dati di sviluppo del tema potranno essere assunti ed evidenziati dal Candidato con ipotesi motivata nel capitolo iniziale **PREMESSA AL TEMA**.

## **Tema n. 5**

Il centro cittadino di una città di medie dimensioni con circa un milione di abitanti è servito da una linea di metropolitana a guida automatica che si estende in periferia fino in prossimità della tangenziale, dove si attesta presso un impianto di sosta, con la funzione di nodo di scambio tra l'impianto fisso di trasporto pubblico urbano e l'infrastruttura stradale.

Il Candidato descriva i fenomeni d'interazione fra il sistema stradale e la linea di metropolitana ed esponga un metodo, basato sulle tecniche d'ingegneria dei sistemi di trasporto, per la stima del flusso di traffico sulla tangenziale. Il metodo dovrebbe evidenziare, in particolare, l'effetto sul traffico in tangenziale delle variazioni delle caratteristiche funzionali del servizio offerto dalla linea di Metropolitana.

Adottando le metodologie HCM, si calcoli il livello di servizio attuale della tangenziale per il tronco centrale di lunghezza pari a 2 km, prima dello svincolo verso l'impianto di sosta. La strada ha 2 corsie di marcia per direzione ed una velocità media rilevata in condizioni di flusso libero pari a 110 km/h. È nota la pendenza del tronco (2%) e nella composizione del traffico, le quote dei veicoli pesanti e di autobus sono trascurabili. Da rilievi di traffico eseguiti sulla tangenziale in un giorno lavorativo, sono stati conteggiati, fra le 7.30 e le 8.30, 3000 veicoli in transito per la direzione d'interesse. Si considerino un fattore dell'ora di punta pari a 0.95 ed un fattore di riduzione per le dimensioni ridotte delle corsie pari a 0.93.

Formulando ipotesi semplificate sui dati mancanti del problema, si esegua infine una verifica del sistema a coda all'ingresso dell'impianto di sosta, durante l'ora di punta del mattino, ipotizzando che vi sia un solo varco d'ingresso e che la durata delle operazioni per l'accesso di ogni veicolo all'impianto sia pari in media a 5s.