

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE

I Sessione 2019 - Sezione A
Settore Civile-Ambientale

Prova PRATICA del 23 luglio 2019

Il Candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara, ordinata, sintetica e leggibile.

La completezza, l'attinenza e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema n. 1

Un piccolo edificio adibito a sede di Assistenza Pubblica (classe d'uso IV secondo le NTC 2018) è costituito da tre corpi monopiano realizzati con struttura a travi e pilastri (Figura 1). Nelle analisi statiche condotte con l'approccio 2 (NTC2018) sia in condizioni SLU che in quelle SLE i pilastri maggiormente sollecitati nelle tre strutture sono quelle evidenziate in Figura 1 e denominati P1, P2 e P3.

Le azioni di progetto calcolate al piede dei pilastri sono riportate nella Tabella seguente:

		Azioni di PROGETTO SLU		
		N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
SLU	P1	1590	15	10
	P2	1570	19	10
	P3	1060	130	50
SLE	P1	1120	10	7
	P2	1000	13	7
	P3	760	90	35

I pilastri hanno una sezione quadrata avente lato di 60 cm e sono realizzati in cls armato.

I risultati delle indagini di sito (5 verticali indagate) e di laboratorio hanno portato alla definizione di una stratigrafia di riferimento schematicamente illustrata nella tabella sottostante. In Figura 2 è riportato il risultato di una delle prove SPT condotte sino alla profondità di 30 m da ritenersi significativo al fine del presente lavoro.

Livello	Litotipo	da	A	Spessore	γ
		[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]
A	Coltre vegetale	0.0	0.5	0.5	18.0
B	Argille limose NC	0.5	2.0	1.5	18.0
C	Sabbie fini	2.0	13.0	11	19.0
D	Sabbia e ghiaia	13.0	30.0	17.0	19.5

La falda è ubicata a 15.0 m dal piano di campagna.

Il candidato individui la tipologia di fondazione adeguata a trasmettere i carichi al terreno di fondazione in modo che siano rispettate sia le condizioni SLU e SLE. Il candidato in una relazione tecnica illustri il lavoro eseguito ed i risultati ottenuti, ed in particolare:

- interpreti le prove in sito al fine di caratterizzare i depositi interessati dall'opera individuando i parametri di progetto;
- scelga la tipologia di fondazione adeguata a trasmettere i carichi al terreno di fondazione;
- scelto uno dei tre pilastri, dimensioni la fondazione in modo che siano rispettate sia le verifiche GEO allo SLU che quelle allo SLE, considerando uno spostamento massimo di progetto pari a 3.5 mm;
- dimensioni la fondazione calcolandone anche l'armatura necessaria;
- illustri i risultati corredandoli anche di tavole tecniche di riferimento riportanti pianta, sezioni e particolari ritenuti significativi.

Il candidato assuma le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati per la fondazione ed eventuali dati non riportati, coerentemente con il contesto di riferimento.

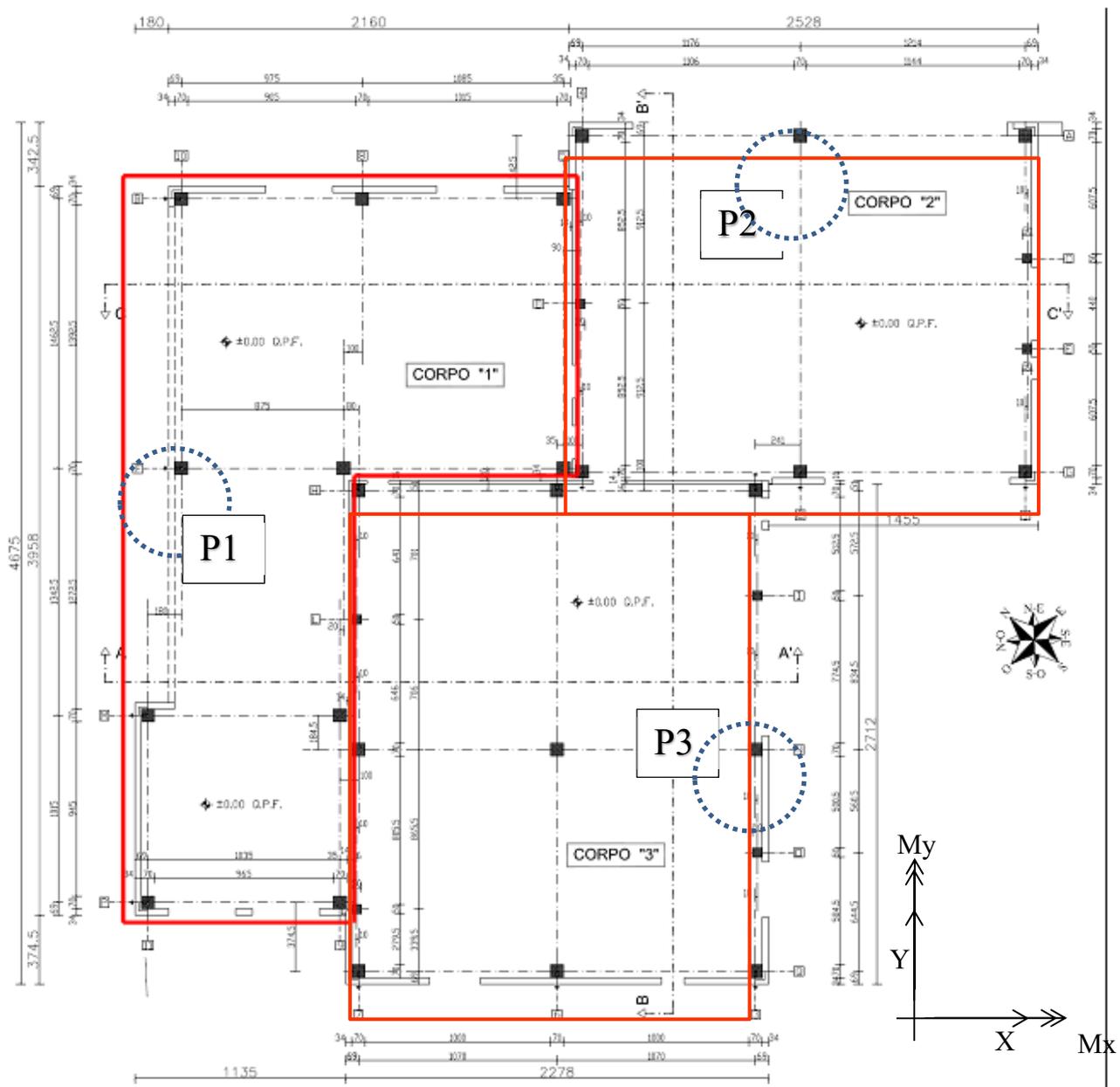


Figura 1. Pianta della struttura

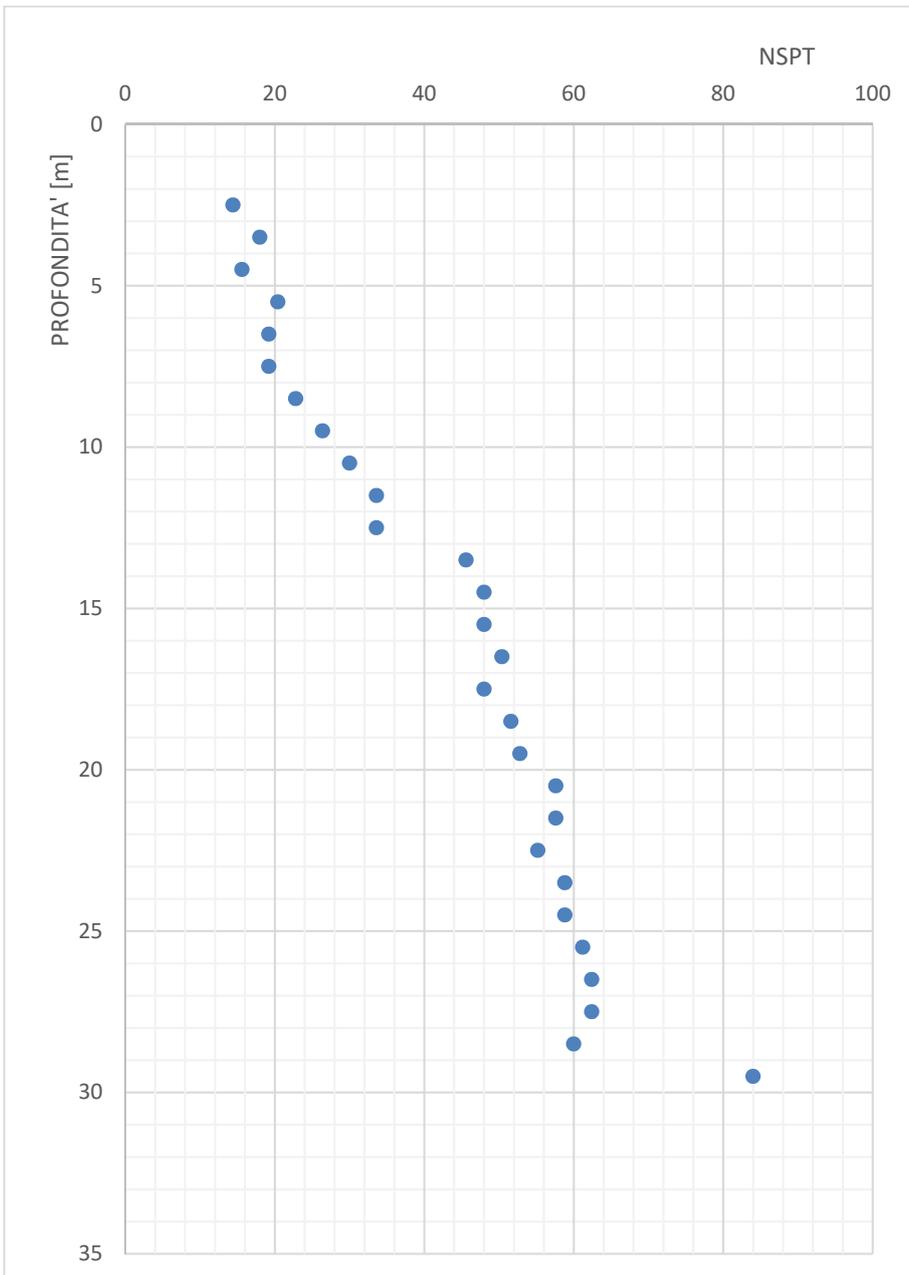


Figura 2. Risultato prova SPT di riferimento

Tema n. 2

Nell'ambito del procedimento tecnico-amministrativo per il rinnovo della concessione demaniale di un manufatto di attraversamento si rende necessario effettuare la verifica idraulica dello stesso secondo i disposti della vigente normativa. Il ponte oggetto di verifica è in calcestruzzo armato con luce netta tra le spalle pari a 20,0 m ed altezza dell'impalcato rispetto al fondo scorrevole del corso d'acqua sulla sezione trasversale interessata pari a 5,0 m. Considerato che le caratteristiche morfometriche del bacino in esame, alla sezione di chiusura, risultano le seguenti:

- superficie: 32,63 km²
- lunghezza dell'asta: 9,95 km
- tipologia prevalente superficie: terreno coltivato e bosco parti uguali con morfologia collinare/pianeggiante;
- pendenza media bacino: 2,7%
- quota sezione chiusura: 180,03 m s.l.m.;
- altitudine media bacino: 311,60 m s.l.m.;
- dislivello massimo asta principale: 449,97 m;

e che i coefficienti delle curve di massima possibilità pluviometrica, $h=a \cdot t^n$ risultano:

Tempo ritorno	a	n
100 anni	149,90	0,38
200 anni	164,98	0,39
500 anni	184,91	0,40

Il Candidato sviluppi i seguenti punti:

1. valuti le portate liquide con i diversi tempi di ritorno adottando un valore del coefficiente di deflusso idoneo per la tipologia di superficie prevalente di cui è costituito il bacino ed effettui la stima delle portate solide, ad esse associate, sulla base delle metodologie di propria conoscenza e ritenute idonee ad essere applicate al caso in esame;
2. costruisca la scala delle portate in moto uniforme della sezione dove insiste il manufatto oggetto di verifica assumendo un idoneo coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler considerato che, nella medesima sezione, il corso d'acqua si presenta regolare con pochi massi e ciottoli e che presenta pendenza costante del fondo pari a 1,0%;
3. indichi se il manufatto risulta sufficiente a far defluire la portata calcolata con T_R 200 anni con un franco libero che rispetti quanto previsto dalla Direttiva 2/99 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po ed al Decreto Ministeriale di aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni § 5.1.2.3.

Tema n. 3

Progettare una pensilina adibita a copertura a parcheggio auto e biciclette, secondo lo schema riportato in Figura 1. La pensilina è inclinata e rivolta a sud-ovest per consentire l'applicazione su di essa di pannelli fotovoltaici dalle dimensioni 120x200 cm.

Il sito per l'esecuzione dell'opera si può considerare nella provincia di Torino ad un'altitudine s.l.m. di m 500, e topografia pianeggiante.

I parametri dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali sono riportati in Figura 2. L'andamento delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s nei primi 30 metri è ottenuto tramite prova DOWN-HOLE che ha fornito i risultati in Figura 3.

Il terreno tipico del sito è prevalentemente ghiaioso, caratterizzato da un peso dell'unità di volume $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$. È allegato in calce un estratto di un sondaggio a carotaggio continuo con i risultati relativi alle prove geotecniche SPT. Lo schema strutturale, il materiale o i materiali, per l'esecuzione del progetto sono lasciati alla libera scelta del Candidato.

Per le azioni da considerare, le disposizioni costruttive, le specifiche dei materiali e le verifiche da effettuare, attenersi a quanto indicato dalle DM 17.01.2018 e dalla Circolare C.S.L.L.P.P. n.7 del 21.01.2019.

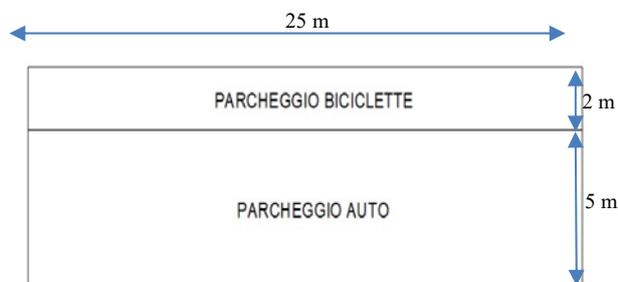


Figura 1: Area di intervento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,041	2,449	0,207
50	0,054	2,434	0,227
72	0,064	2,445	0,234
101	0,075	2,438	0,245
140	0,086	2,446	0,251
201	0,099	2,451	0,256
475	0,135	2,473	0,267
975	0,169	2,498	0,276
2475	0,219	2,551	0,288

Figura 2: Parametri spettro di risposta

Il candidato:

- esegua il dimensionamento e la verifica di tutti gli elementi strutturali (almeno uno per tipo);
- imposti i disegni delle strutture a livello esecutivo, con dettaglio dei particolari costruttivi più significativi;
- infine, proceda anche in forma semplificata alle verifiche delle strutture di fondazione con riferimento alle sole azioni verticali.

Note:

1. Per i pannelli fotovoltaici considerare un peso di 0.2 kN/m^2 .
2. In maniera semplificata si trascuri l'effetto della componente verticale del sisma
3. Per la valutazione del periodo di vibrazione si può fare riferimento ad un sistema ad un grado di libertà a massa concentrata;
4. Per la verifica della struttura di fondazione si possono adottare criteri semplificati, oppure valutare i parametri meccanici del terreno secondo le correzioni proposte da Skempton ed il metodo di correlazione formulato dal "Japanese National Railway":

$$N_{60} = c \cdot N_{SPT} \quad (\text{si può assumere } c=0.55)$$

$$\varphi' = 0.3 \cdot N_{60} + 27$$

(Skempton)

(Japanese National Railway)

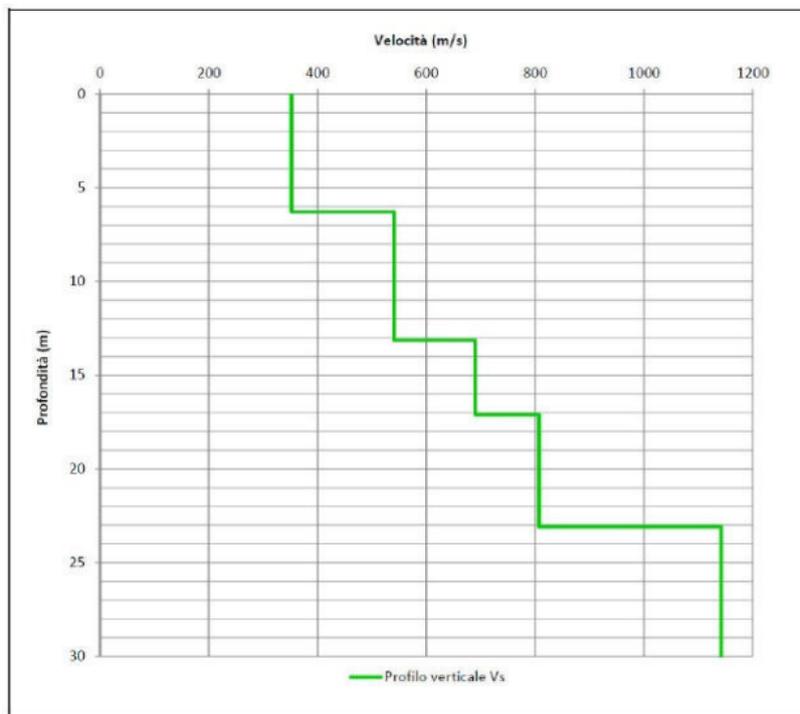


Figura 3: Andamento delle velocità di propagazione delle onde di taglio Vs

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diametro rivestimenti	percentuale di carotaggio	tubazione per down hole	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimanecciati	permeabilità [m/s]
0.00	0.30		Terreno vegetale limoso-sabbioso con cotica erbosa superficiale.											
0.30	1.00		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica in matrice siltoso-sabbiosa addensata, colore grigio.											
1.00	4.90		Ciottoli (diam max 15-18 cm) e ghiaia eterometrica con subordinate passate pluridecimetriche medio-grossolane con sabbia limosa talora abbondante e/o prevalente, debole ossidazione, da addensata a molto addensata, colore nocciola-grigiastro.											
2.10														
7.00	0.40		Ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa intensamente ossidata, addensata, colore bruno-nocciola con deboli screziature ocracee d'ossidazione.		carotaggio continuo 131 mm semplice	132 mm			4.50 22-30-R (6cm)					
7.40	2.00		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica con sabbia limosa a livelli prevalente, da debole a discreta ossidazione, molto addensata, colore nocciola.						10.50 29-33-36					
10.00	1.00		Ghiaia eterometrica in abbondante e/o prevalente matrice fine sabbioso-debolmente limosa, discreta ossidazione, subordinate ciottoli, addensata, colore nocciola.											
11.60	2.10		Ghiaia eterometrica e ciottoli (diam max 12-15 cm) in abbondante matrice fine limoso-debolmente sabbiosa che tende a concentrarsi in livelli centimetrici, da discreta ad intensa ossidazione e discreta alterazione, addensata, colore nocciola con deboli screziature ocracee d'ossidazione.											
13.70	1.00		Ghiaia ciottolosa con sabbia limosa a tratti abbondante e/o prevalente, discreta ossidazione ed alterazione, molto addensata, colore nocciola.				80-100 %		15.00 32-40-R (3cm)					
15.50	2.30		Ghiaia prevalentemente medio-fine con sabbia fine siltosa a livelli prevalente, molto addensata, colore nocciola.											
17.80	1.00		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa, discreta ossidazione, molto addensata, colore nocciola.		carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm			19.50 26-30-36					
18.80	2.70		Ghiaia ciottolosa in matrice limoso-sabbiosa a tratti abbondante, discreta ossidazione a tratti intensa, molto addensata, colore nocciola.											
21.50	1.00		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica in matrice limoso-sabbiosa a livelli prevalente, intensa ossidazione e discreta alterazione, molto addensata, colore nocciola.											
22.50	4.00		Ghiaia ciottolosa con sabbia limosa talora abbondante, intensa ossidazione ed alterazione, da addensata a molto addensata, colore nocciola.						25.50 23-R (4cm)					
26.50	1.10		Ciottoli (diam max 12-15 cm) e ghiaia eterometrica con sabbia limosa, discreta ossidazione, molto addensata, colore nocciola.											
27.60	2.40		Ghiaia eterometrica e ciottoli in abbondante matrice fine limoso-sabbiosa, intensa ossidazione ed alterazione, addensata, colore nocciola.											
30.00														

Tema n. 4

Tra due strade esistenti di cat. B e cat. D (secondo la classificazione del D.M. n.6792 del 5 novembre 2001) tra loro intersecanti si vuole realizzare una nuova intersezione. Considerando che nel punto di incrocio gli assi planimetrici delle due strade sono rettilinei e formano un angolo di 80° , nel rispetto delle norme tecniche vigenti, il candidato conduca:

- la scelta del tipo di intersezione in relazione alla classe tipologica ammessa,
- il dimensionamento geometrico di tutti i terminali di rampa,
- le verifiche funzionali richieste dalle normative vigenti di tutte le rampe,
- il dimensionamento geometrico completo di una rampa diretta dell'intersezione.

Sono richiesti i seguenti elaborati:

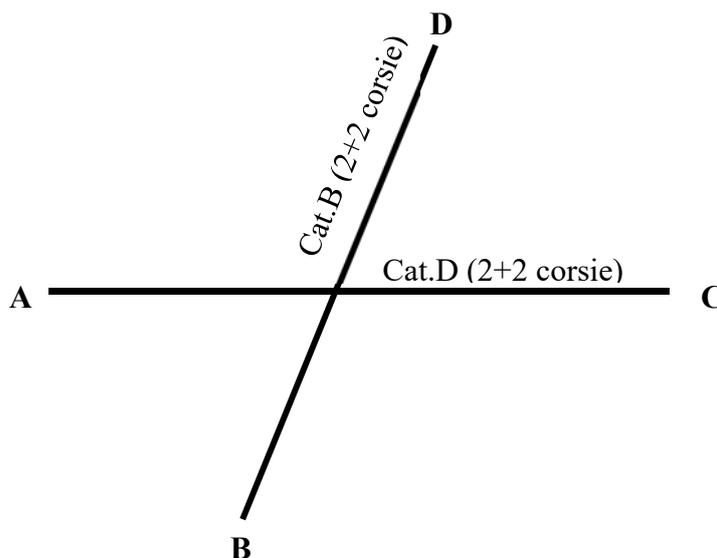
- relazione tecnica (con specificate le norme tecniche di riferimento);
- schema planimetrico della soluzione progettuale;
- sezioni tipo rappresentative dell'intersezione e delle strade convergenti nel nodo (con chiara indicazione della posizione degli assi di tracciamento e di rotazione, e dei cigli);
- planimetria di tracciamento completa di una rampa diretta dell'intersezione (con individuazione dei vertici planimetrici, della geometria d'asse, delle progressive d'asse, delle pendenze trasversali);
- il calcolo completo di un solo elemento di transizione dell'asse della rampa diretta.

Sono inoltre noti:

- Matrice Origine-Destinazione dell'ora di punta:

veicoli/h					% veicoli pesanti				
	A	B	C	D		A	B	C	D
A	-	112	850	164	A	-	3.5	5.3	2.4
B	77	-	92	822	B	2.2	-	1.7	5.5
C	735	86	-	27	C	5.1	1.8	-	1.7
D	112	627	71	-	D	2.9	5.6	1.9	-

- Schema geometrico dell'intersezione:



Ulteriori dati necessari allo sviluppo del tema potranno essere assunti dal candidato con ipotesi ragionevoli e motivate.

Tema n. 5

AREA DI INTERVENTO

Nell'area individuata nelle allegate planimetrie, situata fuori dal nucleo abitato di un comune montano di una vallata piemontese a circa 1100 m s.l.m., destinata secondo PRGC ad "Aree verdi, servizi e attrezzature per lo sport", si prevede, in prossimità di un anello di pista di fondo invernale, la *realizzazione di un piccolo complesso ricettivo costituito da tavola calda/caffetteria* con annesso servizio di noleggio sci e mountain-bike.

Nelle aree limitrofe al lotto interessato sono già presenti campi da gioco e altre attrezzature di servizio, oltre che un'area destinata a parcheggi.

Il lotto confina a Sud con la strada provinciale che serve la valle, a Ovest con una strada comunale secondaria, a Nord con una strada vicinale e a Est con altra area a verde attrezzato.

La strada comunale secondaria risulta urbanizzata con rete acquedottistica, illuminazione pubblica elettricità e fognatura. E presente anche una rete di teleriscaldamento proveniente dalla centrale comunale a cippato.

Limiti e vincoli di PRGC:

- Non risultano vincoli idrogeologici
- Superficie Coperta max 40% della $S_{fondiaria}$
- Max numero piani fuori terra: 1
- Distanza dai confini 5 metri
- Distacco da strada provinciale: 10 metri
- Distacco da strada comunale: 5 metri

REQUISITI GENERALI E RICHIESTE FUNZIONALI

Il piccolo complesso ricettivo dovrà essere dimensionato seguendo le seguenti richieste:

- tavola calda/caffetteria: dimensionata per circa 60 posti a sedere interni con annessi servizi igienici per pubblico e con adeguata area esterna attrezzata per l'accoglienza e la consumazione in esterno per la stagione estiva.
- ambienti cucina: prevedere ambiente cucina/preparazione con annessi servizi e spogliatoio personale cucina e sala;
- servizio di noleggio sci e mountain-bike: prevedere adeguati spazi per deposito attrezzature e front office clientela
- spazi parcheggio: sono da considerarsi già presenti nel lotto limitrofo indicato in planimetria.

La progettazione oltre che rispondere agli standard dimensionali previsti dalle norme igienico sanitarie, dovrà rispettare i requisiti di accessibilità e di sicurezza previsti da normativa vigente oltre che ai requisiti di sicurezza antisismica (zona sismica IV).

Attenzioni particolari:

- L'impianto progettuale, prendendo a riferimento criteri di eco-sostenibilità, dovrà proporre un'architettura che si integri con l'ambiente e con le tipologie costruttive proprie di un territorio montano;
- Dovranno essere indicate in modo chiaro le scelte impiantistiche sia per la climatizzazione che per la produzione acqua calda sanitaria e la cucina;

Segue tema 5 >>

ELABORATI di PROGETTO richiesti:

- Planimetria generale in scala 1:500: completa della sistemazione del lotto, comprensiva di edificio/edifici, percorsi, verde, arredo urbano
- Pianta/e, sezione e prospetti in scala 1:100 (che dovranno contenere le informazioni necessarie sia in riferimento al processo di autorizzazione edilizia, sia in riferimento all'ottenimento del parere di conformità degli Enti preposti al controllo (ASL,), quotate in modo essenziale, complete delle indicazioni delle funzioni e dei principali arredi funzionali e con l'indicazione dei materiali e finiture impiegate;
- Schemi strutturali che evidenzino le scelte progettuali eseguite
- Schemi per la definizione delle stratigrafie dell'involucro e dettagli costruttivi significativi in scala adeguata per evidenziare le scelte tecnologiche e architettoniche effettuate
- Relazione tecnica contenente l'illustrazione delle scelte progettuali, comprendente anche la definizione delle scelte impiantistiche in particolare per la climatizzazione invernale.

ALLEGATI:

- Allegato A: Inquadramento urbanistico - estratto PRGC scala 1:2000
- Allegato B: stralcio planimetrico lotto - scala 1:500

ALLEGATO A - INQUADRAMENTO

Estratto P.R.G.C. - Scala 1:2000



-  Tracciato piste di fondo
-  Aree verdi servizi e attrezzature per lo sport
-  Area di intervento

Vista aerea - non in scala



-  Area a parcheggio esistente
-  Area di intervento

ALLEGATO B - STRALCIO ZONA DI INTERVENTO

Scala 1:500



Tema n. 6

Un lavoro di sbancamento comporta l'asportazione di uno spessore di materiale roccioso di circa 8 m, e della soprastante copertura di terra, avente spessore di circa 2 m, su un'area di 3 ha e lo scarico del materiale rimosso in un sito distante circa 700 m dal luogo di scavo.

Il lavoro è eseguito abbattendo la roccia con mine, caricando l'abbattuto su dumper mediante pala caricatrice e trasportandolo al sito di scarico, dove un altro cantiere provvede alla sua sistemazione secondo progetto.

La terra può essere asportata separatamente, prima dell'abbattimento con mine, o simultaneamente, adottando il sistema O.D. (*Overburden Drilling*) per la perforazione.

Si prevede di lavorare 1 turno/giorno (8 ore nominali, 7 ore di lavoro effettivo) per 5 giorni/settimana e di brillare una volata al giorno, preparata su una o più file secondo le necessità.

Data l'estensione del cantiere di scavo, l'operazione di caricamento non comporta la sospensione di altre operazioni.

Sono adibiti al lavoro di scavo:

- 2 perforatrici cingolate, attrezzate per perforazione con diametro di 80 mm, lunghezza fino a 20 m, inclinazione 0°-90°, per la preparazione dei fori da mina;
- 1 retroescavatore con benna da 2 m³ (coefficiente di riempimento 0.9)
- 1 pala caricatrice gommata con benna da 5 m³ (coefficiente di riempimento 0.9);
- 2 dumper da 15 m³ per il trasporto dell'abbattuto al luogo di scarico.

Sono disponibili, da rilevamenti eseguiti in lavori analoghi, i seguenti dati:

- l'esplosivo localmente più conveniente è un'emulsione, disponibile in cartucce di dimensione 70x500 mm; la densità di carica è pari a 1.2 kg/dm³;
- per limitare le vibrazioni indotte dalla volata, è imposta una CPD pari a 15 kg;
- l'aumento di volume dell'abbattuto rispetto alla roccia in posto (*Bulking Factor*) è stimato pari a circa 1.45;
- la massa volumica della roccia in posto è pari a 2600 kg/m³, quella della terra è pari a 2000 kg/m³;
- da cronometraggi risulta che la perforatrice del tipo adottato è in grado di produrre mediamente 18 m/h di foro (tenuti in conto anche i tempi di spostamento, posizionamento, intesto, aggiunta aste, sostituzione utensili, ecc.) con l'utilizzo normale, 9 m/h con l'utilizzo O.D.

Per quanto riguarda lo sgombero e il trasporto:

- considerare un adeguato tempo di ciclo della pala caricatrice, comprendente le fasi di riempimento, svuotamento e manovre;
- considerare un adeguato tempo di ciclo dei dumper, necessario per raggiungere il sito di stoccaggio, scaricare e tornare al punto di carico. Assumere una velocità a carico di 30 km/h e a vuoto di 45 km/h.

Quesiti

1. Discutere della convenienza o meno del sistema O.D. nel caso specifico e decidere se adottarlo o no;
2. Predisporre un adatto schema tipo della volata e rappresentarlo con uno schizzo quotato in pianta e sezione verticale (indicare posizione e lunghezza dei fori, cariche, sistema d'innesco, tempi di esplosione) per l'opzione scelta;
3. Calcolare il consumo specifico globale di esplosivo P.F., la densità dei fori da mina (perforazione specifica) S.D. e l'incidenza dei detonatori D.C.;
4. Calcolare un idoneo circuito di tiro; nel caso in cui si adotti il brillamento elettrico, i detonatori saranno ad alta intensità ed il numero dei ritardi disponibili (serie da 25 ms) è pari a 20, escluso lo zero; se s'intende ricorrere al sistema Nonel, sono disponibili detonatori a lungo ritardo (475 e 500 ms) e unità di connessione da 0, 17, 25 e 42 ms);
5. Calcolare la produttività di scavo (m³ in posto/turno) del cantiere, verificando se il fattore limitante è la perforazione, il caricamento dell'abbattuto o il trasporto;
6. Redigere il cronoprogramma delle operazioni relative ad un turno lavorativo.
7. Indicare, orientativamente, il tempo necessario a completare il lavoro (compatibilmente con le scelte effettuate ai punti precedenti).

Tema n. 7

Le attività residenziali condotte in un centro urbano generano, ogni giorno, 400 t di rifiuto indifferenziato. Il rifiuto di cui sopra ha le caratteristiche mostrate in tabella:

	FOUP	Frazione combustibile	Frazione residua
% massa	28	38	34
PCI (kcal/kg)	1300	4500	300
Umidità (%)	80	5	15
C (%)	18	46	ND
Cl (%)	< LR	0.2	< LR
Produzione biogas	550 Nm ³ /t VS	ND	ND

FOUP: frazione organica umida putrescibile;

ND: non determinato; LR: limiti rilevabilità

Per il trattamento di tale rifiuto sono valutate in alternativa due ipotesi:

1. la combustione diretta del rifiuto indifferenziato;
2. la separazione di una frazione organica, da stabilizzare anaerobicamente, e di una frazione combustibile, da avviare a termovalorizzazione.

Si richiede di definire lo schema di flusso delle due ipotesi, di valutare i parametri quantitativi da utilizzare per la progettazione delle strutture necessarie alla gestione del rifiuto nelle due configurazioni, cioè:

- sistemi di separazione,
- impianti di combustione/termovalorizzazione e sistemi di trattamento degli effluenti gassosi ad essi asserviti,
- digestore anaerobico ed apparecchiature ad esso asservite;
- siti di discarica

ed, infine, di eseguire un dimensionamento di massima di tali apparecchiature.