

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

Il Sessione 2018 - Sezione A
Settore Civile-Ambientale

Prova PRATICA del 21 dicembre 2018

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

Dalle analisi strutturali condotte per la progettazione di un ponte stradale per lo scavalco di un corso d'acqua, la pila centrale dell'impalcato trasmette alla struttura di fondazione (nella combinazione di carico più gravosa) le seguenti azioni:

Azione verticale	$N = 15.0 \text{ MN}$
Azione di taglio	$V = 1.5 \text{ MN}$
Momento	$M = 35 \text{ MNm}$

La pila ha forma circolare e presenta un diametro di 5.0 m.

Il terreno di fondazione interessato dalla costruzione delle pile, delle spalle e dei rilevati del ponte, è stato caratterizzato attraverso indagini di sito (sondaggi, prove penetrometriche statiche e dinamiche, riportate nelle figure allegate) nonché da analisi di laboratorio che hanno mostrato la presenza di un'alternanza di depositi limo-sabbiosi e sabbie:

- 0-6 m limi sabbiosi
- 6-12 m sabbie NC
- 12-36 m sabbie limose

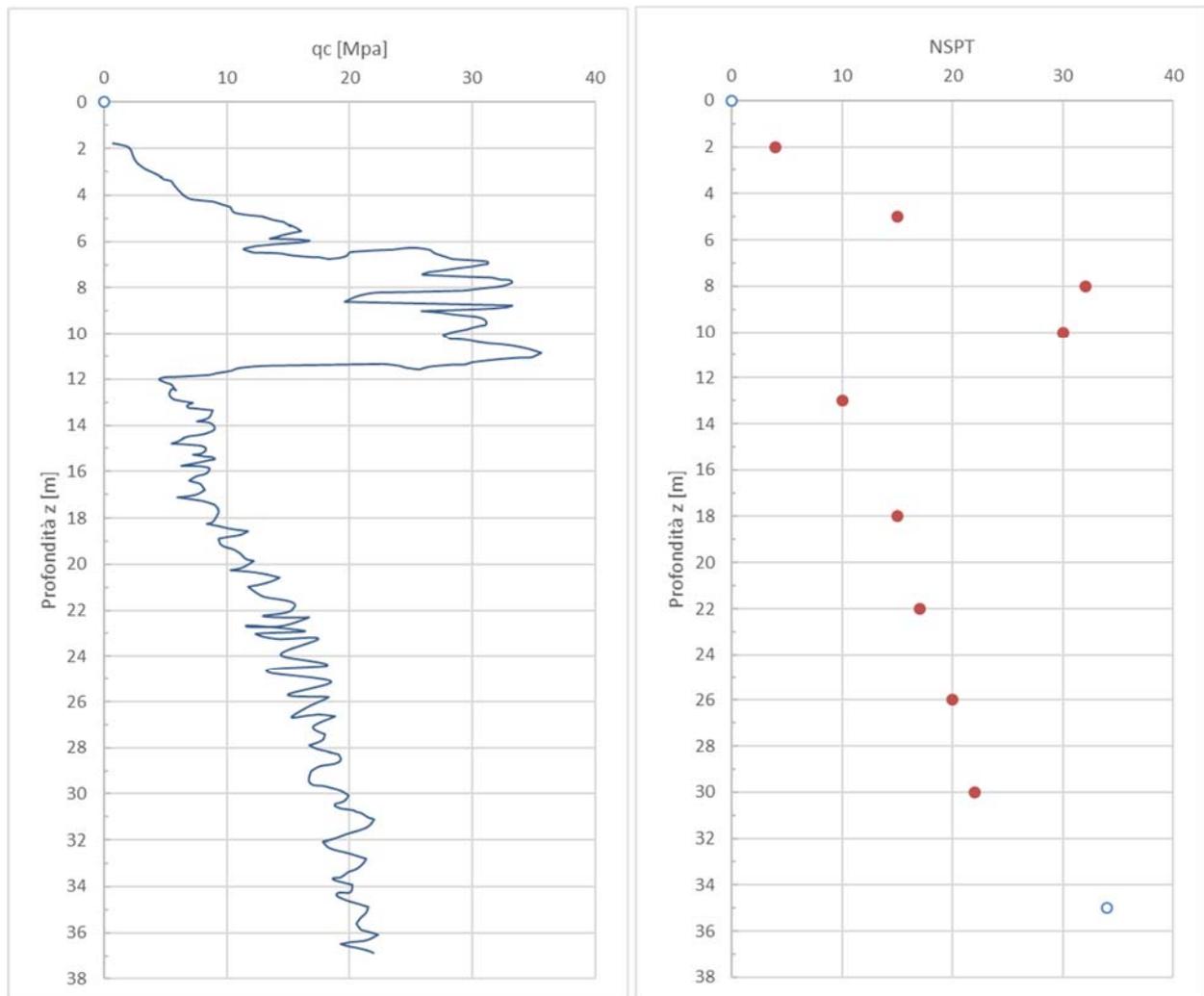
Il peso dell'unità di volume dei terreni è stato determinato pari a 18 kN/m^3 .

Il candidato dimensioni in campo statico la fondazione della pila, illustrando in una relazione tecnica:

- la soluzione progettuale scelta motivandola come la più idonea tra le possibili tipologie sulla base delle caratteristiche del terreno e delle azioni di progetto;
- la definizione del modello geotecnico del sottosuolo e dei parametri geotecnici caratteristici;
- il dimensionamento della fondazione (diretta o su pali) e calcolo dell'armatura necessaria da illustrare in tavole tecniche di riferimento;
- calcolo del possibile cedimento nel caso di fondazione diretta.

Il candidato faccia riferimento alla nuova normativa tecnica NTC 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018) ed assuma eventuali parametri non riportati secondo possibili dati di riferimento da letteratura tecnica.

...segue Tema 1>>



Tema n. 2

Si vuole realizzare una derivazione laterale da fiume a scopo irriguo. A tal fine è stata realizzata una traversa sul fiume per avere un livello idrico costante pari a 153.20 m s.l.m. e tirante idrico di 3.5 m.

Sapendo che la portata derivabile massima è pari a $4 \text{ m}^3/\text{s}$ e la pendenza media del terreno è 0,002, si chiede al candidato di eseguire la progettazione idraulica dell'opera di presa e del canale di derivazione (forma e dimensioni della sezione del canale, pendenza, materiale...).

Il canale a valle della presa per un lungo tratto non presenta variazioni di geometria, né di scabrezza o di portata.

Nell'elaborato, che deve avere la forma di una relazione tecnica, il candidato:

- illustri come l'opera di derivazione regola e misura la portata derivata dal canale;
- tracci numericamente e commenti il profilo di moto permanente che si genera nel canale per la portata massima, indicando la presenza di eventuali risalti idraulici, e dia indicazioni per la protezione del fondo del canale;
- verifichi il franco in funzione dei livelli idrici nel canale.

Il candidato spieghi inoltre, almeno in via qualitativa, se e come cambierebbero i livelli nel canale progettato qualora a 50 m dalla presa il canale presentasse un salto di fondo o qualora venissero collocate delle paratoie.

Tema n. 3

Il candidato è stato incaricato di eseguire la progettazione e la direzione dei lavori delle strutture di un edificio per civile abitazione da realizzare in un sito completamente pianeggiante in Comune di Pinerolo (TO), comune classificato in zona sismica 3S, la cui pianta architettonica del piano tipo è riportata in allegato alla pagina seguente.

L'edificio dovrà essere articolato complessivamente su cinque piani, di cui uno parzialmente interrato da destinare a locali cantinati.

Per il sito in argomento i parametri degli spettri elastici in termini di accelerazione allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e allo stato limite di danno (SLD) risultano i seguenti:

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0	T^*_c [s]
SLD	50	0,051	2,431	0,226
SLV	475	0,130	2,459	0,263

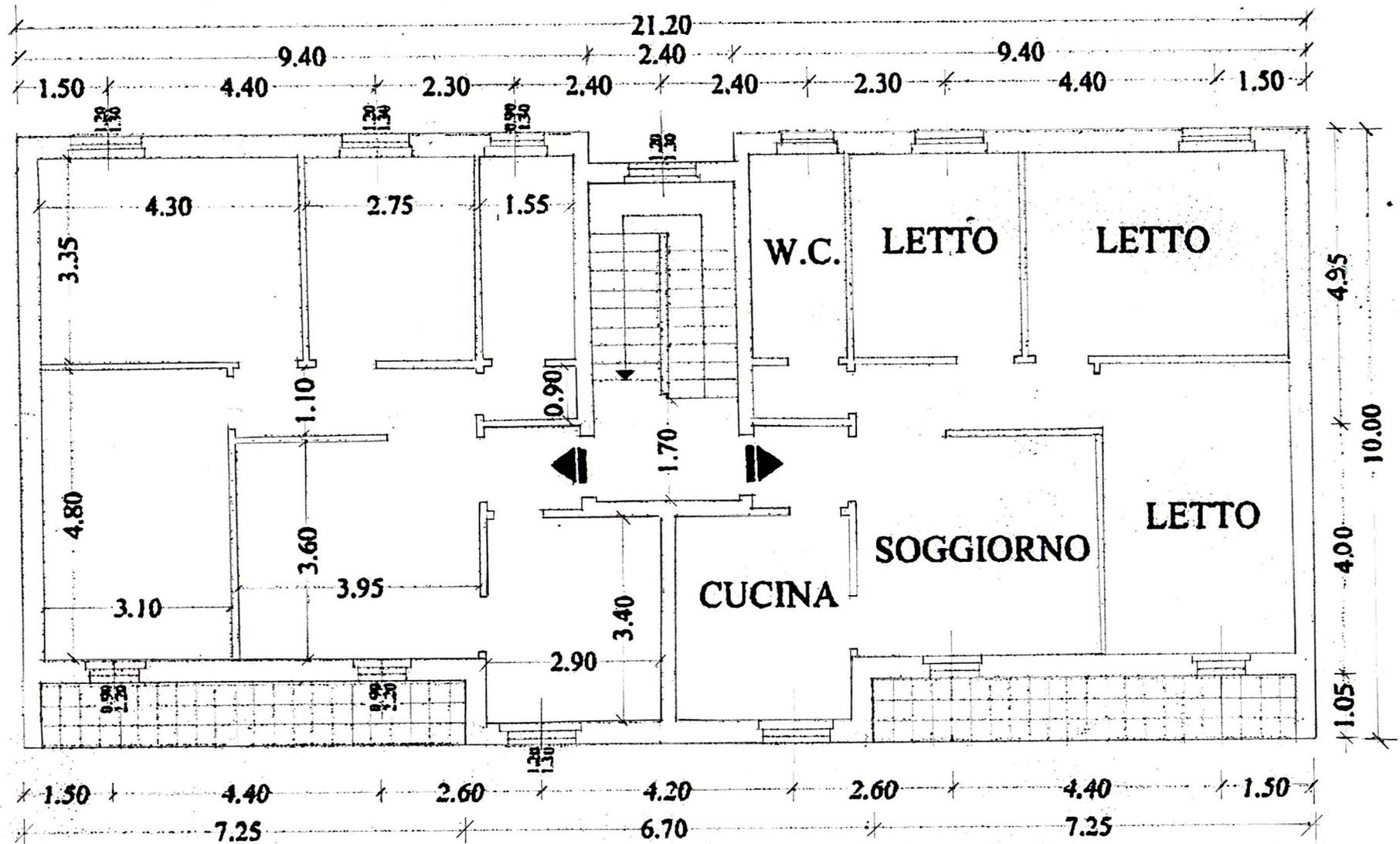
I parametri geotecnici del terreno interessato dalla costruzione, considerato per semplicità omogeneo al variare della profondità, risultano essere:

Peso specifico: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Angolo di resistenza al taglio: $\phi = 31^\circ$

Dopo aver descritto sinteticamente una delle indagini geofisiche possibili per la caratterizzazione sismica del terreno su cui dovrà sorgere il fabbricato, ipotizzandone altresì i risultati, il candidato utilizzando l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018) approvate con D.M. 17/01/2018, dovrà:

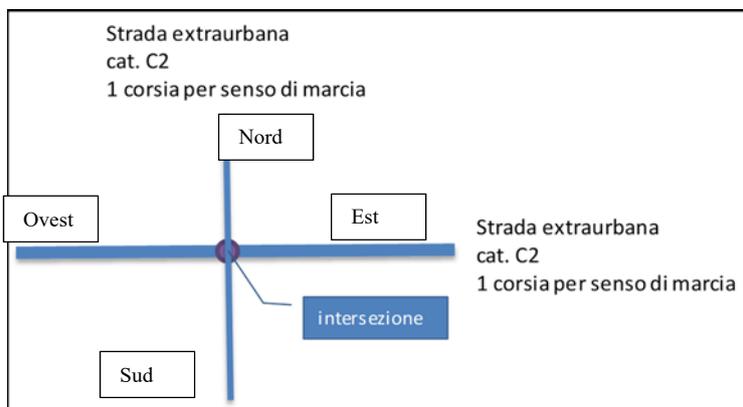
- definire le quote altimetriche dei vari livelli dell'edificio;
- identificare una tipologia costruttiva delle strutture portanti del fabbricato;
- eseguire il predimensionamento di alcuni tra i principali elementi strutturali;
- disegnare una carpenteria strutturale del piano tipo in scala 1:100, nonché la pianta delle fondazioni sempre in scala 1:100 (i disegni dovranno essere quotati);
- descrivere uno dei possibili metodi di analisi sismica;
- disegnare gli spettri di progetto della componente orizzontale dell'accelerazione allo stato limite di salvaguardia della vita ed allo stato limite di danno;
- illustrare come può essere calcolata la dimensione minima del giunto sismico atto ad evitare il martellamento con un edificio esistente contiguo, della stessa altezza complessiva di quello interessato dalla progettazione;
- in funzione dei materiali strutturali prescelti, descrivere al variare della fase di avanzamento dei lavori, la tipologia e la quantità dei controlli di accettazione in cantiere di competenza del direttore dei lavori, da eseguire ai sensi del cap. 11 delle NTC 2018.



Pianta architettonica del piano tipo

Tema n. 4

All'intersezione tra due strade extraurbane appartenenti alla tipologia C2 secondo la classificazione del D.M. 5/11/2001 n° 6792, l'Amministrazione provinciale competente intende realizzare una nuova rotatoria avente caratteristiche conformi con le normative vigenti e funzionale allo smaltimento dei flussi esistenti.

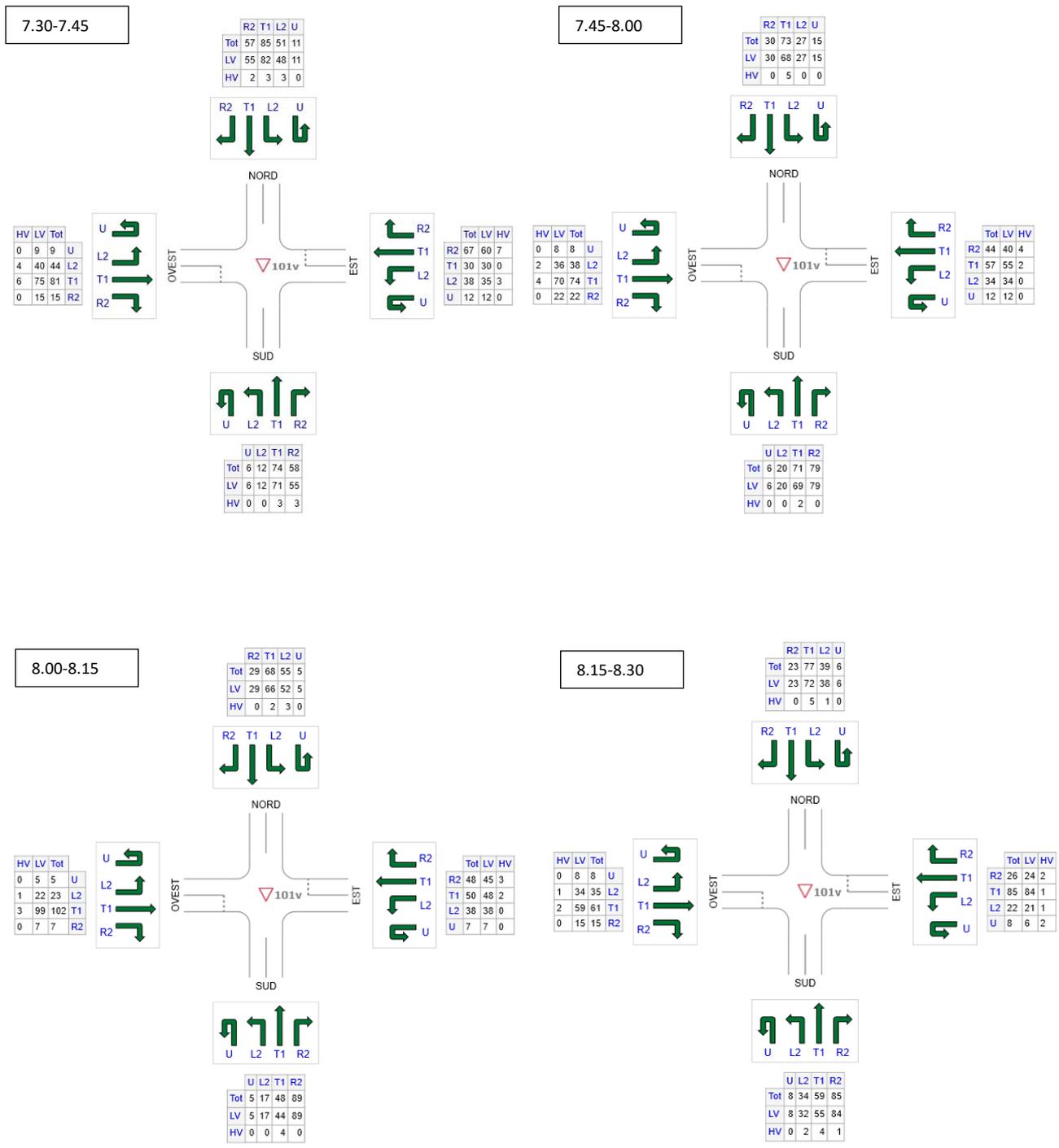


A tal fine, il candidato:

1. determini, sulla base degli elementi in suo possesso e di eventuali assunzioni motivate, dimensioni e caratteristiche della rotatoria;
2. individui e disegni la planimetria della rotatoria in scala 1/200, evidenziando in planimetria o in relazione il calcolo e la dimensione dei principali elementi geometrici caratteristici (diametri, larghezze delle corsie, raggi di curvatura degli elementi della rotatoria, angoli di deviazione, ecc.);
3. calcoli il Livello di Servizio della nuova intersezione.

...segue Tema 4>>

Dati di traffico rilevati all'intersezione nell'ora di punta:



Si precisa che eventuali ulteriori vincoli di sviluppo del tema potranno essere assunti ed evidenziati dal candidato con ipotesi motivate.

Tema n. 5

AREA DI INTERVENTO

Nell'area individuata nelle allegate planimetrie, situata fuori dal nucleo abitato di un comune delle colline del Monferrato astigiano, un imprenditore locale prevede la **realizzazione di un piccolo complesso ricettivo costituito da ristorante, camere e zona benessere** come completamento della sua attività vitivinicola.

Il lotto a disposizione è situato lungo una strada comunale secondaria che serve delle proprietà private distribuite lungo il versante collinare. La strada risulta urbanizzata con rete acquedottistica, illuminazione pubblica ed elettricità. Non risulta presente alcuna linea fognaria e non è presente alcuna rete di gas metano.

Non risultano vincoli idrogeologici.

Limiti e vincoli di PRGC:

- Indice di fabbricabilità: 2 m³/m²
- Altezza massima 10 metri (altezza massima al colmo)
- Distanza dai confini 5 metri
- Distacco da strada comunale 5 metri

REQUISITI GENERALI E RICHIESTE FUNZIONALI

Il complesso ricettivo dovrà essere dimensionato seguendo le seguenti richieste.

Si dovranno almeno prevedere:

- **caffetteria/reception**: con annessi servizi igienici per pubblico
- **sala ristorante**: dimensionata per circa 60 coperti;
- **ambienti cucina**: con annessi servizi e spogliatoio personale cucina e sala;
- **camere**: si richiede la realizzazione di almeno 8 camere doppie dotate di servizi igienici
- **area benessere**: area wellness dotata di sauna/bagno turco e area massaggi
- **spazi esterni**: il progetto dovrà valorizzare gli spazi esterni attrezzate per l'accoglienza ed il relax; dovrà inoltre contenere la necessaria dotazione di parcheggi e dell'accessibilità dei mezzi e di soccorso;

La progettazione oltre che rispondere agli standard dimensionali previsti dalle norme igienico sanitarie, dovrà rispettare i requisiti di accessibilità e di sicurezza antincendio 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 "rurali" proprie di un territorio collinare;
- Non essendo presente rete gas metano e tenendo conto delle necessità di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili ai sensi delle normative vigenti, dovranno essere indicate in modo chiaro le scelte impiantistiche sia per la climatizzazione che per la produzione acqua calda sanitaria e la cucina associata al ristorante;
- Non essendo presente uno scarico in rete fognaria dei reflui, si dovranno indicare i sistemi di smaltimento dei reflui che si intende adottare;

...segue Tema 5>>

ELABORATI di PROGETTO richiesti:

- **Planimetria generale in scala 1:500:** completa della sistemazione del lotto, comprensiva di edifici, percorsi, verde, arredo urbano
- **Piante, sezioni 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 per fondazioni, elevazioni, solai e coperture
- **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** eseguite anche in termini di utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e dei sistemi di scarico dei reflui fognari.

ALLEGATI (forniti a parte):

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

ALLEGATO A

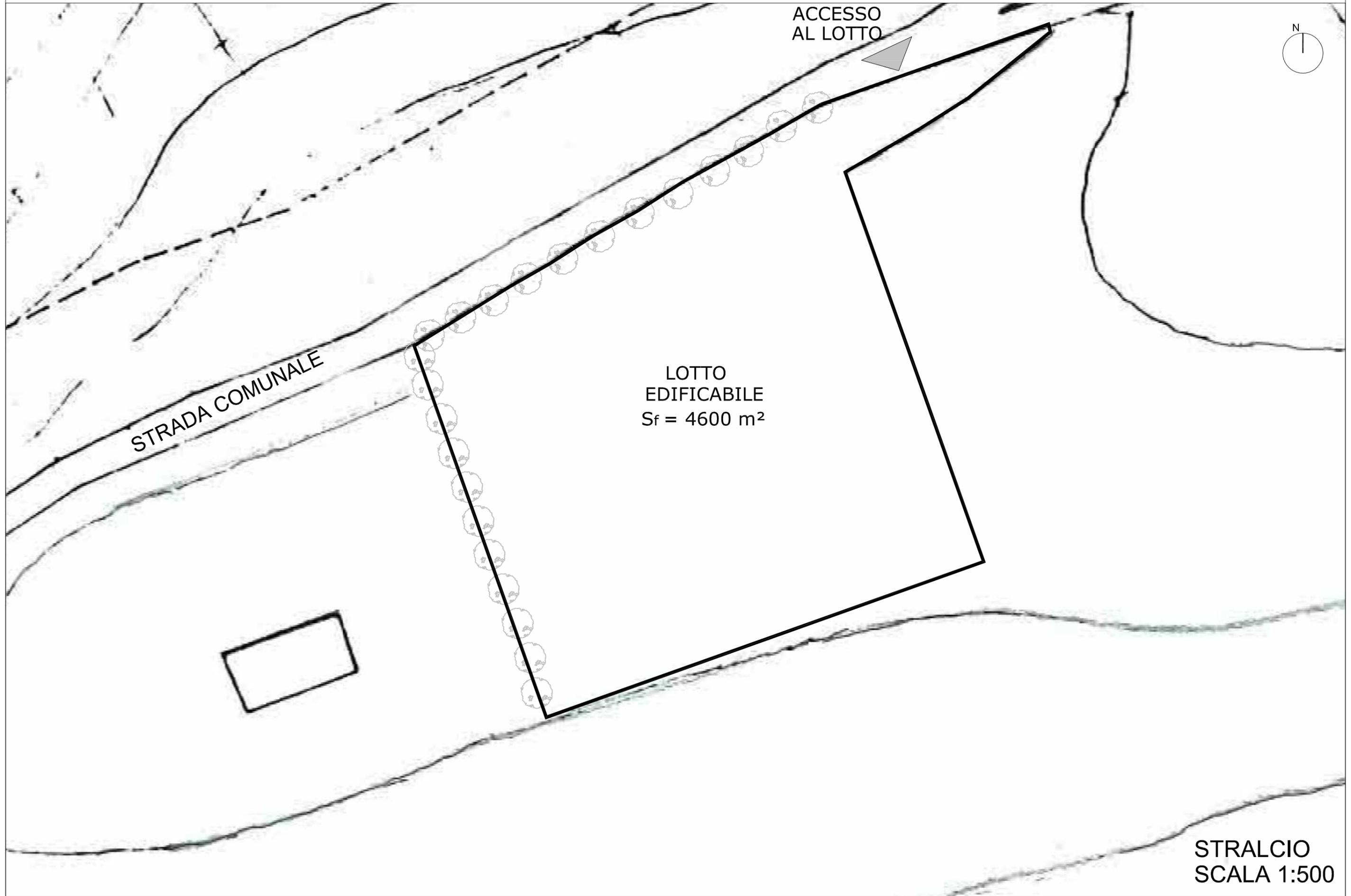
Inquadramento
Scala 1:2000



Vista aerea
Non in scala



Zona di intervento



Tema n. 6

Il lavoro riguarda lo scavo con esplosivo a cielo aperto, con l'obiettivo di produrre inerti per calcestruzzi e blocchi da scogliera. L'ammasso roccioso oggetto di indagine è costituito da calcare compatto (massa volumica intorno a 2.65 t/m³).

La volumetria totale estraibile è di circa 6.500.000 m³ (roccia in posto). La pezzatura desiderata è distribuita percentualmente nelle classi granulometriche indicate in Tabella 1.

Classi (kg)	Classi (cm)	f (%)	F (%)
0 – 50	0 – 25	34	34
50 – 1000	25 – 75	44	78
1000 – 3000	75 – 105	14	92
3000 – 6000	105 – 135	8	100

Tabella 1. Distribuzione granulometrica dell'abbattuto

La produzione annua richiesta è pari a circa 400.000 m³, da smaltire in 250 giorni lavorativi/anno. Il sito è stato autorizzato ad effettuare un massimo di 3 volate/settimana.

La cava è localizzata ad una distanza di circa 250 m da un edificio di interesse storico ed a circa 150 m da un centro abitato.

La massima carica istantanea di esplosivo utilizzabile, in funzione della distanza dagli obiettivi da proteggere (rispettivamente edifici delicati, edifici di civile abitazione, strutture sotterranee artificiali e costruzioni industriali, DIN 4150-3), è indicata nelle Tabelle 2, 3, e 4.

<i>ppv</i>	<i>Distanza scoppio-obiettivo</i>	<i>Massima Carica Istantanea</i>	<i>Distanza scalata</i>
[mm/s]	[m]	[kg]	[m/kg ^{1/2}]
3	10	0.0	77.2
3	40	0.3	77.2
3	70	0.8	47.5
3	100	1.7	77.2
3	130	2.8	77.2
3	160	4.3	77.2
3	190	6.1	77.2
3	220	8.1	77.2
3	250	10.5	77.2

Tabella 2: Indicazione della massima carica istantanea utilizzabile in funzione della distanza, imponendo un limite di velocità particellare di 3 mm/s, applicabile nei confronti di edifici sensibili (Classe 3)

<i>ppv</i>	<i>Distanza scoppio-obiettivo</i>	<i>Massima Carica Istantanea</i>	<i>Distanza scalata</i>
[mm/s]	[m]	[kg]	[m/kg ^{1/2}]
5	10	0.0	47.5
5	40	0.7	47.5
5	70	2.2	47.5
5	100	4.4	47.5
5	130	7.5	47.5
5	160	11.3	47.5
5	190	16.0	47.5
5	220	21.4	47.5
5	250	27.7	47.5

Tabella 3: Indicazione della massima carica istantanea utilizzabile in funzione della distanza, imponendo un limite di velocità particellare di 5 mm/s, applicabile nei confronti di edifici abitativi (Classe 2).

<i>ppv</i>	<i>Distanza scoppio-obiettivo</i>	<i>Massima Carica Istantanea</i>	<i>Distanza scalata</i>
[mm/s]	[m]	[kg]	[m/kg ^{1/2}]
20	10	0.6	12.7
20	40	9.9	12.7
20	70	30.3	12.7
20	100	61.9	12.7
20	130	104.6	12.7
20	160	158.5	12.7
20	190	223.5	12.7
20	220	299.7	12.7
20	250	387.0	12.7

Tabella 4: Indicazione della massima carica istantanea utilizzabile in funzione della distanza, imponendo un limite di velocità particellare di 20 mm/s, applicabile nei confronti di costruzioni industriali (Classe 1).

L'abaco di Figura 1 sintetizza quanto esposto nelle Tabelle 2, 3 e 4, indicando la massima carica istantanea utilizzabile in funzione della distanza dai diversi obiettivi da proteggere e del limite di riferimento adottabile.

In Figura 2 sono riportati i valori di *ppv* in funzione della distanza (livello di confidenza 95%).
Le curve rappresentano diversi valori di *cpd* (5 kg, 10 kg e 15 kg).

In Figura 3 sono riportati i nomogrammi sperimentali per la valutazione, in prima approssimazione, del consumo specifico di esplosivo in funzione di una determinata pezzatura.

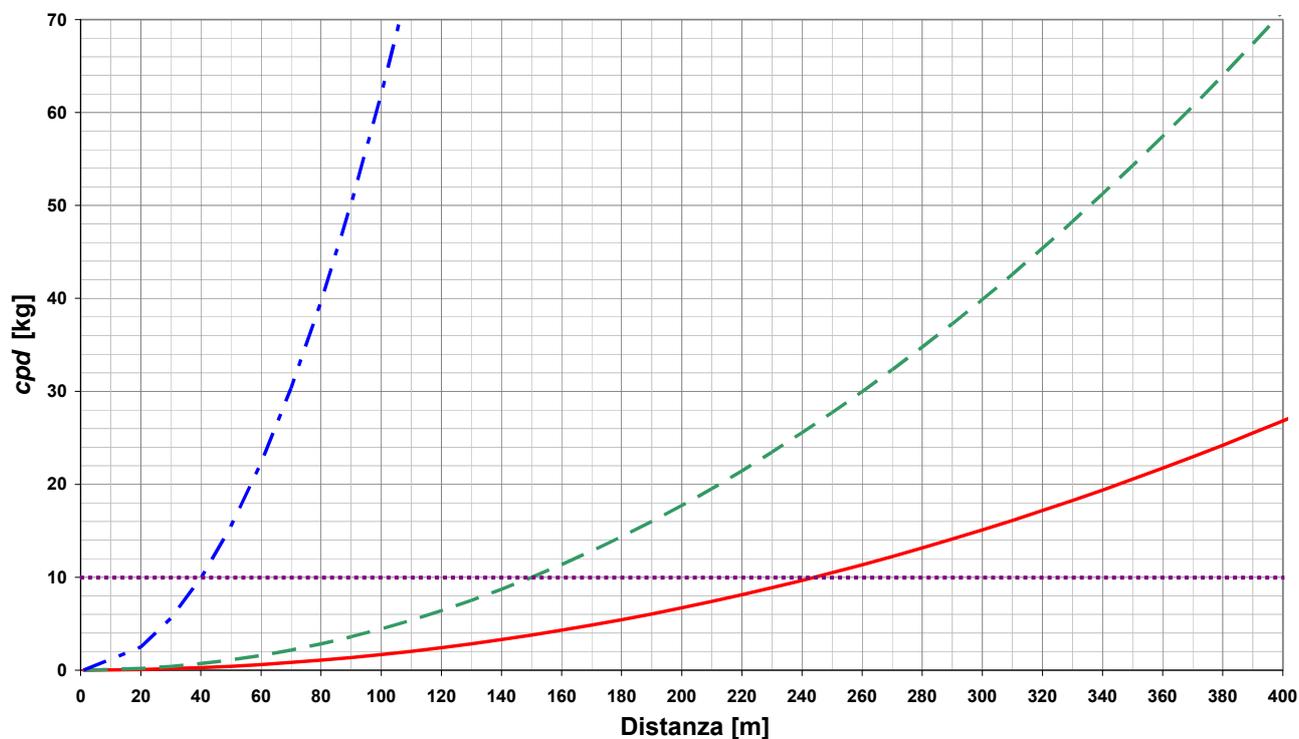


Figura 1: Abaco per la determinazione della massima carica istantanea utilizzabile in funzione della distanza dall'obiettivo da proteggere e del limite adottato.

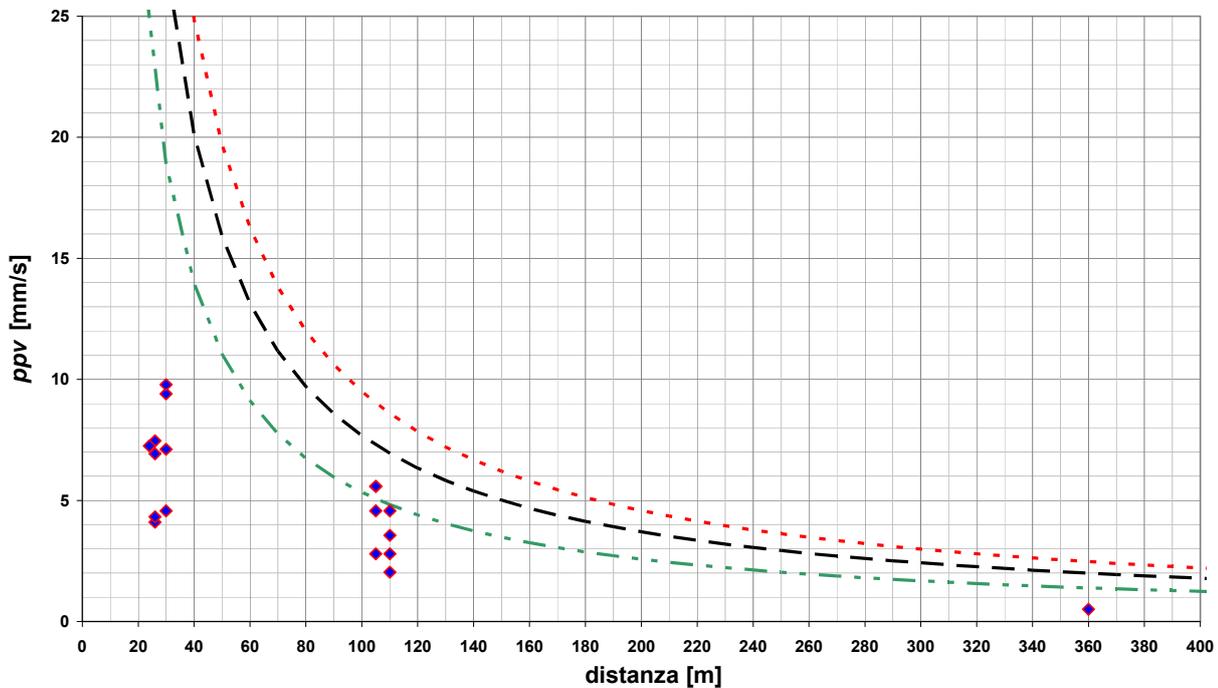


Figura 2: Abaco per la determinazione della massima ppv in funzione della distanza dall'obiettivo da proteggere secondo la DIN 4150-3. I rombi rappresentano i dati reali monitorati in ppv.

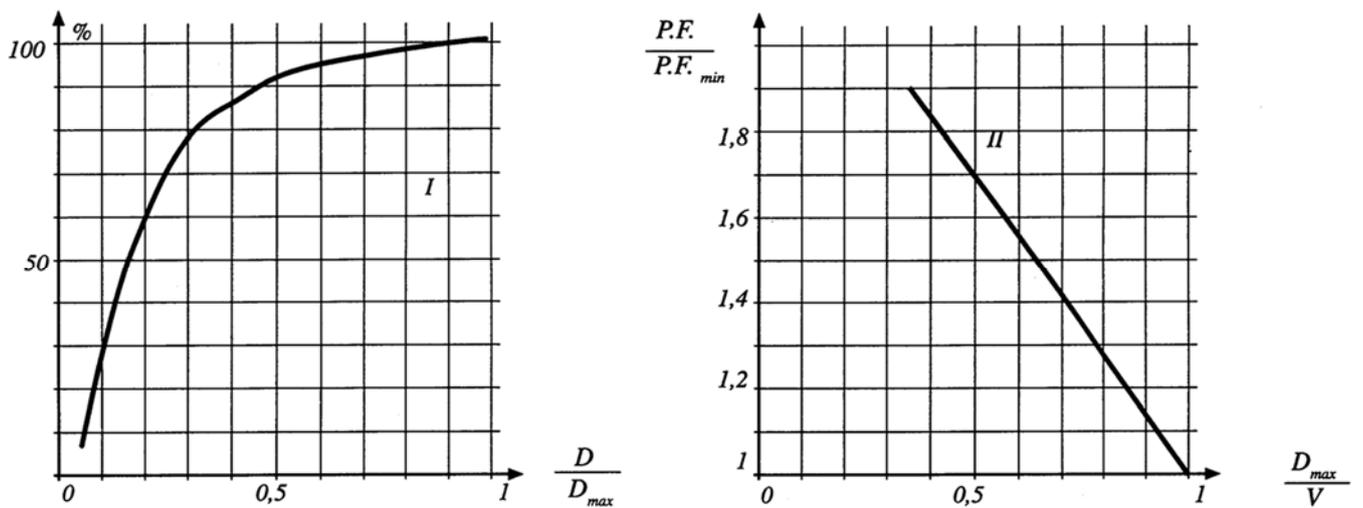


Figura 3. Nomogrammi sperimentali per il calcolo del consumo specifico di esplosivo

Dopo avere tracciato la curva granulometrica dell'abbattuto, individuare le condizioni ottimali che soddisfano le esigenze del problema.

In particolare:

- Individuare un'opportuna geometria di scavo
- Definire i parametri della carica da impiegare
- Dimensionare una volata tipo, idonea a rispettare le esigenze segnalate
- Rappresentare, in scala, la volata nelle due viste (sezione verticale e planimetria)
- Fornire lo schema di un foro caricato (se si ricorre a più di una tipologia di volata, esemplificare le differenti geometrie di caricamento necessarie a rispettare l'obiettivo)
- Individuare un opportuno sistema di innesco, indicando numeri e tempi di ritardo da adottare per le singole volate
- Valutare la necessità di ricorrere ad operazioni di abbattimento secondario e/o frantumazione primaria per ottenere le classi granulometriche richieste.

Tema n. 7

Deve essere progettato un impianto per il trattamento delle acque reflue di un centro abitato di 80,000 abitanti.

Si ipotizzi che:

- la dotazione idrica giornaliera sia di 200 litri/persona · giorno,
- il carico di solidi sospesi sia di 85 g TSS/persona · giorno – si consideri che tali solidi siano per il 40% rbVSS (rbVSS, solidi sospesi volatili rapidamente biodegradabili), per il 40% nbVSS (nbVSS, solidi sospesi volatili non biodegradabili) e per il 20% inerti;
- il carico di sostanza organica rilasciato nell'effluente, parte sotto forma di composti solubili, parte sotto forma di sostanza particolata, sia di 60 gBOD₅/persona · giorno (ipotizzare l'equivalenza 1 g rbVSS = 1 g BOD₅), ed
- il carico di azoto solubile (esclusivamente sotto forma di azoto ammoniacale) sia di 8 gN/persona · giorno.

All'impianto di depurazione sarà convogliato anche il percolato di una discarica per rifiuti solidi urbani.

Il percolato ha le seguenti caratteristiche:

- portata, 350 m³/d,
- concentrazione di TSS, 650 mg/l (utilizzare la stessa ripartizione tra le tre forme ipotizzata per il refluo di origine civile),
- concentrazione di BOD₅, 520 mg/l (anche nel caso del percolato, parte sotto forma di composti solubili, parte sotto forma di sostanza particolata),
- concentrazione di N ammoniacale, 700 mg/l.

L'impianto deve rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente per lo scarico in corpo idrico superficiale.

Si esegua:

- il dimensionamento della sezione di sedimentazione primaria;
- il dimensionamento della sezione di trattamento biologico - comprensiva dei trattamenti di pre-denitrificazione, ossidazione, sedimentazione secondaria. Fornisca il candidato delle indicazioni circa il consumo di ossigeno per il trattamento aerobico;
- la valutazione dei costi energetici della linea acque;
- il dimensionamento della linea fanghi, comprensiva di pre-ispessimento e trattamento di digestione anaerobica. Valuti il candidato la sostenibilità termica del processo di digestione anaerobica e il modo in cui l'efficacia del pre-ispessimento incida sul bilancio termico del/i digestore/i.

Si utilizzi il diagramma riportato in Figura 1 per stimare l'efficacia del sedimentatore primario nell'abbattimento dei solidi sospesi e del BOD₅ in forma particolata.

Si utilizzino degli opportuni valori di produzione specifica di biogas / metano per i fanghi primari e secondari.

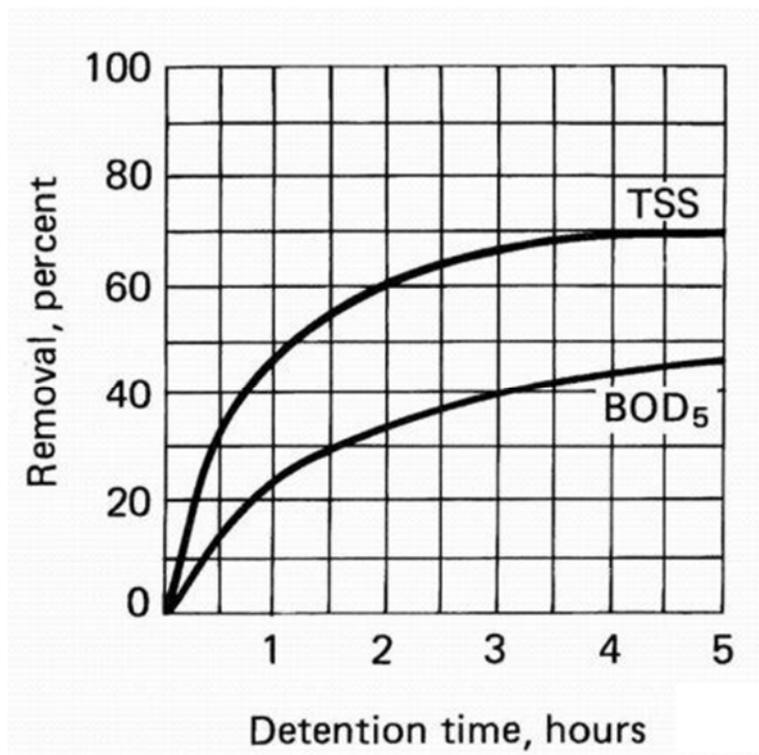


Figura 1. Efficacia del sedimentatore primario nell'abbattimento dei solidi sospesi e del BOD₅ in forma particolata in funzione dell'HRT