



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI**

INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

settore ELETTRICA

La sicurezza antincendio nella scelta delle soluzioni progettuali con particolare riferimento alle strutture ospedaliere e sanitarie;

settore ENERGETICA

Nel contesto di un suo impiego in impianti di potenza alimentati da fonti energetiche convenzionali o rinnovabili il candidato illustri i principi di funzionamento e l'impatto ambientale di un motore primo a sua scelta (turbina a gas, turbina a vapore o motore a combustione interna).

settore MECCANICA FREDDA

L'affidabilità nella progettazione meccanica.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE JUNIOR

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

settore AMBIENTE

Il candidato illustri i principi della depurazione delle acque reflue urbane di origine prevalentemente domestica illustrando come si inseriscono gli impianti nell'ambito delle infrastrutture a servizio delle città.

settore EDILE

L'ingegnere edile e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente.

settore IDRAULICA

Il candidato descriva i dati disponibili e i criteri di analisi per la stima delle portate di piena nei corsi d'acqua naturali

settore INFRASTRUTTURE

Il candidato descriva i fattori che influenzano l'aderenza ed il suo effetto sulla gestione della sicurezza stradale.

settore STRUTTURE

Il candidato illustri, anche alla luce delle indicazioni del D.M. 14/01/2008, i modelli costitutivi e i criteri di resistenza utilizzabili applicativamente per descrivere il comportamento dei materiali più comunemente impiegati in ingegneria civile. Si descrivano, inoltre, le prove sperimentali più adatte per la calibrazione di tali modelli.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI

INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE JUNIOR

PRIMA SESSIONE 2017

PRIMA PROVA SCRITTA

settore ELETTRONICA

Il candidato descriva le varie tecnologie dei semiconduttori disponibili per la realizzazione di circuiti analogici, digitali e di potenza. Sul fronte dei dispositivi digitali programmabili, descrivere le tipologie esistenti, quali blocchi integrino e l'uso tipico che se ne può fare per ogni tipologia.

settore INFORMATICA

Il candidato descriva le principali caratteristiche di un moderno sistema operativo, discutendone in modo approfondito una a scelta.

settore TELECOMUNICAZIONE

Il candidato descriva le diverse tipologie di reti di comunicazione, evidenziandone le caratteristiche fondamentali, e soffermandosi sulle problematiche inerenti l'interconnessione tra reti diverse.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR**

PRIMA SESSIONE 2017

SECONDA PROVA SCRITTA

settore ELETTRICA

Il progetto di un impianto elettrico a servizio di un ospedale;

settore ENERGETICA

Il candidato illustri i parametri termodinamici caratteristici per la stima delle prestazioni e il dimensionamento preliminare di massima degli impianti motori basati su turbina a gas per l'utilizzo in sistemi industriali di cogenerazione.

settore MECCANICA FREDDA

Il candidato illustri il metodo di progettazione di un albero di trasmissione, offrendo riferimenti ad uno o più casi applicativi a scelta.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE JUNIOR**

PRIMA SESSIONE 2017

SECONDA PROVA SCRITTA

settore AMBIENTE

Il candidato illustri la metodologia ed i criteri di progettazione di un impianto di depurazione delle acque reflue urbane di origine prevalentemente domestica che recapita in aree non sensibili.

settore EDILE

Rilievo, analisi e nuove tecnologie per il cantiere edilizio.

settore IDRAULICA

Il candidato descriva la fenomenologia del transito di un'onda di piena in un corso d'acqua. Si descrivano i parametri caratteristici e le semplificazioni adottate per il calcolo. In particolare si discutano le differenze, i diversi gradi di approssimazione ed i campi di impiego di modelli che fanno riferimento al regime del moto permanente e di moto vario.

settore INFRASTRUTTURE

Il candidato illustri il corpo normativo che disciplina la progettazione e la gestione delle infrastrutture stradali. Mediante l'illustrazione di esempi pratici, indichi, le eventuali carenze e problematiche ad esso legate.

settore STRUTTURE

Il candidato descriva le procedure di determinazione del carico da neve e del carico da vento, nonché le modalità di combinazione con altri carichi, così come prescritto dal D.M. 14/01/2008.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE DELL'INFORMAZIONE JUNIOR
PRIMA SESSIONE 2017
SECONDA PROVA SCRITTA

settore ELETTRONICA

Si illustri lo schema a blocchi di un sistema a microcontrollore per un impianto antifurto. Si definiscano i possibili modi di comunicazione con i sensori e gli attuatori, tenendo conto della sicurezza, intesa come robustezza del sistema alla manomissione.

settore INFORMATICA

Il candidato illustri una possibile "app" per smartphone che faccia uso della realtà aumentata per la valorizzazione e la fruizione delle opere esposte all'interno di un museo. Delinei quindi l'infrastruttura hardware/software necessaria, i moduli da sviluppare, e le loro criticità.

settore TELECOMUNICAZIONE

Il candidato definisca il progetto di massima di una rete di telecomunicazioni wired e wireless per uno spazio ad uso ufficio. Il candidato illustri i vantaggi e gli svantaggi delle scelte compiute, soffermandosi sugli elementi di progetto che ritiene di maggior criticità.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR
PRIMA SESSIONE 2017
PROVA PRATICA

settore ELETTRICA

Un insediamento industriale dispone di due complessi distinti di microturbine da 500 kVA ciascuno per la produzione dell'energia elettrica necessaria al funzionamento delle presse e degli altiforni presenti. Il resto dell'energia elettrica necessaria per il funzionamento viene prelevata direttamente dalla rete elettrica. La direzione, viste le novità nel settore della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica introdotte con il decreto legislativo n. 79 del 16 marzo 1999, decide di integrare le microturbine con un sistema di generazione di energia elettrica basato su energie rinnovabili, in particolare di tipo eolico e fotovoltaico. Il sistema deve essere in grado di generare la potenza complessiva necessaria al funzionamento dell'insediamento, pari a 2MVA, ed inoltre, nei momenti di basso consumo, deve essere in grado di immettere l'energia prodotta in eccesso direttamente sulla rete elettrica.

Al candidato è chiesto di svolgere i seguenti punti:

1. descrivere, a grandi linee, i sistemi basati sulle risorse distribuite;
2. illustrare, attraverso uno schema a blocchi, un progetto di massima per la realizzazione dell'intero sistema, includendo tutti i sottosistemi necessari per lo scopo del progetto;
3. individuare il tipo di collettore (bus) da utilizzare per la raccolta dell'energia prodotta dalle risorse distribuite;
4. elencare le topologie di convertitori da utilizzare nella realizzazione dell'intero sistema descrivendone brevemente le caratteristiche principali;
5. progettare l'inverter di potenza necessario per l'interfacciamento con la rete elettrica con particolare riferimento allo stadio di sincronizzazione.

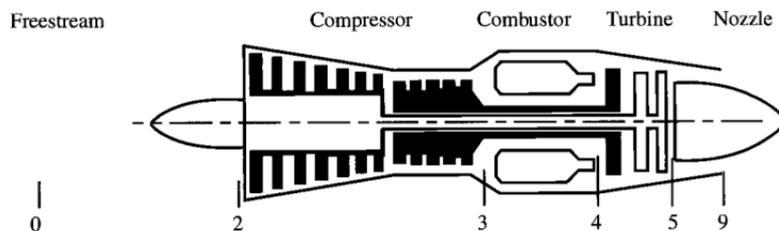
Per lo svolgimento del tema, il candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie, tenendo conto, però, che il sistema di distribuzione locale è un sistema TN trifase a 400V efficaci, che la rete elettrica richiede un interfacciamento a 15 kV@50Hz e che i due complessi di microturbine sono distanti tra loro 700 m.

Per ogni punto, il candidato dovrà presentare una relazione dettagliata ed ordinata, evidenziando i risultati ottenuti e, inoltre, dovrà esporre le motivazioni delle scelte operate.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

settore ENERGETICA

Si consideri un motore turbojet (Fig. 1) che vola ad una quota $h=11000$ m a Mach $M_0=v_0/a_0=2$.



$\pi_r = p_{t0}/p_0$	$\tau_r = T_{t0}/T_0$	$\pi_b = p_{t4}/p_{t3}$	$\tau_b = T_{t4}/T_{t3}$
$\pi_d = p_{t2}/p_{t0}$	$\tau_d = T_{t2}/T_{t0}$	$\pi_t = p_{t5}/p_{t4}$	$\tau_t = T_{t5}/T_{t4}$
$\pi_c = p_{t3}/p_{t2}$	$\tau_c = T_{t3}/T_{t2}$	$\pi_n = p_{t9}/p_{t5}$	$\tau_n = T_{t9}/T_{t5}$

Fig. 1: Sezioni di riferimento per un motore turbojet e nomenclatura adottata.

Il motore aspira una portata d'aria pari a \dot{m}_0 . Il compressore opera con un rapporto di compressione pari a $\pi_c=10$. Il combustibile ha un potere calorifico inferiore pari a $LHV=42800$ kJ/kg e la temperatura massima del ciclo è fissata a $T_{t4}=1800$ K. Le perdite di pressione totale nella presa d'aria sono pari a $\pi_{dmax}=0.95$, $\pi_d=\pi_{dmax} \eta_r$, dove l'efficienza della compressione dinamica è data da (MIL-E-5008B):



$$\eta_r = \begin{cases} 1, & M_0 \leq 1 \\ 1 - 0.075(M_0 - 1)^{1.35}, & M_0 > 1 \end{cases} \quad (1)$$

L'ugello di scarico stabilisce un rapporto tra pressione ambiente e pressione nella sezione di uscita pari a $p_0/p_9=0.5$ (ugello in condizioni non adattate).

Per l'analisi di ciclo si considerino le seguenti ipotesi:

- Ipotesi di gas perfetto: $R = c_p - c_v$; $\gamma = c_p/c_v$; $p = \rho RT$
 - a monte del combustore con proprietà costanti pari a $\gamma_c=1.4$ e $c_{pc}=1004.8$ J/kgK
 - a valle del combustore con proprietà costanti pari a $\gamma_t=1.3$ e $c_{pt}=1239$ J/kgK
- Tutti i componenti vengono considerati adiabatici (turbina non raffreddata)
- Le prestazioni dei componenti sono descritte tramite valori costanti di efficienza (η), efficienza politropica (η_p) e perdite di pressione totale (π):

compressore (c)	$\eta_{pc}=0.9$	ugello (n)	$\pi_n=0.96$
combustore (b)	$\pi_b=0.94, \eta_b=0.98$	efficienza meccanica	$\eta_m=0.99$
turbina (t)	$\eta_{pt}=0.9$		

- 1) Si rappresenti su un piano termodinamico T-s il diagramma del ciclo rispettando i valori di pressione e temperatura;
- 2) Calcolare (riepilogando i risultati nelle tabelle allegate):
 - Le condizioni termodinamiche (pressione e temperatura totale) in tutti i punti indicati nella tabella e, dove richiesto, si calcoli pressione, temperatura, densità, velocità e numero di Mach.
 - Il rapporto tra portata di combustibile e portata in ingresso $f = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}_0}$
 - L'efficienza isentropica del compressore η_c e della turbina η_t ;
 - La spinta specifica $F_s = \frac{F}{\dot{m}_0}$ (si consideri la spinta non installata); per il calcolo della spinta si dimostri che vale la seguente relazione:

$$F = (\dot{m}_9 v_9 - \dot{m}_0 v_0) + A_9(p_9 - p_0) = \dot{m}_0 \left[(1+f)v_9 - v_0 + (1+f) \frac{R_t T_9/T_0}{R_c v_9/a_0^2 \gamma_c} \left(1 - \frac{p_0}{p_9} \right) \right] \quad (2)$$

- Il rapporto tra la portata di combustibile e la spinta ($S=uninstalled\ thrust\ specific\ fuel\ consumption$) $S = \frac{\dot{m}_f}{F}$
- I valori dell'efficienza di propulsione η_p , dell'efficienza termica η_{th} e dell'efficienza complessiva $\eta_o=\eta_p \eta_{th}$;

$$\eta_p = \frac{\text{potenza propulsiva}}{\text{potenza prodotta}} = \frac{W_{prop}}{W_{out}} \quad (3)$$

$$\eta_{th} = \frac{\text{potenza prodotta}}{\text{potenza disponibile}} = \frac{W_{out}}{\dot{Q}_{in}} \quad (4)$$

- Sapendo che la portata complessiva aspirata dal motore è pari a $\dot{m}_0=60$ kg/s, si valuti la superficie di uscita dell'ugello A_n ;

Punto	T_t [K]	p_t [Pa]	T [K]	p [Pa]	ρ [kg/m ³]	v [m/s]	Mach [-]
0							
2			x				
3							
4							
5							
9							

\dot{m}_f	[kg/s]
f	[-]
F_s	[N/(kg/s)]
S	[(kg/h)/N]
A_n	[m ²]

η_c	[-]
η_t	[-]
η_p	[-]
η_{th}	[-]
η_o	[-]

Si consideri l'aria ambiente secondo le condizioni dell'atmosfera standard internazionale (ISA).

Temperatura e pressione in funzione della quota geopotenziale z sono espresse da:

$$T(z) = T_i + L_i(z - z_i) \quad (5)$$

$$p(z) = p_i \left(\frac{T_i}{T(z)} \right)^{\frac{gW}{R^*L_i}}, \quad L_i \neq 0$$

$$p(z) = p_i \exp \left[-\frac{gW(z-z_i)}{R^*T_i} \right], \quad L_i = 0$$

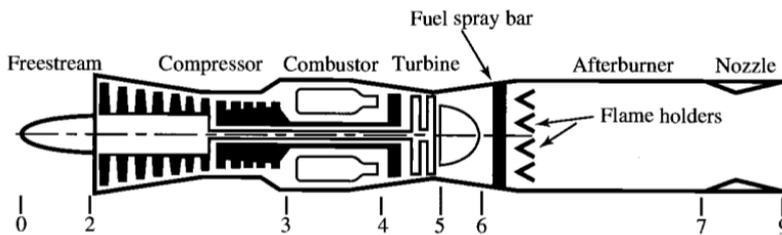
dove la quota geopotenziale è data da (h è la quota geometrica):

$$z = \frac{r_0 h}{r_0 + h} \quad (6)$$

peso molecolare dell'aria	W	28.9644	[kg/kmol]
accelerazione di gravità	g	9.80665	[m/s ²]
costante universale dei gas	R^*	8.31432	[J/mol K]
raggio medio terrestre	r_0	6356.577	[km]

strato	nome	quota inferiore z_i [km]	quota superiore [km]	gradiente termico L_i [K/m]	p_i pressione standard [Pa]	T_i temperatura standard [K]
1	troposfera	0	11	-6.5×10^{-3}	101325	288.15
2	stratosfera	11	20	0	22632	216.65
3	-	20	32	1×10^{-3}	5474.9	216.65

3) Successivamente si consideri una soluzione di motore turbojet che preveda l'uso di un post-combustore secondo lo schema riportato in Fig.2.



$\pi_{AB} = p_{t7}/p_{t6}$	$\tau_{AB} = T_{t7}/T_{t6}$
$\pi_n = p_{t9}/p_{t7}$	$\tau_n = T_{t9}/T_{t7}$

Fig. 2: Sezioni di riferimento per un motore turbojet con post-combustore e nomenclatura adottata.

La temperatura di post-combustione è fissata a $T_{t7}=1945$ K e le perdite nel post-combustore sono pari a $\pi_{AB}=0.96$.

- Si assuma un flusso isentropico ed adiabatico tra la stazione 5 e la stazione 6: $p_{t5}=p_{t6}$ e $T_{t5}=T_{t6}$.
- ipotesi di gas perfetto a valle del post-combustore con proprietà costanti pari a $\gamma_{AB}=1.3$ e $c_{pAB}=1239$ J/kgK
- Si rappresenti su un piano termodinamico T-s il diagramma del ciclo completo di post-combustione;
- Calcolare (riepilogando i risultati nelle tabelle allegate):
 - Il rapporto tra portata di combustibile nel post-combustore e portata in ingresso $f_{AB} = \frac{\dot{m}_{fAB}}{\dot{m}_0}$
 - La spinta specifica $F_s = \frac{F}{\dot{m}_0}$;
 - Il rapporto tra la portata di combustibile e la spinta ($S=uninstalled\ thrust\ specific\ fuel\ consumption$) $S = \frac{f+f_{AB}}{F/\dot{m}_0}$
 - I valori dell'efficienza di propulsione η_p , dell'efficienza termica η_{th} e dell'efficienza complessiva $\eta_o=\eta_p \eta_{th}$;

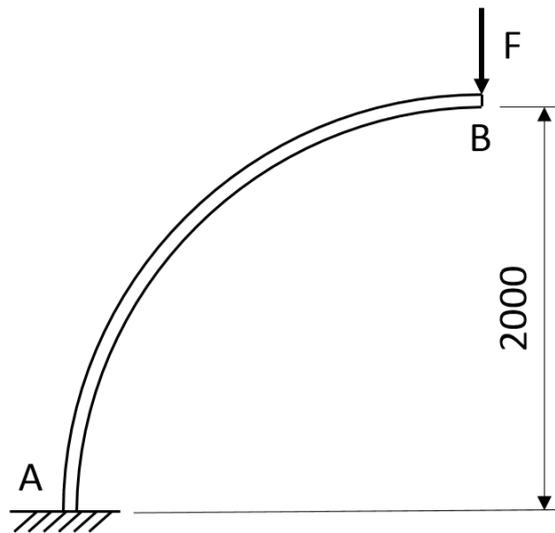
\dot{m}_{fAB}		kg/s
f_{AB}		[-]
F_s		N/(kg/s)
S		(kg/h)/N

η_p		[-]
η_{th}		[-]
η_o		[-]



settore **MECCANICA FREDDA**

In figura è mostrato un supporto schematizzabile con un arco di circonferenza come in figura, con angolo al centro di 90 gradi. Il supporto è costituito da un profilato (AB) avente un anello per il fissaggio di carichi nell'estremo B. Il sistema è collegato al terreno (A) tramite una flangia fissata con elementi filettati. Il carico massimo F corrisponde al peso di un oggetto di massa pari a 40 kg.



Si chiede di:

- tracciare i diagrammi del momento flettente, dello sforzo normale e dello sforzo di taglio;
 - disegnare una soluzione costruttiva per il collegamento con il terreno;
 - disegnare una soluzione costruttiva per il collegamento tra profilato e anello in B.
 - verificare la soluzione proposta per il collegamento nel punto A.
-



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE JUNIOR**

PRIMA SESSIONE 2017

PROVA PRATICA

settore AMBIENTE

Il candidato deve procedere al dimensionamento di un impianto di depurazione a fanghi attivi a schema semplificato per il trattamento di acque reflue urbane di un centro abitato in modo da permettere lo scarico dell'effluente in corpo idrico superficiale.

Dati i valori di tabella 1, al candidato è richiesto:

1. Il disegno dello filiera indicata con indicazione dei processi e delle principali opere elettromeccaniche necessarie al funzionamento;
2. dimensionamento speditivo dei pretrattamenti;
3. dimensionamento del reattore di ossidazione-nitrificazione e del sedimentatore secondario con il criterio dell'età del fango;
4. valutazione della richiesta di ossigeno;
5. valutazione della produzione di fango;
6. disegno, in scala opportuna, di una pianta ed una sezione di una delle parti dell'impianto a scelta.

Dato	Unità	Valore
Numero di abitanti	Abitanti	15.000
Tipo di fognatura	-	Separata
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0.9
Dotazione idrica pro-capite	L/abitante giorno	220
Produzione specifica di sostanza organica	gBOD ₅ /abitante giorno	60
Produzione specifica di sostanza organica	gCOD/abitante giorno	120
Produzione specifica di azoto	gTKN/abitante giorno	12
Temperatura media dei liquami	°C	18
Temperatura minima dei liquami	°C	13

Tabella 1.

Per il bacino di ossidazione-nitrificazione si esplicitino le questioni di carattere statico legate alla presenza della falda a superficie libera che incide per ad un'altezza pari a i 2/3 dell'altezza complessiva della struttura in elevazione, misurata quest'ultima a partire dalla quota di imposta della fondazione, il tutto considerando le condizioni di bacino vuoto e pieno di fluido sottoposto a trattamento.

Per le informazioni non fornite è possibile fare riferimento ai manuali tecnici.

settore EDILE

Dato uno spazio utile di 5x5x5 m., collocato con altri simili all'interno di un lotto alberato, elaborare un progetto di abitazione per uno studente, secondo le norme vigenti e tecnologie innovative. Dimensionare di massima la struttura secondo le tecniche costruttive ipotizzate.

settore IDRAULICA

Il candidato esegua il dimensionamento di un sistema di alimentazione di acqua potabile per un piccolo insediamento. Il sistema è schematizzato con i seguenti blocchi

- Alimentazione di acqua grezza da pozzo con portata di 8 l/s
- Impianto di trattamento
- Impianto di sollevamento e condotta premente dal serbatoio a valle dell'impianto di trattamento alla rete urbana previsto per la portata di punta di 16 l/s



Il livello dinamico della falda nel pozzo è di 40 m s.l.m. l'impianto di trattamento ha l'immissione alla quota di 65m s.l.m. ed è richiesta a monte dell'impianto una pressione di 50Kpa. La condotta di collegamento ha una lunghezza di 500 m

La quota del serbatoio a valle dell'impianto di trattamento è di 60 m e la quota dell'immissione in rete è di 100 m s.l.m. . E' richiesta una pressione di 250Kpa nel punto di immissione in rete.

La lunghezza della condotta premente è di 2500 m ed ha pendenza uniforme

Il candidato dimensioni le pompe determinandone la potenza e progetti il le due condotte motivando la scelta del loro diametro e dei materiali.

Il candidato disegni e quoti uno schema di profilo altimetrico con le quote dei carichi piezometrici dei punti iniziali e finali del tratto pozzo- impianto di trattamento e impianto di trattamento immissione in rete

E' richiesto il disegno della stazione di sollevamento della condotta più lunga con almeno pianta e sezione verticale.

settore INFRASTRUTTURE

Il candidato verifichi il tracciato proposto inserendo le curve di transizione necessarie al collegamento tra i rettifili e le curve circolari. Per la geometrizzazione del tracciato faccia riferimento alle prescrizioni dettate dal DM del 05.11.2001 "Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade" per strade extraurbane secondarie Tipo C.

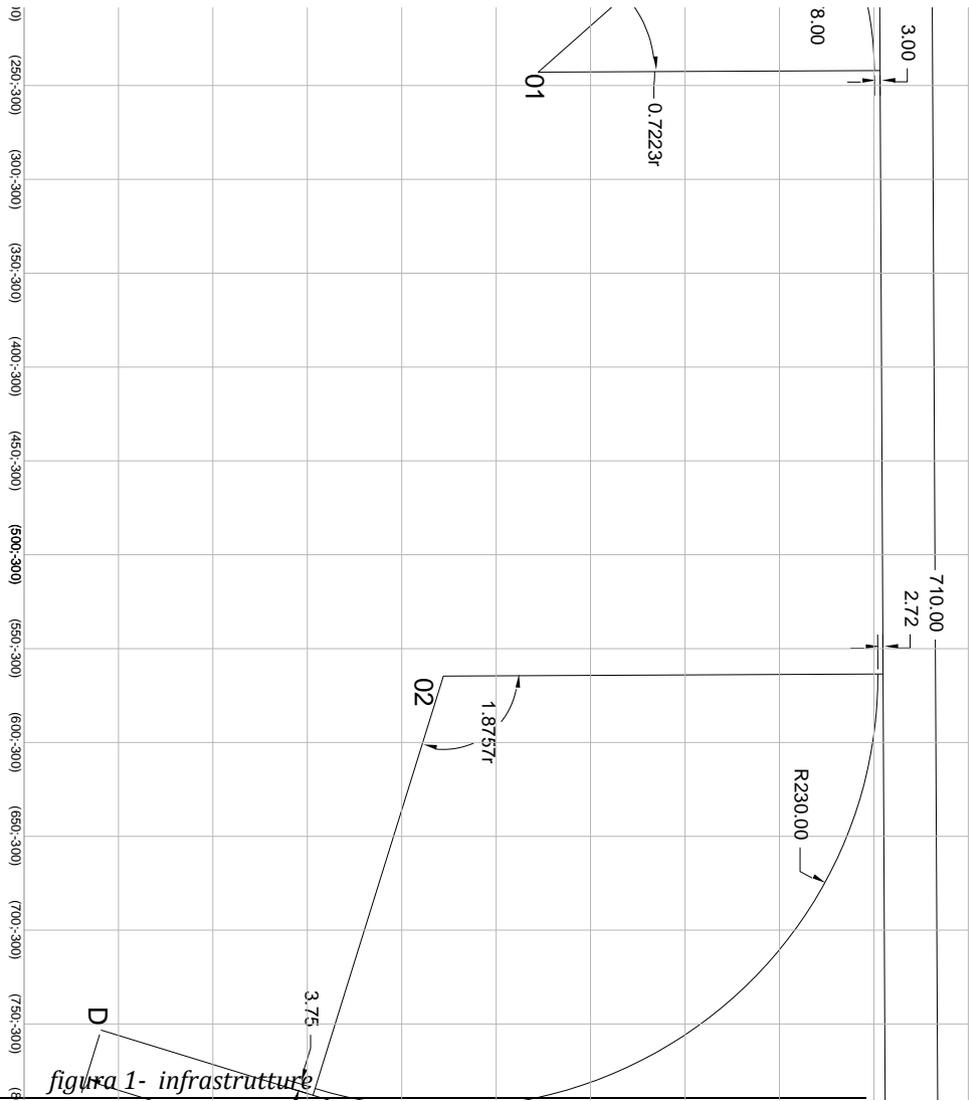
Il candidato:

- effettui le verifiche di rispondenza a norma degli elementi inseriti;
- proponga, laddove necessario, le modifiche atte a rendere il tracciato completamente rispondente a norma;
- realizzi il diagramma delle velocità del tratto di strada progettato nell'ipotesi che i punti A e D siano caratterizzati da velocità di progetto pari a 40 km/h;
- realizzi il diagramma dei cigli dell'intero tracciato;
- rappresenti almeno una sezione tipo in rilevato ed una in trincea comprensiva degli elementi marginali opportunamente quotati.

Nel tratto in esame non è consentito il sorpasso.

N.B.

- il candidato è libero di ipotizzare la scala per ciascuna rappresentazione grafica purché questa consenta di avere una buona rappresentazione di quanto effettuato.
- il candidato è libero di ipotizzare ogni dato mancante e necessario al completamento della traccia data.





settore STRUTTURE

Il candidato progetti la struttura della copertura di una tribuna (esterna) e di un camminamento, avente le caratteristiche geometriche indicate nella sezione trasversale in figura. La lunghezza compressiva della copertura è di 20,00 m.

Per il progetto strutturale, eseguito in accordo con la normativa vigente, sono ammesse semplificazioni cautelative, purché opportunamente motivate.

Si trascurino gli effetti dell'azione sismica.

I materiali da utilizzare sono a scelta del candidato.

Per quanto non espressamente citato, il candidato può sviluppare le eventuali ipotesi, motivandole opportunamente.

Dati di progetto

Comune:	Firenze
Altitudine:	55 m s.l.m.
Zona:	pianeggiante
Classe di rugosità:	B
Terreno:	$q_{lim} = 1.2 \text{ N/mm}^2$ a 1.50 m dal piano di campagna

