

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

I Sessione 2015 - Sezione A

Settore Civile-Ambientale

Prova pratica del 22 luglio 2015

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

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara e ordinata. L'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema n. 1

Il candidato progetti le fondazioni di un fabbricato industriale da realizzarsi con struttura portante prefabbricata in cls (capriate e pilastri), avente dimensioni complessive di 36 m, larghezza 14 m e n.6 campate, con interasse longitudinale tra i pilastri pari a 6 m.

Il capannone è chiuso perimetralmente con pannelli in cls anch'essi prefabbricati ognuno di dimensioni H=8.0 m, L=1.5 m spessore=12 cm appoggiati al piede in un incavo di una fondazione continua ed in alto vincolata da una trave cordolo gettata in opera che funge da collegamento longitudinale per i pilastri della struttura.

Carichi massimi al piede dei pilastri:

$$N = 2.500 \text{ kN}$$

$$T_y = 160 \text{ kN}, T_x = 80 \text{ kN}$$

$$M_y = 450 \text{ kNm}, M_x = 150 \text{ kNm}$$

(x=dir. longitudinale, y= dir. trasversale)

I terreni sottostanti sono stati indagati e sono risultati composti da:

- strato superficiale costituito da argille limose tenere di spessore 3.0 m
- strato intermedio di argille limose debolmente O.C. di spessore 3.5 m
- strato profondo costituito da sabbie-ghiaiose con debole presenza di limo

La falda misurata si attesta a -1.5 m dal p.c. L'area su cui sorgerà il capannone non è in zona sismica.

I parametri del terreno sono desunti da prove di laboratorio e di seguito riportati:

strato	spessore	parametri geotecnici									
		γ kN/m ³	c_u kPa	c' kPa	ϕ' (°)	OCR	Med Mpa	C_c	C_s	C_v (m ² /s)	C_α
1	3.0	17.5	20.0	10.0	22	1.0	7.5	0.22	0.02	1.4×10^{-7}	0.001
2	3.5	19.0	25.0	30.0	26	1.5	10.0	0.40	0.03	7.4×10^{-8}	0.002
3	>10	21.0	0.0	0.0	38		25.0				

a) Il candidato individui e motivi la tipologia di fondazione più idonea per i pilastri della struttura in esame e per i pannelli perimetrali, determinandone il loro peso proprio, valuti la capacità portante ed i cedimenti delle fondazioni. Effettui altresì il calcolo degli elementi strutturali e produca gli elaborati grafici di carpenteria e armatura delle fondazioni. Calcoli e verifiche da realizzarsi agli stati limite d'esercizio.

b) Rediga le relazioni di calcolo e geotecnica sviluppando i seguenti argomenti:

per la relazione tecnica o di calcolo:

- descrizione dell'opera e obiettivo del suo utilizzo
- riferimenti normativi adottati
- definizione materiali
- tipologie strutturali e di fondazione
- sviluppo dei calcoli strutturali (c.a.)
- realizzazione della pavimentazione interna capannone, individuazione delle problematiche e prescrizioni per la preparazione del piano d'appoggio

per la relazione geotecnica:

- introduzione con descrizione dell'ubicazione dell'area di insediamento e delle caratteristiche della struttura
- definizione delle indagini geotecniche e delle prove di laboratorio idonee all'individuazione dei parametri geotecnici necessari
- verifiche opere geotecniche

Tema n. 2

In un comune montano della Provincia di Torino scorre un corso d'acqua che presenta un tratto del suo percorso un attraversamento (ponte) in calcestruzzo armato. A seguito di eventi pluviometrici non particolarmente intensi il tratto immediatamente a valle del suddetto ponte ha presentato segni di forte erosione sia del fondo alveo sia di un tratto di circa 30 m della sponda orografica sinistra. Considerato che la sponda orografica destra presenta già un'opera di sistemazione spondale (cfr planimetria allegata) si sceglie di intervenire con la medesima tipologia anche nel tratto che ha presentato le problematiche evidenziate.

Considerato che le caratteristiche del bacino in esame risultano:

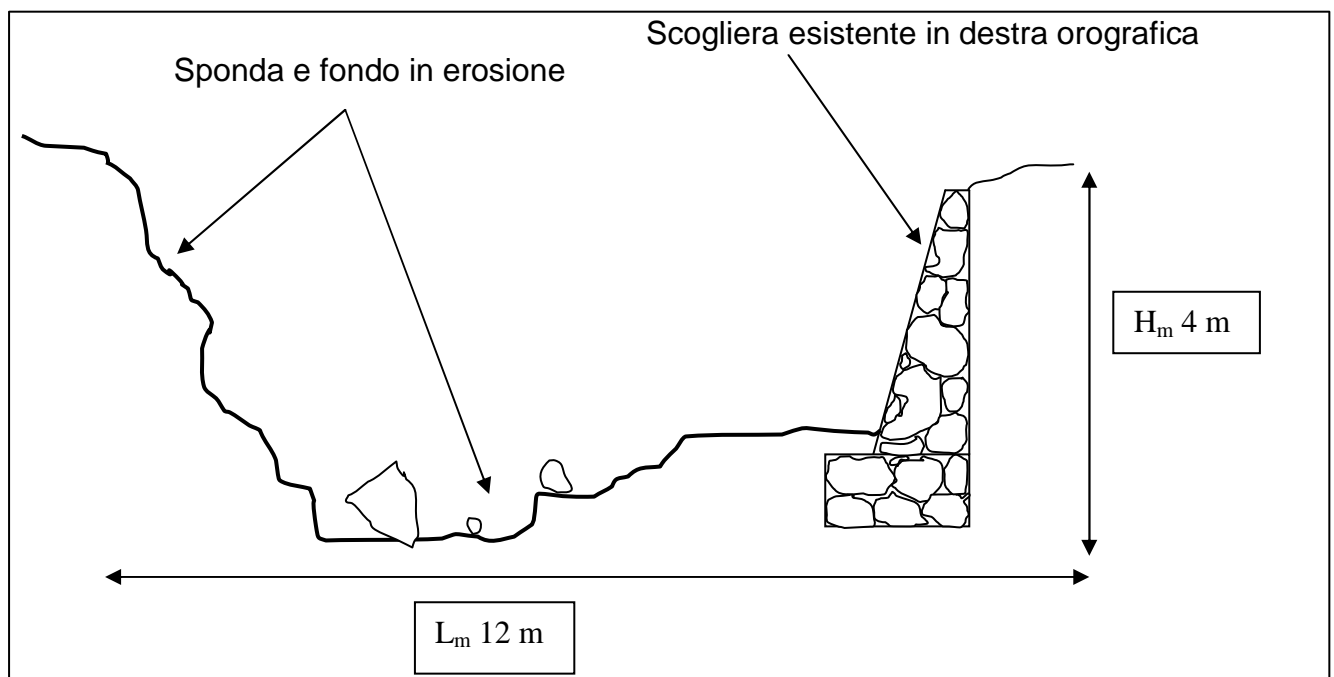
- superficie: 6,10 km²
- lunghezza dell'asta principale 3,64 km
- tipologia prevalente superficie (oltre 90%): terreno coltivato
- pendenza media dell'asta: 15,43%
- H quota max: 1323 m s.l.m.;
- H quota media: 713 m s.l.m.;
- H sezione chiusura: 375 m s.l.m.;

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

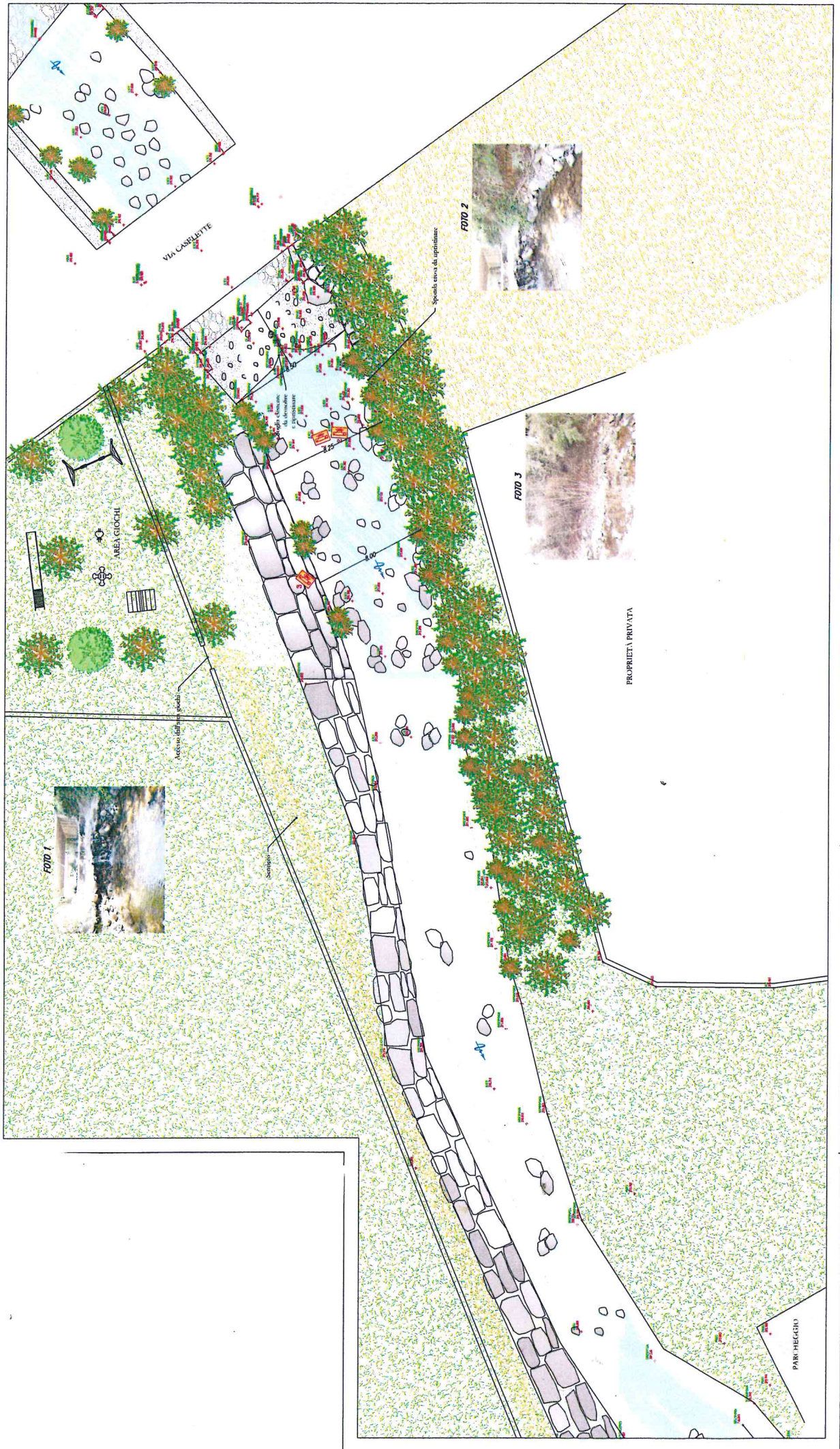
T _R anni	20	100	200	500
a	47,39	61,08	66,78	74,64
n	0,390	0,382	0,381	0,380

Il Candidato:

- 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;
- 2) considerato che il ponte (scatolare in calcestruzzo) ha sezione rettangolare con base pari a 10,0 m ed altezza pari a 4,5 m, costruisca la scala delle portate in moto uniforme della sezione trasversale del ponte esistente (assumendo un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler del calcestruzzo pari a 70 m^{1/3} s⁻¹ ed una pendenza costante del fondo dello scatolare pari a 1,0 %) indicando, infine, se l'altezza del ponte risulta sufficiente a far defluire la portata calcolata con T_R 200 anni (liquida) con un franco libero che rispetti quanto previsto dalla Direttiva per la verifica dei ponti dell'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- 3) nell'ipotesi di dover progettare l'intervento di sistemazione del tratto di sponda sinistra e del fondo alveo con problemi di erosione, valutato in lunghezza di circa 30 m, e considerato che la sezione tipo rilevata a seguito degli eventi risulta quella di seguito riportata (vista da monte a valle), indichi la tipologia di opere ritenute maggiormente indicate allo scopo e ne disegni i particolari tipo indicandone sommariamente le dimensioni.



PIANIMETRIA DI RIUEVO
scala: 1:100



VIA CASELLETTE

AREA GIOCHI

Accesso idilliaco giochi

Semaforo

Sponda curva da ripristinare

PROPRIETA' PRIVATA

PARCHEGGIO

Tema n. 3

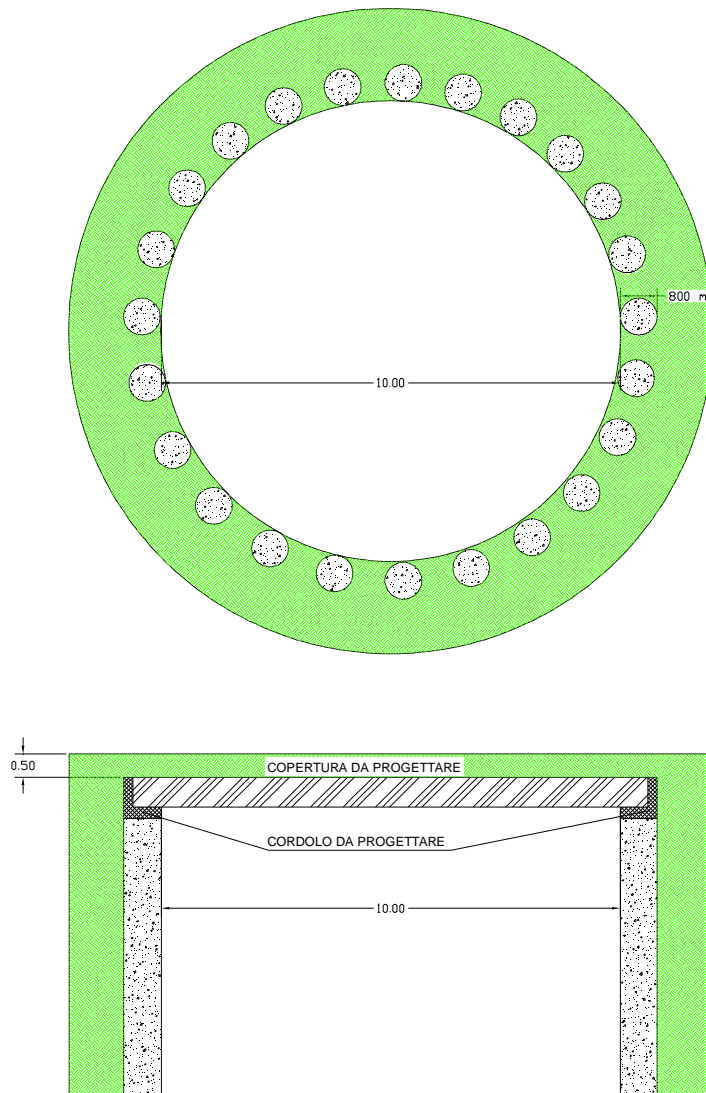
Al candidato è richiesto il progetto della copertura di un pozzo circolare di diametro interno pari a 10.0m, realizzato con pali affiancati di diametro 800mm (vedi Figura). I pali sono semplicemente scapitozzati e quindi va previsto un idoneo appoggio per la copertura.

La copertura deve essere realizzata con elementi prefabbricati del peso massimo complessivo pari a 20 ton, e sarà ricoperta con uno strato di terreno di spessore 50cm. Prevedere inoltre una botola con passo d'uomo per ispezione del pozzo.

È richiesto il calcolo e la verifica (stati limite ultimo e di esercizio) degli elementi prefabbricati più significativi, un disegno complessivo della copertura (piante e sezioni) e, almeno per l'elemento di lunghezza maggiore, lo schema delle armature.

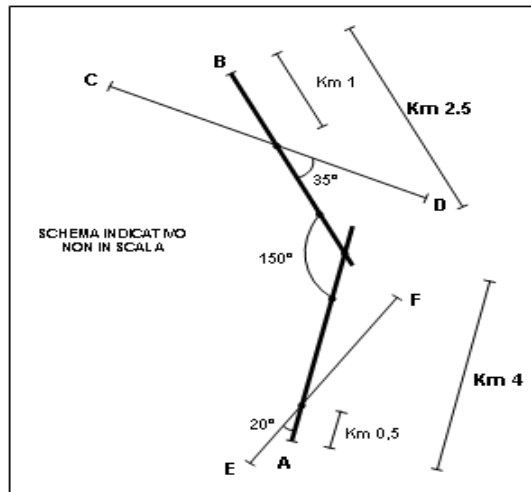
In prima approssimazione si trascuri l'effetto sismico.

Il candidato assuma liberamente, ma giustificandolo nella relazione illustrativa, ogni altro parametro ritenuto necessario allo sviluppo del progetto.

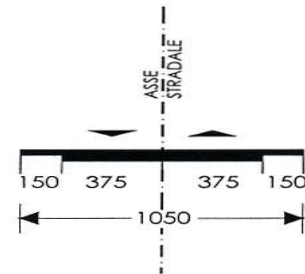


Tema n. 4

DIMENSIONAMENTO DI UN CANTIERE STRADALE



Strade extraurbane



L'impresa appaltatrice dei lavori del tracciato stradale extraurbano A-B, in trincea, di cui allo schema della poligonale d'asse in figura, con piano di scorrimento a -2,5 m rispetto al piano di campagna totalmente pianeggiante ed orizzontale, con realizzazione di due opere cavalcavia (compresi i rilevati di accesso) di attraversamento per strade comunali extraurbane preesistenti sulle tratte CD - EF, deve attivare l'apertura del cantiere.

La geometria corrente della strada extraurbana A-B e delle strade comunali extraurbane preesistenti sulle tratte CD - EF è rappresentata in figura.

Nell'ipotesi che il candidato sia il tecnico incaricato dall'appaltatore per l'organizzazione dei lavori, da completare in 830 giorni naturali consecutivi, il Candidato dovrà:

1. definire le sezioni più significative del tracciato stradale;
2. calcolare il volume (banco e sciolto) complessivo del movimento terra;
3. progettare il cantiere con la definizione dell'area delle attività fisse;
4. dimensionare i sistemi operativi per la realizzazione dei movimenti di terra e delle opere d'arte;
5. redigere il programma dei lavori con gli istogrammi dei sistemi operativi;
6. impostare il calcolo del costo unitario del movimento terra che l'appaltatore dovrà sostenere per la esecuzione del lavoro, tenendo presente che il materiale dello scavo di trincea dovrà essere conferito a discarica (distanza media dal cantiere 12,5 km).

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

Tema n. 5

In un'intersezione stradale a raso di un centro urbano si rende necessario l'adeguamento della regolazione semaforica esistente a causa delle mutate condizioni di utilizzo della rete stradale contigua.

Nel nodo confluisce un'arteria principale costituita da 3 corsie di dimensioni standard ed una strada secondaria ad una corsia. Entrambe le strade sono a senso unico e da rilievi condotti durante l'ora di punta del mattino, sono stati stimati i seguenti dati di traffico:

- il flusso veicolare medio all'ingresso dell'arteria è costante e pari a 2000 veicoli/ora;
- il flusso veicolare medio stimato sulla strada secondaria è costante ed è pari a 500 veicoli/ora.

Il Candidato elabori i principali elementi dell'organizzazione funzionale del nodo stradale urbano, considerando che vi sia la possibilità di adottare, in alternativa ad una semplice regolazione programmabile a tempo, anche un impianto semaforico attuato dal traffico.

Assumendo che l'obiettivo della regolazione sia la minimizzazione del ritardo medio per tutti i veicoli che attraversano il nodo, durante le varie fasce orarie della giornata, il Candidato descriva gli scenari di traffico in cui la regolazione attuata possa contribuire in misura rilevante al perseguimento dell'obiettivo, comparando le prestazioni dei due approcci alternativi e ipotizzando gli ulteriori dati necessari.

Tema n. 6

Parte prima: *Urbanistica*

Nell'ipotesi che l'amministrazione del comune di Torino proponga il recupero e la riqualificazione dell'area individuata nelle tavole allegate, in particolare Tav. 1 in scala 1:1000, con l'allontanamento delle attività industriali e artigianali presenti, sviluppare il progetto di un nuovo complesso di edifici con destinazione residenziale (ed eventuali attività commerciali al piano terra nella misura massima del 20% della edificabile), nel rispetto dei successivi limiti e requisiti:

- l'area interessata è quella compresa tra i proposti due parchi pubblici anch'essi da definire graficamente:
- area fondiaria assegnata: 21.600,00 m²
- superficie edificabile massima: 0,65 m²/m²
- massimo 5/6 piani fuori terra + eventuali pilotis;

Le parti edificate dovranno rispettare la distanza minima fra le fronti e dai confini pubblici e privati.

La proposta di progetto deve essere espressa attraverso i seguenti elaborati:

- Calcolo degli standard, secondo le norme della vigente Legge Urbanistica della Regione Piemonte, nell'ipotesi di realizzazione della massima SUE (SUL) possibile per l'area in oggetto;
- Calcolo degli standard in funzione della reale consistenza edilizia prevista dal proprio progetto;
- Tabella riassuntiva e di confronto del dimensionamento complessivo del Piano: residenza, servizi, standard;
- Ipotesi di costo dell'intervento;
- Breve relazione illustrativa degli obiettivi e delle soluzioni adottate, e, attraverso anche eventuali grafici esplicativi, dei materiali impiegati con **particolare attenzione al risparmio energetico, alla bioclimatica, alla sostenibilità**, al superamento delle barriere architettoniche;

Planimetria del lotto, **rappresentata con l'immediato intorno**, con definizione dei percorsi interni e delle aree verdi attrezzate e private del complesso, in scala 1:1000 (o 1:500). Si può utilizzare la planimetria 1:1000, fornita con il testo, da completare con grafica opportuna.

In considerazione dei tempi della prova, per l'individuazione degli standard in planimetria, si richiede la loro rappresentazione in quantità e posizioni, a discrezione del candidato, badando cioè soprattutto a risolvere al meglio e armoniosamente la composizione e struttura del complesso. Il totale e normale soddisfacimento di detti standard, per le quantità non allocate in progetto, si riterrà risolto con apposito convenzionamento ed eventuali monetizzazioni;

- Lo standard per il **verde pubblico** si ritenga soddisfatto dalle aree dei due parchi previsti ai fianchi del complesso. **Si richiede di rappresentare questi parchi con il disegno del verde, dei percorsi e delle attrezzature di sosta e gioco.**
- Si richiama l'attenzione sulla presenza della **Cascina Barolo** che è **fondale** per la via Sansovino e, connotando in modo particolare l'area, offre o può offrire opportuni spunti per la composizione del progetto richiesto;
- Individuazione degli accessi alle autorimesse pertinenziali interrato di cui non si richiede lo sviluppo progettuale ma l'indicazione delle superfici minime, di cui alla 122/89, in relazione ai volumi in progetto e, con tratteggio, l'ingombro e localizzazione in planimetria;
- Indicazione delle tipologie edilizie per la residenza, **schematizzandole** e riportando le principali misure dei profili, a dimostrazione della fattibilità degli interventi previsti e giustificazione dei dimensionamenti adottati.
- E' possibile prevedere, fra i servizi per l'istruzione, la presenza di un asilo nido di vicinato.

Parte seconda: *Edilizia*

A dimostrazione del corretto dimensionamento del piano, in particolare della/delle tipologie dei volumi degli edifici proposti e individuati sull'area, il candidato sviluppi, di un blocco, la pianta del piano terra e la pianta di un piano tipo, proponendo tre alloggi di differenti dimensioni o numero di vani, in scala 1:100, **complete di indicazione delle funzioni, degli impianti fissi, degli arredi essenziali, della quotatura significativa al fine del controllo dell'abitabilità e, in particolare, delle strutture portanti.**

La composizione e le dimensioni sono libere e a discrezione del candidato, nel rispetto dei limiti imposti. **Il candidato faccia riferimento e si sforzi di utilizzare un linguaggio architettonico e paesaggistico possibilmente attuale e moderno.**

Elaborati richiesti per la soluzione urbanistica e edilizia:

- planimetria completa di sistemazione del lotto, parte prima urbanistica, comprensiva di edifici, percorsi, verde di arredo, scala 1:1000 (o 1:500);
- schemi funzionali-distributivi;
- piante, scala 1:100, quotate in modo essenziale, complete d'indicazione delle funzioni, della posizione delle strutture e dei principali arredi funzionali;
- sezione in scala 1:100
- indicazione dei materiali impiegati.

Si ricorda: tutte le soluzioni adottate devono rispettare il Regolamento Igienico-Edilizio, le norme concernenti l'abbattimento delle barriere architettoniche, le norme di sicurezza, VV.FF., ASL ... etc.

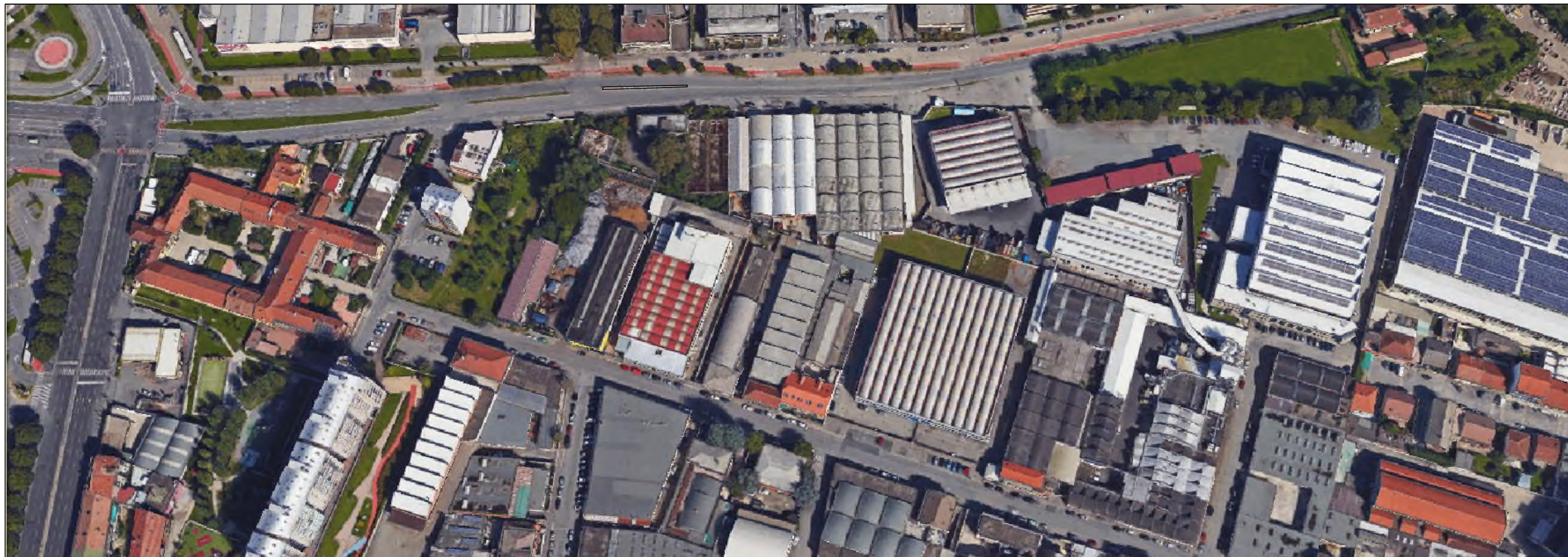
Infine: la prova può essere esposta, compattata, su un'unica tavola, comprendente, con opportuna e chiara organizzazione, relazione, calcoli, schemi...

Si suggerisce, **ma senza nessun obbligo o conseguenze**, di utilizzare il supporto in carta pesante che sarà fornito dalla commissione unitamente ad altro materiale cartaceo.

La valutazione della prova d'esame terrà conto di:

- dei contenuti, delle soluzioni funzionali compositive e strutturali adottate,
- della rappresentazione chiara, corretta ed espressiva.
- dell'organizzazione degli elaborati.





Tema n. 7

Una linea di verniciatura industriale utilizza vernici contenenti una miscela di solventi composta dal 60% (in peso) di acetone ($\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$) e dal 40% di xilene (C_8H_{10}), con consumo pari a 10 kg/ora.

Il solvente è totalmente evaporato nel forno di essiccamento ed estratto da una corrente d'aria, a 30°C, di portata pari a 50.000 Nm^3 /ora.

Il gas in uscita dall'essiccatore è trattato in un impianto di combustione termica del tipo rigenerativo RTO (Figura 1), che deve rispettare le condizioni minime indicate in nella tabella di Figura 2.

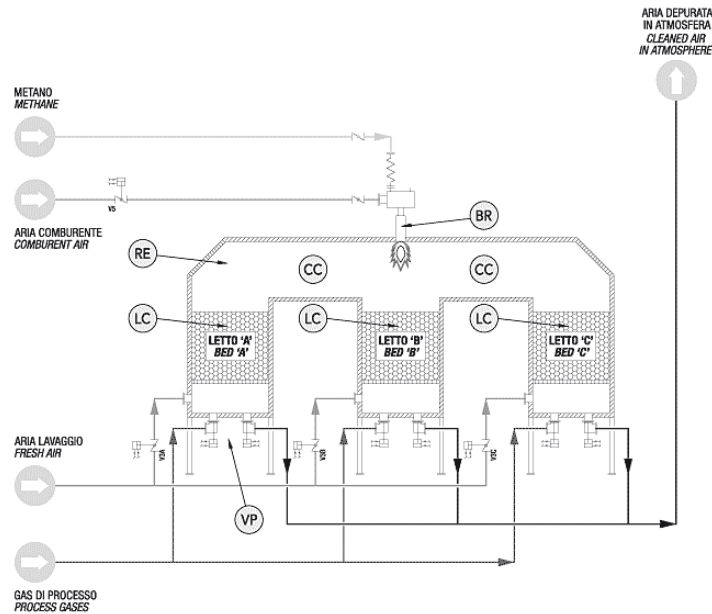


Figura 1: Impianto di combustione termica RTO.

Parametro	Requisito minimo	
	termici	catalitici
Temperatura di esercizio (°C)	>750; >950 ^{a)}	300-600
Tempo di permanenza (s)	>0,6; >1 ^{a)}	Non applicabile
Velocità effluente (m/s)	6-15 ^{b)} ; 0,3-1 ^{c)}	2-10 ^{b)}
Velocità spaziale (h ⁻¹)	Non applicabile	20 000-40 000 (per metalli preziosi a nido d'ape) 8 000-15 000 (per metalli preziosi su supporto sfuso) 5 000-15 000 (per ossidi metallici)
Perdite di carico (kPa)	1-5	<5
Volume refrattario/catalizzatore (m ³) (rigenerativi)	1-1,5 in ogni torre, ogni 10 000 m ³ di effluente	Non applicabile
Spessore refrattario/catalizzatore (m) (rigenerativi)	>1	>0,2
Calore recuperato (%)	>60 ^{b)} ; >90 ^{c)}	>50 ^{b)} ; >85 ^{c)}
Tipo bruciatore	Modulante	Modulante
Concentrazione VOC in ingresso (g/Nm ³)	5-20 ^{b)} ; 1-6 ^{c)}	>1 ^{b)} ; 0,2-1 ^{c)}
Soglia di autosostentamento (g/Nm ³)	>6 ^{b)} ; >2 ^{c)}	>3 ^{b)} ; >1 ^{c)}

a) Per VOC alogenati.
b) Per recuperativi.
c) Per rigenerativi.
Nota I valori riportati sono validi salvo nei casi in cui ci sia sviluppo di calore in eccesso, dovuto ad elevate concentrazioni di VOC in ingresso, con rischio di superamento della temperatura limite (variabile a seconda dei materiali costruttivi utilizzati).

Figura 2: Requisiti minimi per impianto di combustione termica e catalitica [UNI 10996-2:2002].

Si chiede al candidato di determinare:

1. la concentrazione di solvente nel flusso da trattare;
2. lo schema dell'impianto con indicazione dei sistemi di misura/controllo
3. il bilancio entalpico del sistema, considerando un disperdimento pari a 5% della potenza termica liberata in camera di combustione e con temperatura dei fumi al camino pari a 60°C;
4. il consumo di combustibile ausiliario (metano);
5. la dimensione dei letti di recupero e della camera di combustione;

Al fine di ridurre il consumo di combustibile, l'impianto può essere modificato prevedendo uno stadio di concentrazione con rotoconcentratore (Figura 3) secondo lo schema di Figura 4.

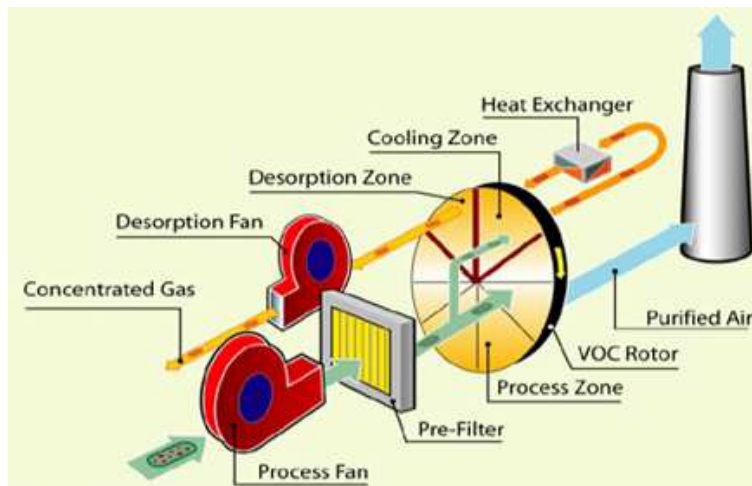


Figura 3: Rotoconcentratore.

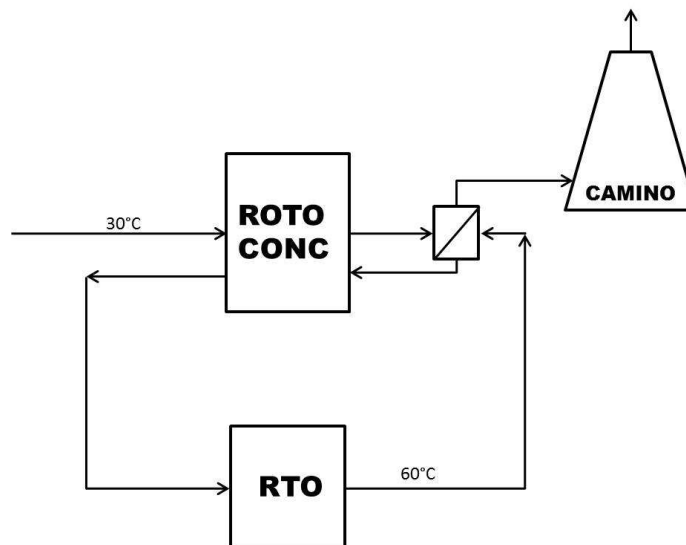
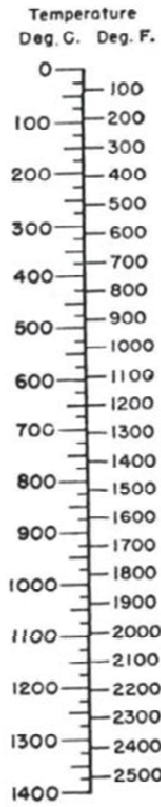


Figura 4: Schema impianto modificato.

Si chiede al candidato di determinare:

1. il consumo di combustibile di supporto al variare del rapporto di concentrazione
2. la condizione per la quale il consumo di combustibile di supporto è nullo

$$C = \text{Specific heat} = \frac{\text{B.t.u.}}{(\text{lb.})(\text{deg. F.})} = \frac{\text{P.c.u.}}{(\text{lb.})(\text{deg. C.})} = \frac{\text{calories}}{(\text{gm.})(\text{deg. C.})}$$



No.	Gas	Range-DegC
10	Acetylene	0 - 200
15	"	200 - 400
16	"	400 - 1400
27	Air	0 - 1400
12	Ammonia	0 - 600
14	"	600 - 1400
18	Carbon Dioxide	0 - 400
24	"	400 - 1400
26	Carbon Monoxide	0 - 1400
32	Chlorine	0 - 200
34	"	200 - 1400
3	Ethane	0 - 200
9	"	200 - 600
8	"	600 - 1400
4	Ethylene	0 - 200
11	"	200 - 600
13	"	600 - 1400
17B	Freon-11 (CCl ₃ F)	0 - 150
17C	" -21 (CHCl ₂ F)	0 - 150
17A	" -22 (CHClF ₂)	0 - 150
17D	" -113 (CCl ₂ F-CClF ₂)	0 - 150
1	Hydrogen	0 - 600
2	"	600 - 1400
35	Hydrogen Bromide	0 - 1400
30	" Chloride	0 - 1400
20	" Fluoride	0 - 1400
36	" Iodide	0 - 1400
19	" Sulfide	0 - 700
21	"	700 - 1400
5	Methane	0 - 300
6	"	300 - 700
7	"	700 - 1400
25	Nitric Oxide	0 - 700
28	"	700 - 1400
26	Nitrogen	0 - 1400
23	Oxygen	0 - 500
29	"	500 - 1400
33	Sulfur	300 - 1400
22	Sulfur Dioxide	0 - 400
31	"	400 - 1400
17	Water	0 - 1400

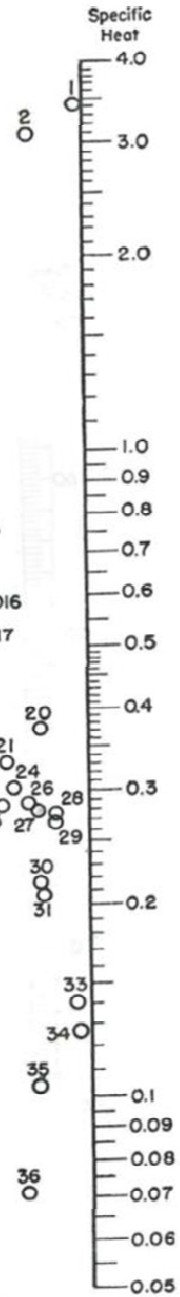


FIG. 3-12 Specific heats (C_p) of gases at 1-atm pressure.

Calore specifico		Potere calorifico inferiore	
Acetone	2,257 J/g °C	Acetone	34 MJ/kg
Xilene	2,746 J/g °C	Xilene	41,2 MJ/kg
		Metano	35 MJ/Nm ³

Tema n. 8

Una galleria stradale a canna unica e traffico bidirezionale, di lunghezza pari a 2882 m e sezione di circa 98 m², policentrica (larghezza scavo 12,0 m; altezza 8,8 m vedi schema sez. gall.), viene realizzata nel complesso delle vulcaniti della piattaforma Atesina. La massima copertura è pari a 300 m in roccia, la minima di 70 m in corrispondenza di un'incisione valliva ove scorre un torrente ed è presente materiale alluvionale e detritico; l'incisione valliva è considerata zona di faglia. L'asse medio della galleria è orientato Nord/Sud.

Le rocce presenti sono i porfidi quarziferi e le vulcaniti tipiche della zona, di elevate caratteristiche geomeccaniche e a comportamento fragile ($C_0 = 160 \pm 15$ MPa, $E_{s50} = 35000$ MPa, $T_0 = 10 \pm 1$ MPa). L'ammasso roccioso è a blocchi, con poca acqua, RQD in vert.70%, in orizz. 60%, 25% nella zona di faglia, caratterizzato da 3 sistemi di giunti principali, con le orientazioni e caratteristiche seguenti:

K1 (20, 335) molto persistente, lembi chiusi e segmentati, spaziatura 3 m

K2 (75, 200) mediamente persistente, lembi aperti e segmentati, spaz. 4 m

K3 (60, 110) mediamente persistente, lembi chiusi e segmentati, spaz. 1 m

Il candidato individui, anche con il ricorso a schemi grafici:

- a) lo schema di volata per lo scavo della sezione (fori, esplosivo, brillamento, rinora, ritardi) e i consumi specifici relativi;
- b) un sistema di smarino tenuto conto che si opera dai due imbocchi contrapposti, con i tempi di ciclo per 500 m e 1000 m dall'imbocco e uno schema possibile trattamento e riuso dello smarino;
- c) le possibili instabilità derivanti dall'assetto geostrutturale sia in volta sia alla fronte di avanzamento;
- d) i criteri per la scelta e il dimensionamento del rivestimento di prima fase della galleria nei tratti in porfido;
- e) un possibile metodo di consolidamento per attraversare la zona di faglia (lunghezza prevista 100 m, vedi sez. geol.);
- f) tenuto conto che all'esterno dell'imbocco Sud della galleria vi sono limi sabbiosi saturi per una lunghezza di oltre 100 m ed una potenza di 8 m indicare una soluzione tecnica per il consolidamento del terreno che dovrà ospitare la strada in uscita dalla galleria;
- g) tenuto conto che per esigenze di ventilazione si realizza un pozzo verticale di 291 m in roccia di 3 m di diametro, indicare la possibile tecnologia di scavo.

