



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore: Civile e Ambientale**

LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

**PRIMA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Il candidato illustri gli adempimenti richiesti dalla normativa per il direttore lavori nel corso della realizzazione di un'opera di ingegneria, i controlli sui materiali necessari, i prelievi ed i documenti propedeutici al collaudo statico.

Beschreibe der Kandidat die laut Normen vorgesehene Aufgaben des Bauleiters während der Abwicklung eines Bauwerkes, die Prüfungen auf die verwendeten Materialien, die Materialproben und die notwendigen Unterlagen für die Statische Abnahme.

**Tema n. 2**

Elementi tecnici e profili normativi relativi a un progetto di utilizzazione di risorse idriche. Il candidato discuta inoltre la gestione degli aspetti sociali inerenti lo stesso.

Technische Elemente und Normenaspekte für die Projektierung zur Nutzung von Wasserressourcen. Argumentiere der Kandidat die Handhabung der entsprechenden sozialen Aspekte.

**Tema n. 3**

Il candidato descriva le metodologie tecnico costruttive da adottare per il contenimento dei consumi energetici in un edificio residenziale plurifamiliare. Si descrivano le norme legislative da adottare, in particolare quelle per la certificazione energetica.

Beschreibe der Kandidat die Technischen und Baulichen Maßnahmen die in einem Mehrfamilien Gebäude verwendet werden sollen um den energetischen Verbrauch einzuschränken. Beschreibe er die zu verwendenden Gesetznormen, ins besondere diejenigen die zur Zertifizierung der energetische Sanierung dienen.

**Tema 4**

Il candidato descriva i concetti prestazionali stabiliti nella sicurezza antincendio.

Beschreibe der Kandidat die festgesetzten Leistungskonzepte für die Sicherheit im Brandschutzwesen.



*(Handwritten signatures)*



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore dell'informazione**

LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni

LM-32 o 35/S - Ingegneria informatica

**PRIMA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Il candidato descriva quali sistemi radianti sono più adatti per trasmissioni "broadcasting" radiotelevisive, indicando quali bande di frequenze sono più utilizzate e perché.

**Tema n. 2**

Si enuncino i principi della codifica di sorgente e di canale secondo la teoria dell'Informazione. Si indichino, altresì, le applicazioni pratiche di tali principi nella trasmissione dell'informazione su canali reali.

**Tema n. 3**

Il candidato esponga le tecniche fondamentali alla base del riuso del software con particolare riferimento alla definizione di interfaccia e al paradigma orientato agli oggetti. Si discuta il concetto di ereditarietà e di polimorfismo.





**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

- LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica  
LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica  
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare  
LM-28 o 31/S - Ingegneria elettrica

**PRIMA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Si consideri un albero di trasmissione in Nylon (vedi figura) di lunghezza pari a 200 mm e diametro 8 mm sottoposto a flessione pulsata progettato (con fattore di sicurezza pari a 2) per una vita utile pari a  $10^4$  cicli.

Supponendo di aumentare la vita utile a  $10^7$  cicli, quale dovrebbe essere il diametro?

Qualora si decidesse di utilizzare un altro materiale tra quelli della figura, quale scelta dovrebbe esser fatta? (Motivare la risposta).

Il candidato spieghi anche il diverso comportamento mostrato dai materiali nella figura.

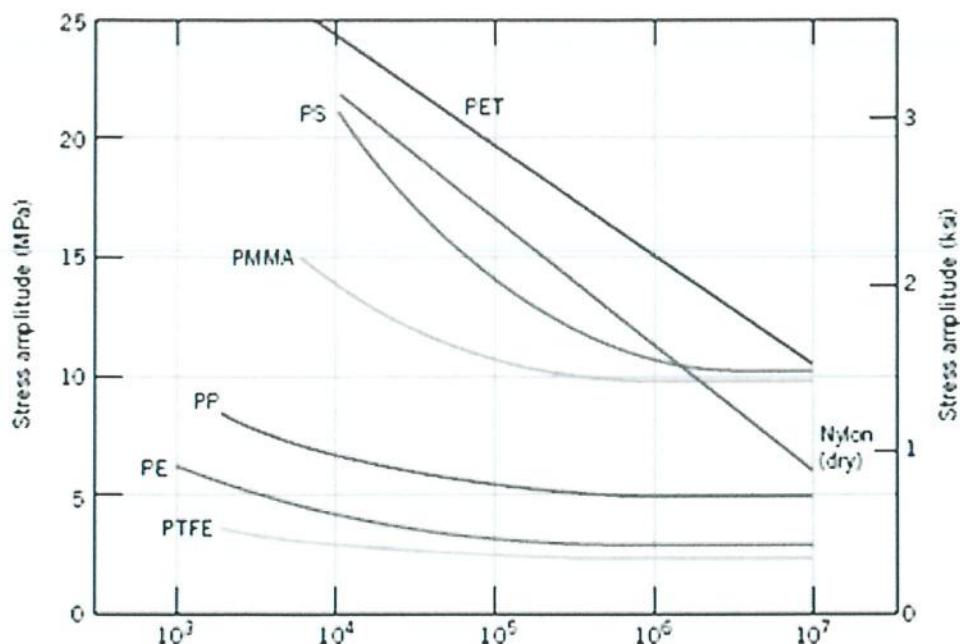
Man betrachte eine Antriebswelle aus Nylon (Siehe Bild) mit einer Länge von 200mm und einem Durchmesser von 8mm , belastet durch eine gepulste Biegung, und (mit einem Sicherheitsbeiwert von 2), geplant für eine Nutzungsdauer von  $10^4$  Schwing-Zyklen Unter Annahme die Nutzungsdauer auf  $10^7$  Schwing-Zyklen zu erhöhen, auf welches Maß müsste der Durchmesser gebracht werden ?

Im Falle dass ein anderes Material aus dem unten angeführten Diagramm verwendet würde, welche Wahl müsste getroffen werden? Begründe deine Antwort.

Weiter erkläre der Kandidat das verschiedene Verhalten der im-Diagramm dargestellten Materialien



*(Handwritten signatures)*



#### Tema n. 2

Il candidato esponga i metodi utilizzati per progettare un impianto di pompaggio, illustrando i criteri per il dimensionamento e la verifica dei principali componenti (pompa, tubazioni ecc.).

Beschreibe der Kandidat die verschiedenen verwendeten Verfahren für die Projektierung einer Pumpenanlage, durch die Beschreibung der Dimensionierungs- und Nachweiskriterien der Hauptkomponenten (Pumpe, Rohre etc.)

#### Tema 3

Il candidato illustri gli impianti, le metodologie e le soluzioni di sua conoscenza per la produzione di energia elettrica da fonte convenzionale, con specifico riferimento alle centrali a gas, a ciclo combinato e a vapore. Il candidato esamini i campi di utilizzi, le peculiarità e le problematiche anche tenendo in considerazione gli aspetti ambientali e le applicazioni cogenerative.

Der Kandidat beschreibe die Anlagen, die Methoden und die Lösungen, seines Wissen, für die Stromerzeugung aus konventionellen Quellen, insbesondere Gaskraftwerk, Kombi- und Dampfkraftwerke. Prüfe der Kandidat die Einsatzbereiche, die Besonderheiten und Problematiken auch unter Berücksichtigung auf Umweltaspekte und Anwendungen mit Kraft-Wärmekopplung..

#### Tema 4

L'acqua come fluido tecnico negli impianti industriali: scelga il candidato un'applicazione specifica, illustri le peculiarità dell'acqua nei confronti degli altri fluidi utilizzabili.

Das Wasser als Technische Flüssigkeit in die Industrieanlagen: Wähle der Kandidat eine spezifische Anwendung, und beschreibe er die Besonderheiten des Wassers in Vergleich zu anderen verwendbaren Flüssigkeiten.





**ESAME DI STATO**  
Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore: Civile e Ambientale**

LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

**SECONDA PROVA SCRITTA**

Tema n. 1

Il candidato illustri i criteri di pianificazione e progettazione di un percorso ciclabile in area urbana soffermandosi sulle necessità specifiche da affrontare in corrispondenza di una intersezione a raso e di una a rotatoria.

Beschreibe der Kandidat die Planung- und die Projektierungskriterien eines Fahrradweges im Stadtbereich, insbesondere die spezifischen Anforderungen die im Falle einer Niveaugleichen Kreuzung und eines Kreisverkehrs, zu beachten sind.

Tema n. 2

Il proprietario di due edifici in c.a., uno completato nel 1969 ed il secondo completato nel 1977, ubicati nel comune di Trento, ha intenzione di sopraelevarli di un piano.

Entrambi gli edifici sono costituiti da 1 piano interrato e 3 piani fuori terra, con una superficie per piano di ca. 150mq. La copertura è piana e non vi sono vincoli urbanistici.

Il committente non possiede alcun documento progettuale relativo agli edifici in suo possesso.

- 1) Si descriva la procedura che si intende adottare per affrontare l'incarico.
- 2) Si descriva se la procedura sarà la medesima per entrambi gli edifici.
- 3) Si impostino le relazioni di calcolo relative ai due edifici mettendo bene in evidenza le normative impiegate e l'analisi dei carichi

Bei zwei Bauwerken aus Stahlbeton, das Eine 1969 fertiggestellt das Zweite 1977 , die sich beide in der Gemeinde Trient befinden, möchte der Eigentümer ein zusätzliches Obergeschoss errichten.

Beide Bauwerke bestehen aus einen Untergeschoss und 3 Obergeschossen, mit einer Gesamtfläche pro Etage von ca. 150 mq und besitzen ein Flachdach. Es bestehen keine urbanistische Bindungen.

Der Auftragsgeber besitzt keinerlei Projektunterlagen seiner Bauwerke.

- 1) Beschreibe man die Vorgangsweise mit der man den Auftrag durchzuführen gedenkt.
- 2) Beschreibe ob das Verfahren für beide Bauwerke der selbe sein wird.
- 3) Setze die Art der Statische Berechnung die beider Bauwerke, fest indem er die Unterschiedlich zur Verwendung kommenden Normen hervorhebt und die entsprechenden Lastannahmen.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore: Civile e Ambientale**

LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Si consideri un trattamento di valorizzazione della frazione organica dei rifiuti urbani, basato sul compostaggio del materiale in uscita dallo stadio di digestione anaerobica.  
Il Candidato indichi i parametri più significativi da includere in un monitoraggio per la valutazione del corretto funzionamento delle diverse fasi attraverso le quali è articolato il trattamento e per la stima dei potenziali impatti sull'ambiente, indicando anche misure di mitigazione di tali impatti.

**Tema n. 2**

Si descriva cosa si intende per deflusso minimo vitale (DMV) e le principali metodologie per il suo rilascio a valle di un'opera di presa. Si discuta inoltre sulle problematiche che possono sorgere nell'applicazione del DMV in contesti o periodi caratterizzati da scarsità idrica



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

*S  
AB  
PF  
R*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore: Civile e Ambientale**

LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Il candidato illustri le metodologie e gli strumenti per il rilievo di un fronte di un edificio storico e le tecniche di restituzione in relazione alle scale di rappresentazione.

**Tema n. 2**

Il candidato predisponga la relazione progettuale (con evidenziati i criteri di progettazione, le normative di riferimento, le verifiche e i collaudi ipotizzabili) di un locale da adibirsi a centrale termica con generatore di calore con una potenza termica nominale inferiore a 35kW alimentato a metano.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

*[Handwritten signatures]*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
**PRIMA SESSIONE 2017**

**Settore dell'informazione**

LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Si richiede al candidato di definire l'architettura di un sistema di telecomunicazioni operante in una stazione meteorologica sita ad alta quota. Il sistema deve inviare mediante un canale radio in banda millimetrica i dati in relativi ai parametri ambientali tramite un link a linea di vista. Si descriva quali sistemi radiantì e quali bande di frequenze sono più adatti per tale sistema di telecomunicazione, tenendo conto della forte attenuazione del segnale dovuta ai parametri atmosferici.

**Tema n. 2**

Si richiede al candidato di definire un sistema di comunicazione digitale, operante su un canale radiomobile di tipo LTE, avente larghezza di banda limitata ed elevata mobilità del terminale, considerando, di default, l'assenza della componente in linea diretta (LOS). L'applicazione richiesta è la trasmissione di segnali video ad alta qualità con codifica di tipo H.264. Si descrivano, in particolare, le forme d'onda più adatte a supportare tale trasmissione, la gestione dell'accesso multiplo e come viene utilizzata la codifica di canale.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

*[Handwritten signatures]*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore dell'informazione**

LM-32 o 35/S - Ingegneria informatica

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Il candidato illustri le soluzioni architetturali utilizzate nei moderni processori per sfruttare il parallelismo a livello di istruzione, con particolare riferimento alle tecniche di pipeline, evidenziando i metodi per la gestione delle dipendenze di dato, di controllo e strutturali.

**Tema n. 2**

Il candidato discuta le principali strutture dati comunemente utilizzate per organizzare, memorizzare ed accedere alle informazioni (e.g., array, liste, alberi, tabelle di hash), evidenziandone in particolare le proprietà (ordinamento, associatività, etc.) e la complessità dal punto di vista dell'occupazione di memoria e delle tempistiche delle operazioni in relazione alla dimensione della struttura.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

AB FB AR  
~~AB~~



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

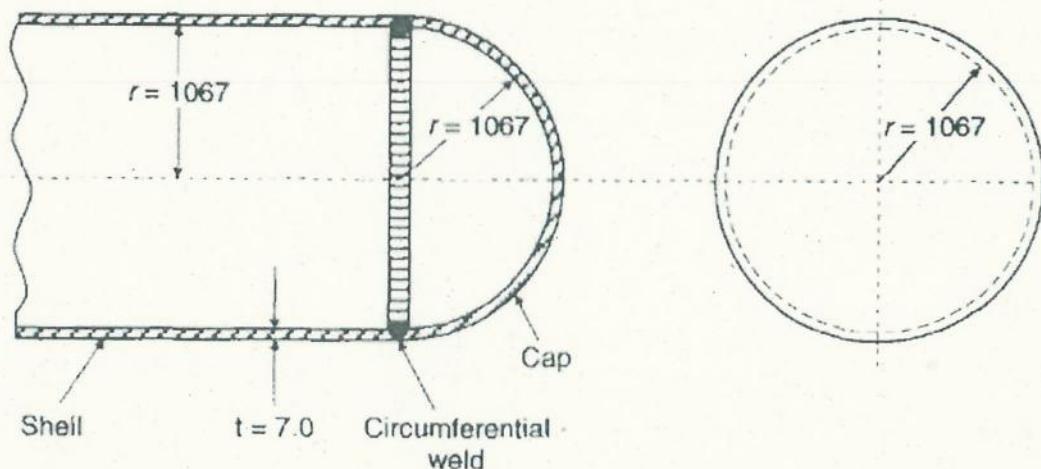
**Settore industriale**

LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Si consideri un serbatoio utilizzato per il trasporto di ammoniaca liquida come in figura (misure in mm).



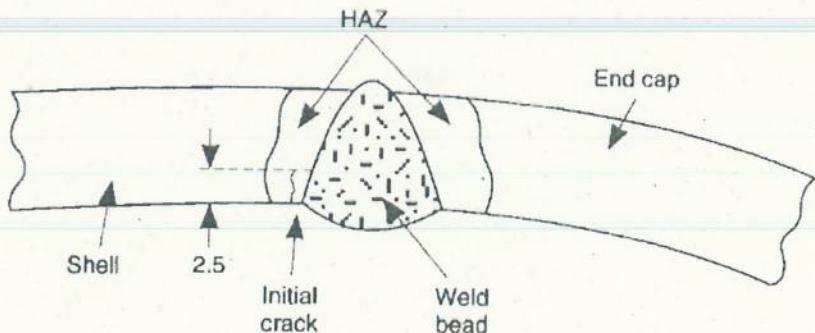
Il serbatoio era stato realizzato mediante saldatura circonferenziale del corpo cilindrico alle calotte semisferiche costituite da acciaio ad alta resistenza con carico di snervamento di 712 MPa e tenacità a frattura di  $80 \text{ MPa m}^{0.5}$ .

Per contenere l'ammoniaca il serbatoio deve essere in grado di resistere alla pressione di saturazione (equilibrio liquido – vapore): questa passa da 8,57 bar a 20°C a 20.33 bar a 50°C.

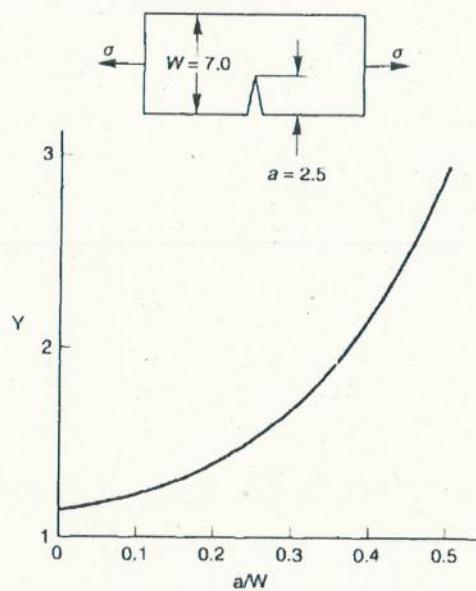
Durante una fase di scarico dell'ammoniaca è stata registrata una rottura quasi istantanea in una delle saldature circonferenziali con conseguente distacco violento di una delle calotte del serbatoio e fuoriuscita incontrollata dell'ammoniaca. L'indagine successiva ha evidenziato la presenza di una fessura nella zona termicamente alterata a fianco del cordone di saldatura come in figura.



*S*  
*A*  
*B*  
~~*C*~~  
*D*



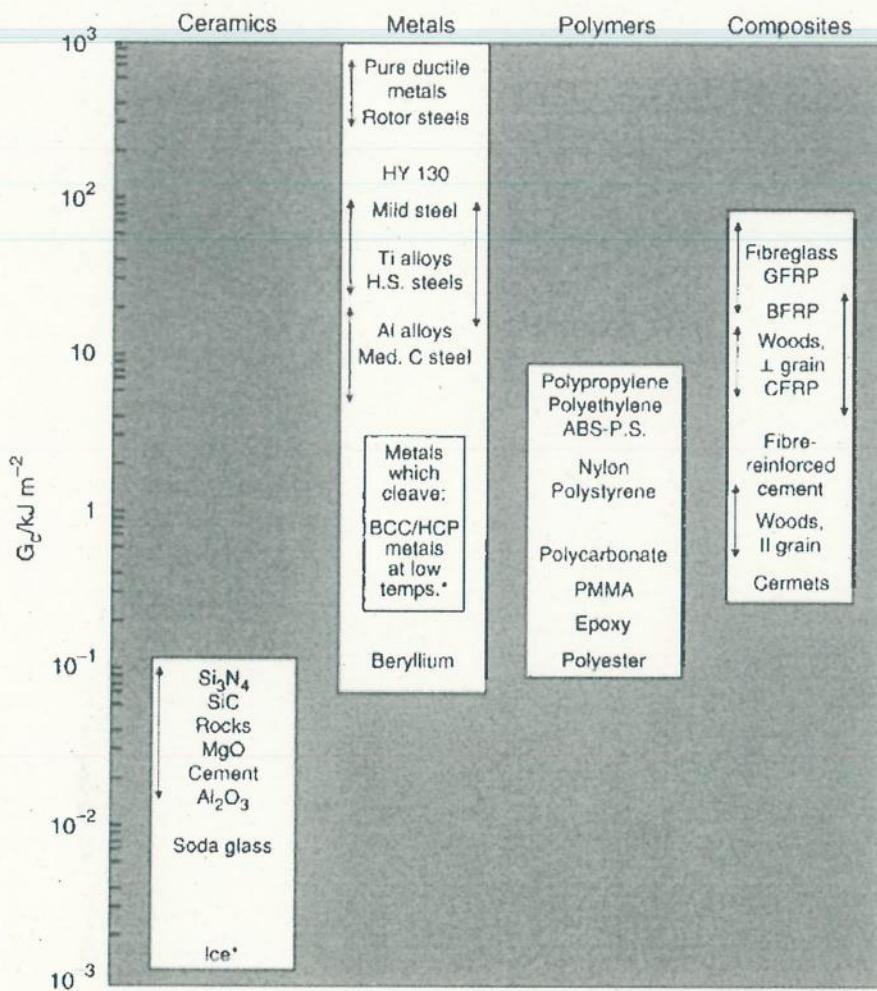
Considerando il serbatoio "a parete sottile" si valuti lo sforzo che ha causato la frattura quasi istantanea e lo si confronti col carico nominale applicato tra 20°C e 50°C. Si consideri il fattore di forma come in figura.



Con riferimento al diagramma qui sotto si valutino soluzioni migliorative rispetto al materiale costituente il serbatoio.



*L*  
*Al*  
*P*  
*R*  
*PF*

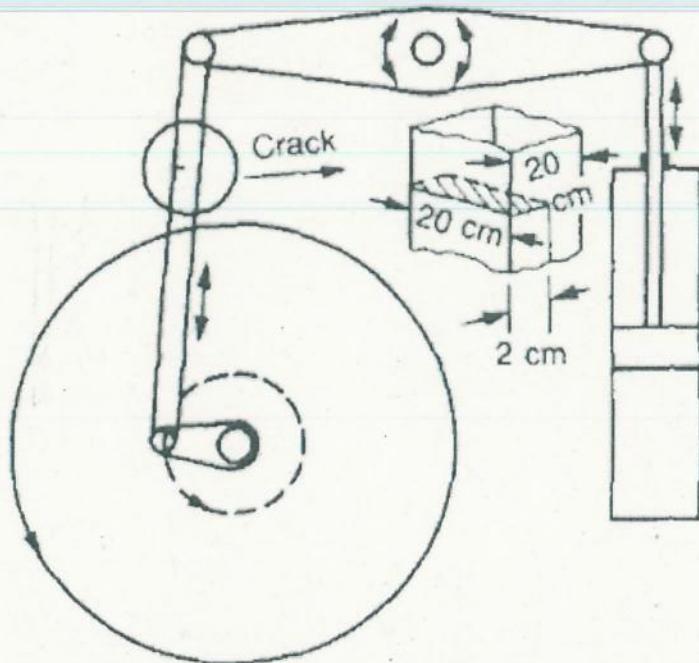


### Tema n. 2

L'albero di trasmissione (a sezione quadrata) di un motore a vapore (come in figura) trasmette una potenza di 78 kW; la frequenza nominale è pari a 0.25 Hz e lo spostamento di 2.5 m. L'albero è realizzato in acciaio AISI 1020:  $K_c = 40 \text{ MPa m}^{0.5}$ ; coefficienti di fatica ciclica in presenza di fessura ( $da/dN = A (\Delta K)^m$ ):  $A = 4.3 \times 10^{-8} \text{ m (MPa m}^{-1.5}\text{)}^{-6.4}$ ,  $m=6.4$ .



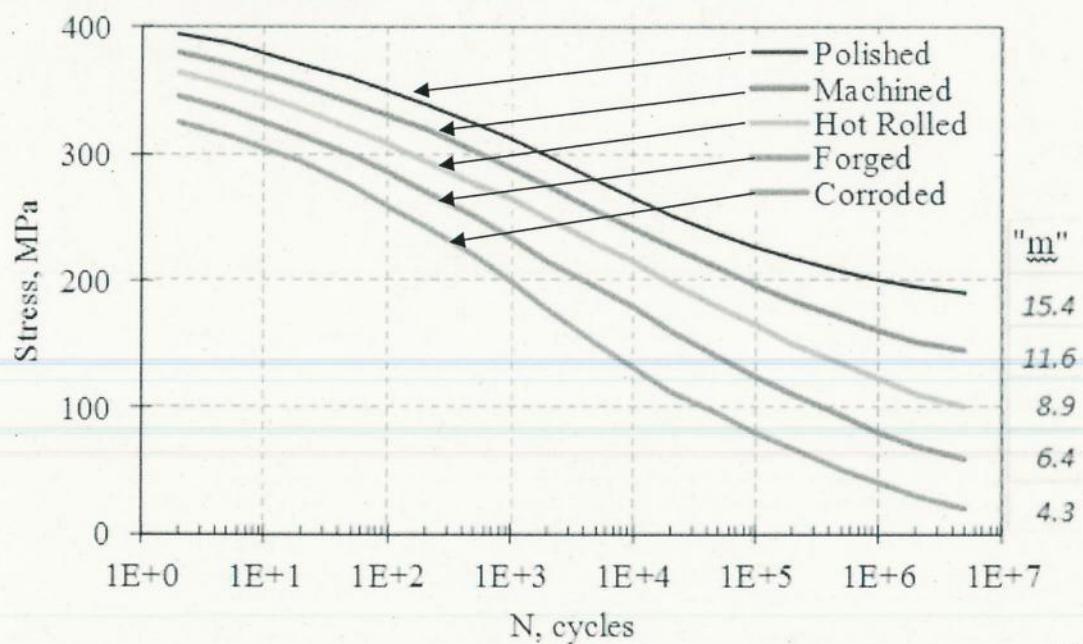
*S*  
*AB*  
*B*  
*A*  
~~*B*~~



Si determini il livello di sicurezza in caso di presenza di una fessura superficiale di 2 cm (fattore di forma = 1) nel caso di (1) rottura quasi istantanea e (2) di fatica ciclica.

Si valuti l'effetto della dimensione della fessura nei due casi.

Si valuti altresì come varia il livello di sicurezza dell'albero in presenza di specifici trattamenti o condizioni ambientali come in figura spiegandone le cause con particolare riferimento al comportamento del materiale.



A  
B  
C  
X



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

**SECONDA PROVA SCRITTA**

Tema n. 1

Il candidato discuta della problematica di misurazione di una forza impulsiva, approfondendo i criteri per la stima dell'incertezza.

Argumentiere der Kandidat über die Problematik der Messung einer Impulsiven Kraft, und vertiefe die Kriterien zur Abschätzung der Unsicherheit.

Tema n. 2

Il candidato discuta delle possibili soluzioni per la trasmissione del moto tra assi sghembi, illustrandone i vantaggi e gli svantaggi.

Argumentiere der Kandidat über die möglichen Lösungen für die Weiterleitung des Antriebs, bei Windschiefen Achsen, durch Darstellung der Vor- und Nachteile.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

*S  
AB  
F  
F  
X*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
**PRIMA SESSIONE 2017**

**Settore industriale**

**LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare**

**SECONDA PROVA SCRITTA**

**Tema n. 1**

Il Candidato descriva l'architettura di una caldaia a tubi d'acqua per la produzione di vapore di processo o per l'alimentazione di una centrale a vapore, discutendone le caratteristiche costruttive, le possibili scelte progettuali, i diagrammi funzionali e le prestazioni.

**Tema n. 2**

L'articolo 9 della direttiva europea 2010/31/EU introduce il concetto di "edifici ad energia quasi zero", identificati con l'acronimo NZEB, e dispone il raggiungimento di questo obiettivo per tutte le nuove costruzioni a partire dal 31 dicembre 2020. Il candidato illustri quali sono gli accorgimenti progettuali e le tecnologie costruttive che permettono di arrivare ad un edificio ad elevate prestazioni energetiche.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

J  
AS-P  
K  
S



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

LM-28 o 31/S - Ingegneria elettrica

**SECONDA PROVA SCRITTA**

Tema n. 1

L'acqua come fluido tecnico negli impianti industriali: scelga il candidato un'applicazione specifica, illustri le peculiarità dell'acqua nei confronti degli altri fluidi utilizzabili.

Das Wasser als Technische Flüssigkeit in die Industrieanlagen: Wähle der Kandidat eine spezifische Anwendung und beschreibe er die Besonderheiten des Wassers in Vergleich zu anderen verwendbaren Flüssigkeiten.

Tema n. 2

Descriva il candidato i criteri per la scelta dei conduttori impiegati negli impianti elettrici in bassa tensione. Illustri anche quali fattori influenzano le prestazioni dei cavi, in condizioni di esercizio e di guasto.

Beschreibe der Kandidat die Auswahlkriterien zur Wahl der Leiter in den elektrischen Niederspannung Anlagen. Beschreib er auch welche Faktoren die Leistung der Kabeln beeinflussen, im Normalbetrieb und im Ausfall.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore: Civile e Ambientale**

LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Si progetti una cellula abitativa articolata su due piani per un nucleo familiare di 5 persone (due genitori e tre figli). Cinque cellule saranno aggregate a schiera per la realizzazione di un intervento di edilizia economica e popolare sito nel comune di Trento (zona E).

Per ogni cellula, gli spazi minimi richiesti, per un massimo di 105 mq utili, sono: cucina, soggiorno, camera singola, camera doppia, camera matrimoniale, due bagni, ripostiglio. È previsto un locale interrato da adibire a garage e cantina con accesso comune.

L'altezza libera di piano è di 2.70 m.

L'edificio dovrà avere un'altezza dei fronti non superiore a 7.50 m e sarà realizzato con un procedimento a scheletro portante in acciaio. La copertura è di tipo piano. Materiali ed elementi costruttivi non specificati sono a scelta del candidato.

Per quanto riguarda l'involucro e il sistema impiantistico, devono essere rispettate le vigenti normative in materia di rendimento energetico in edilizia.

Il lotto a disposizione si trova in aperta campagna, ha forma rettangolare con dimensioni 50x40 mq orientato in direzione est-ovest secondo il lato più lungo, con una pendenza uniforme del 6% nella direzione parallela al lato più corto, il lotto è tangente,

Projektieren der Kandidat eine Wohn Einheit auf zwei Etagen für eine Familie aus 5 Personen (2 Eltern und 3 Kinder). Weitere 5 Einheiten werden in Reihe dazugebaut um einen ökonomischen Volkswohnbau in der Gemeinde Trient (Zone E) durchzuführen.

Für jeweilige Wohneinheit sind, für maximale 105 m<sup>2</sup> Nettofläche, folgende Minderst Bereiche gefordert: Küche, Wohnzimmer, Einzelzimmer, Doppelzimmer, zwei Bäder, Abstellraum. Es ist ein Untergeschoss zur Verwendung Garage und Kellerräume mit gemeinsamen Zugang vorgesehen.

Die freie Etagenhöhe beträgt 2,70m

Die Traufenhöhe des Gebäude darf 7,50 m nicht überschreiten und wird mit einer tragenden Stahlstruktur erbaut. Man sieht ein Flachdach vor. Nicht angegebene Materialien und Konstruktive Details sind nach Wahl des Kandidat.

Die Außenhülle des Gebäude und die Anlagen müssen den geltende Normen der energetische Leistung im Bauwesen entsprechen.

Das zur Verfügung gestelltes Baulos befindet sich im offenen Grün, hat eine Rechteckige Form und misst 50x40 m<sup>2</sup> und ist in Richtung Ost-West mit der längeren Seite orientiert, mit einer gleichmäßigen Neigung von 6%, parallel zur kurzen Seite. Längs der Langen Seite des



secondo il lato più lungo, a una strada urbana a unica carreggiata (larghezza totale 6,00 m) dotata di due marciapiedi larghi 1,50 m l'uno.

#### Elaborati di progetto richiesti

1. Relazione illustrativa con indicati, in particolare:

- gli accorgimenti utilizzati per realizzare un edificio NZeb (nearly zero energy building), sia a livello impiantistico sia di involucro edilizio

- un predimensionamento di massima degli elementi strutturali che giustifichi le dimensioni adottate

- un predimensionamento di massima di una fondazione, tenendo conto che si tratta di un terreno a grana grossa con  $\Phi' = 35^\circ$  e falda a un metro di profondità

2. planimetria indicativa in scala 1:250

3. pianta quotata e arredata dell'alloggio in scala 1:50

4. una sezione dell'alloggio in scala 1:50

5. una sezione di prospetto in scala 1:20 realizzata in corrispondenza di un serramento finestra

6. pianta delle fondazioni di una cellula tipo in scala 1:50

7. dettaglio della correlazione fra il serramento finestra e la chiusura verticale, dove si evincano i materiali e le tecniche adottate per realizzare una posa a regola d'arte (scala a scelta del candidato)

8. dettaglio della correlazione fra pilastro e chiusura verticale, dove si evincano i materiali e le tecniche adottate per realizzare una posa a regola d'arte (scala a scelta del candidato).

Bauloses verläuft eine einspurige Ortstraße (Gesamtbreite 6,0 m) ausgestattet mit zwei Gehsteige zu je 1,50 m breit.

#### Geforderte Projektanlagen

1. Erleuterungsbericht, wobei im Einzelnen:

- Die getätigten Projektwahlen um ein NZeb (nearly zero energy building) Gebäude zu realisieren, im Anlagen- und im Baulichen Bereich der Außenhülle.

- Eine überschlägige Vordimensionierung der Statischen Elemente zur Rechtfertigung der verwendeten Abmessungen.

- Eine überschlägige Vordimensionierung der Fundamente, mit Annahme dass der Boden eine Grobkörniger Boden mit  $\Phi' = 35^\circ$  ist und der Grundwasserspiegel einen Meter tief liegt.

2. Lageplan Maßstab 1:250

3. Kotierter Lageplan einer ausgestatteter Wohneinheit im Maßstab 1:50

4. Einen Schnitt der Wohnung Maßstab 1:50

5. Ein Schnitt der Außen Mauer 1:20 durch ein Fenster

6. Lageplan der Fundamente in Bezug zu einer Wohneinheit 1:50

7. Detail des Fensterelements und des vertikalen Mauerelement aus dem die verwendeten Materialien sowie die Einbautechnik um eine Fachgerechten Einbau zu gewährleisten, ersichtlich ist.

8. Detail des Anschlusses zwischen Stütze und der vertikalen Abschlusswand aus dem die verwendeten Materialien sowie die Einbautechnik um eine Fachgerechten Einbau zu gewährleisten,

#### Tema n. 2

Si richiede il progetto di una passerella pedonale per l'attraversamento di un piccolo rio di luce netta fra le spalle di 8,00 m. e larghezza utile di 2,50 m. in condizioni ambientali normali nel comune di Trento (Hslm = 200 m.).

Il candidato può scegliere i materiali costituenti l'impalcato mentre le spalle saranno in calcestruzzo armato con calcestruzzo di classe C28/35 ed acciaio

Projektiere der Kandidat eine Fußgängerbrücke um einen kleinen Bach zu überqueren, mit einer Spannweite zwischen den beiden Widerlagern von 8,00m und eine nutzbare Breite von 2,50m, bei normaler Raumbedingungen in der Gemeinde Trient (200m ü.d.M.)

Wähle der Kandidat die Materialien für den Brückenträgerwerk, wohingegen wird für die Widerlager Stahlbeton Klasse C28/35 und Stahl Typ B450C vorgesehen.



tipo B450C.

Il terreno di fondazione è costituito da depositi alluvionali con i seguenti parametri geotecnici

$$\gamma = 1800 \text{ daN/m}^3$$

$$\Phi' = 34^\circ$$

$$C' = 0 \text{ N/mm}^2$$

Tutti gli altri parametri e dati di progetto saranno a scelta del candidato.

Si richiede

- a) relazione illustrativa che giustifichi le scelte progettuali ed i materiali utilizzati con le loro caratteristiche tecniche, le analisi di carico, le verifiche effettuate e la valutazione delle azioni secondo le NTC2008, il dimensionamento di tutte le strutture in grado di soddisfare le verifiche allo SLU (escludendo nella trattazione le azioni sismiche)
- b) la redazione degli elaborati grafici in grado di identificare la struttura ed i principali elementi che la compongono in scala a scelta del candidato
- c) i particolari costruttivi di maggiore interesse in scala adeguata

Gründungsboden aus Alluvial Boden mit folgender Geotechnischen Parameter:

$$\gamma = 1800 \text{ daN/m}^3$$

$$\Phi' = 34^\circ$$

$$C' = 0 \text{ N/mm}^2$$

Wähle der Kandidat die restlichen Parameter aus.

Verfasse der Kandidat:

- b) Erläuterungsbericht zur Rechtfertigung der Projektentscheidungen und der verwendeten Materialien mit ihre technischen Eigenschaften, die Lastanalyse, die durchgeführten Nachweise und die Berechnung der Lasten lt. NTC 2008, die Dimensionierung der gesamten tragenden Elemente die den Tragsicherheitsnachweis (SLU) erfüllen (Berücksichtige nicht die Seismischen Lasten)
- d) Die graphische Darstellung zur Identifizierung der tragenden Hauptelemente in beliebigem Maßstab
- d) Die wichtigsten konstruktiven Details in angemessenen Maßstab.

### Tema n. 3

Si richiede la progettazione di una pensilina di copertura di un parcheggio per auto vetture con le seguenti caratteristiche:

- lunghezza totale 40.00 m.
- larghezza totale 8.00 m. (compreso sbalzo di 2.00 m)
- altezza minima utile 3.00 m
- inclinazione della copertura a scelta
- materiali leggeri (acciaio o legno) a scelta
- fondazioni in cemento armato
- comune di Trento ( $H_{slm} = 200 \text{ m}$ )
- categoria del suolo C
- amplificazione topografica T1
- classe d'uso III
- vita nominale 50 anni

Projektiere der Kandidat eine Überdachung für PKW mit folgender Eigenschaften:

- - Gesamtlänge 40m
- - Gesamtbreite 8m (inbegriffen Auskragung von 2,0m)
- - Mindestnutzhöhe 3,00m
- - Neigung der Überdachung beliebig
- - Leichte Materialien (Stahl oder Holz) nach Wahl.
- - Fundamente aus Stahlbeton
- - Gemeinde Trient (200m ü.M.H.)
- - Bodenkategorie C
- - Topographische Verstärkung T1
- - Anwendungsklasse III
- - Lebensdauer 50 Jahre

*RK Pf Ab P*



Il terreno di fondazione è costituito da depositi alluvionali con i seguenti parametri geotecnici

$$\gamma = 1800 \text{ daN/m}^3$$

$$\Phi' = 35^\circ$$

$$C' = 0 \text{ N/mm}^2$$

Tutti gli altri parametri e dati di progetto saranno a scelta del candidato.

E' lecito considerare la direzione dell'azione sismica parallela ad un solo lato della copertura da scegliere significativamente in relazione allo schema strutturale. E' lecito inoltre riferirsi a schemi di calcolo semplificati.

Si richiede:

a) relazione illustrativa che giustifichi le scelte progettuali ed i materiali utilizzati con le loro caratteristiche tecniche, le analisi di carico, le verifiche effettuate e la valutazione delle azioni secondo le NTC2008, il dimensionamento di tutte le strutture in grado di soddisfare le verifiche allo SLU

b) la redazione degli elaborati grafici in grado di identificare la struttura ed i principali elementi che la compongono in scala a scelta del candidato

c) i particolari costruttivi di maggiore interesse in scala adeguata

Gründungsboden aus Alluvial Boden mit folgender Geotechnischen Parameter

$$\gamma = 1800 \text{ daN/m}^3$$

$$\Phi' = 35^\circ$$

$$C' = 0 \text{ N/mm}^2$$

Wähle der Kandidat die restlichen Parameter aus.

Man kann die Richtung der Seismischen Belastung nur längs einer Seite vom Gebäude berücksichtigen, diese Richtung muss in Bezug zum Statischen System ausgewählt werden. Man kann Vereinfachte Schemen verwenden.

Verfasse der Kandidat:

b) Erläuterungsbericht zur Rechtfertigung der Projektentscheidungen und der verwendeten Materialien mit ihre technischen Eigenschaften, die Lastanalyse, die durchgeführten Nachweise und die Berechnung der Lasten lt. NTC 2008, die Dimensionierung der gesamten tragenden Elemente die den Tragsicherheitsnachweis (SLU) erfüllen.

c) Die graphische Darstellung zur Identifizierung der tragenden Hauptelemente in beliebigem Maßstab

d) Die wichtigsten konstruktiven Details in angemessenen Maßstab.

#### Tema n. 4

L'Ente pubblico intende regolamentare mediante una rotatoria la circolazione in corrispondenza alla intersezione semaforizzata di una strada statale (a due corsie per senso di marcia) ed una strada provinciale, organizzando anche il raccordo con alcune strade comunali che confluiscono nella zona.

E' richiesta inoltre la messa in sicurezza dell'utenza costituita da pedoni e ciclisti in modo che dalle strade comunali est ed ovest attraversino la strada statale, e la strada provinciale, senza intersecare il transito veicolare delle rispettive carreggiate, anche collegandosi ad analogo percorso esistente a nord sulla strada provinciale, e dotando questa anche di marciapiede.

Die Öffentliche Körperschaft möchte durch einen Kreisverkehr den Verkehr bei einer durch Ampel geregelte Kreuzung zwischen einer Staatstraße (Zweispurig in beiden Richtungen) und einer Landesstraße unter Einbeziehung einiger Ortstrassen neu regulieren.

Um die Überquerung der Staatstraße und der Landesstraße seitens der Gemeindestraßen Ost und West zu gewährleisten ohne den Verkehr auf die entsprechenden Fahrspuren zu überschneiden, müssen Sicherheitsvorkehrungen für Fußgänger und Radfahrer vorgesehen werden, auch durch einen Anschluss nördlich an einem ähnlichen bestehenden weg auf der Landesstraße der aber mit Gehsteig ausgestattet werden muss.



L'area, con pendenza media dell'1% degradante da nord verso sud, è attraversata da una roggia con alveo alla profondità media di 2.5 m e portata di piena di 9 m<sup>3</sup>/s.

La stratigrafia del suolo indica per il primo metro uno strato di terreno coltivo e/o terreno rimaneggiato / antropico; per profondità maggiori, alternanze di sabbie (prevallenti) e ghiaie di origine alluvionale, con caratteristiche aventi i seguenti valori medi:

$$g = 1,75 - 1,85 \text{ kN/mc}$$

$$f = 33^\circ - 35^\circ$$

C trascurabile

$$K = 0,1 \text{ cm/sec}$$

Quota della falda a -3,0 m, con oscillazioni di +/- 1 m.

Il candidato richiami le principali normative di riferimento per lo sviluppo del progetto, ed indichi l'iter per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie ai fini della sua approvazione.

Indichi quali dati di traffico e con che modalità essi devono raccogliersi e presentarsi per poter procedere alla verifica funzionale della rotatoria.

Indichi le principali caratteristiche della nuova rotatoria e relativi raccordi con la viabilità esistente, tracci le principali sezioni tipo delle strade, l'andamento piano-altimetrico dei percorsi pedonali e ciclo-pedonali, individui le caratteristiche dimensionali e costruttive delle opere d'arte.

Individui il candidato le modalità di intervento per l'esecuzione dei lavori di costruzione delle opere d'arte (sottopassi e tombini) in presenza del traffico veicolare e in periodo non favorevole in relazione alla quota della falda, suddividendo eventualmente l'intervento in fasi.

Descriva il candidato le reti impiantistiche a servizio della infrastruttura, ed elenchi le principali lavorazioni ed opere necessarie.

Nota:

- sono indicate due planimetrie di rilievo, in scala 1:1000 e 1:500;

Das Areal, mit einer durchschnittlichen Neigung von 1% von Norden nach Süden abfallend, wird von einem Wasserkanal gequert, die Kote des Kanalbettes liegt auf 2,5m Tiefe mit einem maximalen Durchfluss von 9m<sup>3</sup>/s

Die Bodenstratigraphie zeigt für den ersten Meter eine Schicht Acker / gelockertem Boden, in tieferen Schichten, Wechsel zwischen Sand (überwiegend) und alluvial Kies, mit folgenden durchschnittlichen Eigenschaften:

$$g = 1,75 - 1,85 \text{ kN/mc}$$

$$f = 33^\circ - 35^\circ$$

C zu vernachlässigen

$$K = 0,1 \text{ cm/sec}$$

Kote vom Grundwasserspiegel -3,0m, Schwankungen +/- 1 m.

Erwähne der Kandidat die wichtigsten Bezugsnormen die für diesen Projekt erforderlich sind, und beschreibe das Verfahren um die erforderlichen Ermächtigungen für die Genehmigung zu bekommen.

Beschreibe welche Verkehrsdaten mit welcher Methode diese Daten gesammelt und dargestellt werden sollen, um einen Funktionellen Nachweis des Kreisverkehrs durchzuführen können

Stelle die Haupteigenschaften des neuen Kreisverkehr und der entsprechenden Anschlüsse an den bestehenden Straßen dar, zeichne die Regelquerschnitte der Straßen, den horizontalen und vertikalen Verlauf der Fußgängerwege und der Fahrrad- und Fußgängerwege, entscheide die groben Abmessungen und konstruktiven Merkmale der Kunstbauten

Beschreibe der Kandidat die Eingriffsmodalitäten in Bezug zur Ausführung der Kunstbauten (Unterführungen und Schächte) bei gleichzeitigem Aufrechterhaltung des Straßenverkehr und in einem ungünstigen Zeitraum des Grundwasserspiegels, eventuell durch die Aufteilung in Phasen.

Beschreibe der Kandidat die für diesen Bauwerk erforderlichen Anlagennetze und zähle die Haupteingriffe und die erforderlichen Kunstbauten auf.

Anmerkung:

- Es sind zwei Lagepläne beigelegt, Maßstab 1:1000 und 1:500

Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'A', 'S', 'P', and 'D'.

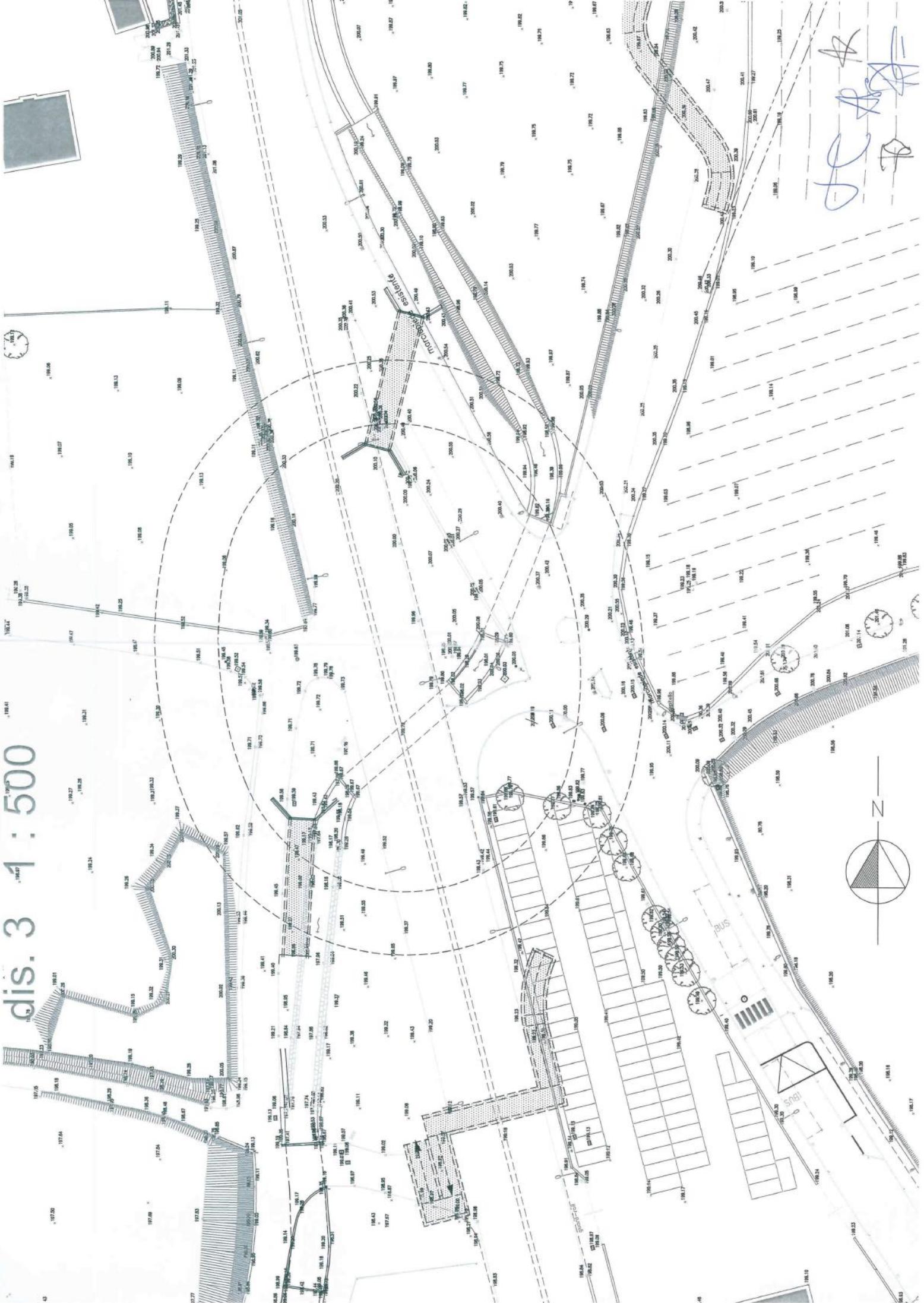


- nella terza planimetria sono indicate con linea tratteggiata: una possibile posizione per l'anello rotatorio, per i 2 sottopassi ciclo-pedonali, per i tombini della roggia.

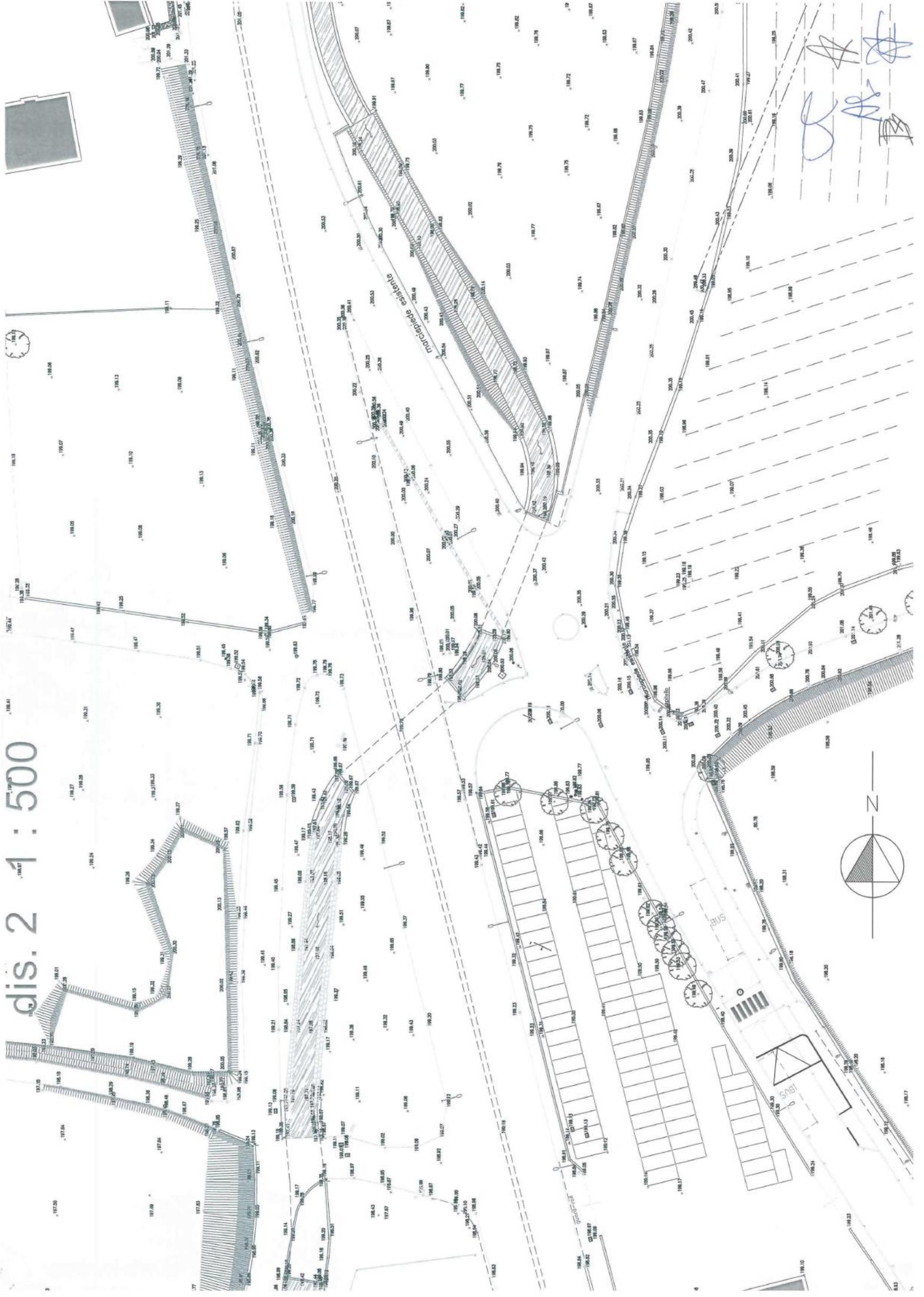
- Im dritten Lageplan ist eine mögliche Position des Kreisverkehr der beiden Unterführungen und der Kanalschächte, strichliert dargestellt.

J  
R R PABP

# dis. 3 1 : 500



# dis. 2 1 : 500



dis. 1 1:1000



AC  
D

PISTA CICLOPEDONALE ESIST.

STRADA PROVINCIALE

STRADA STATALE



STRADA COMUNALE

STRADA COMUNALE

2

STRADA PRIVATA

A



STRADA COMUNALE 1

STRADA STATALE



STRADA COMUNALE 1





**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

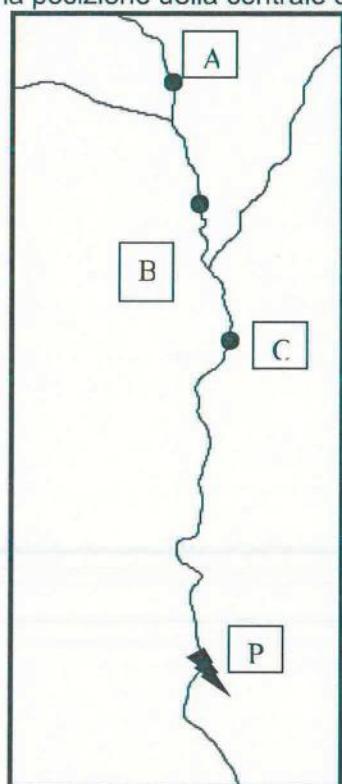
**Settore: Civile e Ambientale**

LM-35 o 38/S: Ingegneria per l'ambiente e per il territorio

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Si vuole analizzare la possibilità di costruire un impianto idroelettrico ad acqua fluente lungo un torrente montano. Con riferimento allo schema di seguito riportato, sono al vaglio tre possibili sezioni per il posizionamento dell'opera di captazione (sezioni A, B e C), mentre è già stata fissata la posizione della centrale di produzione (P).



Dall'analisi idrologica risulta che le curve di durata annuali relative alle 3 sezioni oggetto di indagine sono ben approssimate dalle seguenti relazioni analitiche (si veda anche il grafico sotto riportato):

$$\text{Sezione A} \quad f_{DC} = e^{-0.7Q} \quad \text{larghezza sezione}$$

9,0 m

$$\text{Sezione B} \quad f_{DC} = e^{-0.35Q} \quad \text{larghezza sezione}$$

16,0 m

$$\text{Sezione C} \quad f_{DC} = e^{-0.25Q} \quad \text{larghezza sezione}$$

22,0 m

La superficie di bacino sottesa alle tre sezioni varia sensibilmente da monte verso valle a causa dell'ingresso di affluenti importanti. In particolare la sezione A sottende un bacino di 49,0 kmq, mentre le sezioni B e C sottendono rispettivamente superfici di 95,0 e 163,0 kmq. La zona deve rispettare un DMV pari a 2,0 l/s/kmq

La distanza ed il salto utile tra le tre sezioni A, B e C e la centrale di produzione P, sono rispettivamente:

Sezione A, distanza 2000 m, salto 120,0 m

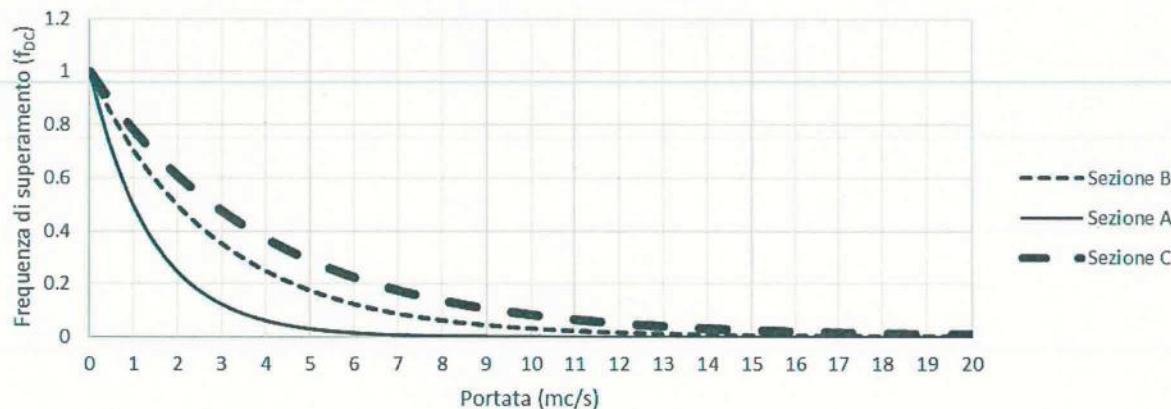
Sezione B, distanza 1500 m, salto 80,0 m

Sezione C, distanza 800 m, salto 40,0 m

JK AB P  
PPB



Curve di durata annuali



Per il problema in esame si richiede quanto segue:

- Il candidato analizzi la situazione sopra descritta, con l'obiettivo di individuare la sezione e la portata più idonee da un punto di vista economico, in termini di velocità di rientro del capitale.
- Per il progetto selezionato si indichi l'introito netto al termine del periodo di vita utile dell'impianto.
- Si predisponga quindi una relazione tecnica dove si descrive la struttura e le caratteristiche dell'impianto, con particolare attenzione all'opera di presa e alla vasca di carico.

Per l'alimentazione della turbina si consideri l'utilizzo di tubazioni in acciaio con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler  $K_s = 100,0 \frac{1}{m^3 s^{-1}}$ . Per semplicità si consideri velocità del flusso nella tubazione fissata a 2,0 m/s. La turbina ha un rendimento medio di 0.7.

Nella proposta di progetto si tenga conto dei vincoli sul rilascio del DMV, e si limiti l'analisi ad attingimenti non superiori ad 1.2 mc/s. Si consideri inoltre un tempo di vita utile dell'impianto pari a 25 anni.

Nell'analisi si consideri un ricavo di vendita dell'energia pari a 65,00 euro/MWh al netto di canoni, imposte, manutenzione e gestione. Si consideri il caso di totale assenza di oneri finanziari, in quanto il capitale da investire nell'opera è già nelle disponibilità del costruttore.

Per il calcolo dei costi di impianto si considerino le seguenti relazioni semplificate:

- Costi della tubazione per unità di lunghezza [euro/m]

$$C_t = 900 D^2 - 15 D + 15$$

Con D [m] il diametro della tubazione

- Altri costi d'impianto (legati ai macchinari) [euro]

$$C_i = 10.000,0 + 100.000,0 Q + 3.000,0 H$$

Con Q [mc/s] la portata massima di concessione e H [m] il salto geodetico tra opera di presa ed impianto



Un impianto di trattamento delle acque reflue da 25000 AE è stato identificato come polo di trattamento per il percolato proveniente da una vicina discarica per rifiuti urbani, avente le seguenti caratteristiche quali-quantitative:

**Percolato di discarica da pretrattare**

$Q_{24} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$

$\text{TKN} = 650 \text{ mg/l}$

$\text{NO}_2 = 0 \text{ mg/l}$

$\text{NO}_3 = 0 \text{ mg/l}$

$\text{SST} = 50 \text{ mg/l}$

$\text{COD totale} = 960 \text{ mg/l}$

$\text{COD solubile} = 900 \text{ mg/l}$

$\text{COD biodegradabile} = 25\% \text{ del COD totale}$

$\text{COD rapidamente biodegradabile} = 10\% \text{ del COD totale}$

$P = 5 \text{ mg/L}$

$\text{pH} = 8$

È necessario procedere alla progettazione dell'impianto di pretrattamento del percolato che prevede gli stadi di accumulo e trattamento biologico, preliminari all'immissione dell'effluente trattato nel comparto biologico del depuratore civile. Data la presenza dell'accumulo, è possibile dimensionare il comparto biologico dell'impianto di pretrattamento sulla base della  $Q_{24}$ . L'effluente dell'impianto di pretrattamento del percolato dovrà rispettare i seguenti limiti, per l'immissione nel depuratore civile:

**Limiti per l'immissione del percolato nel depuratore civile**

$\text{BOD}_5 = 400 \text{ mg/l}$

$\text{COD} = 1000 \text{ mg/l}$

$\text{SST} = 250 \text{ mg/l}$

$\text{Ntot} = 80 \text{ mg/l}$

$\text{TKN} = 50 \text{ mg/l}$

$P = 10 \text{ mg/L}$

Il committente ha individuato il sottoprodotto di un vicino caseificio come possibile fonte esterna di carbonio per sostenere la denitrificazione. Il sottoprodotto ha le seguenti caratteristiche:

**Sottoprodotto caseificio**

$\text{COD} = 66000 \text{ mg/l}$  (98% biodegradabile)

$\text{RBCOD} = 35000 \text{ mg/l}$

$\text{TKN} = 600 \text{ mg/l}$

$P = 700 \text{ mg/L}$

Il candidato svilupperà i seguenti punti:

- Dimensionamento dell'impianto di pretrattamento del percolato ed in particolare:
  - comparto biologico
  - comparto di separazione solido/liquido
  - fabbisogno ossigeno
  - dimensionamento del sistema di trasferimento dell'ossigeno
  - produzione fanghi di supero
- Calcolo della quantità di sottoprodotto del caseificio eventualmente impiegata nel processo di denitrificazione
- Schema di flusso e pianta (non in scala) con indicazione dei collegamenti idraulici tra i comparti e i punti di dosaggio di eventuali reattivi chimici e fonte esterna di carbonio

*[Handwritten signatures]*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

La temperatura minima invernale è di 12°C, mentre la temperatura massima estiva è di 22°C.  
Per i parametri non specificati nel testo assumere valori tipici.

A A B C D F



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A  
PRIMA SESSIONE 2017

Settore: Civile e Ambientale

LM-4 o 4/S: Architettura e ingegneria edile

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Il candidato progetti un scuola materna di 3 sezioni (max 25 alunni per sezione) in un lotto rettangolare (40x30m) che confina sul lato lungo con una strada carrabile di medio traffico.

E' chiesta la redazione dei seguenti elaborati:

1. planimetria generale con la sistemazione dell'area (aree verdi, di gioco e parcheggi) alla quota 0.00 rapp.: 1:200
2. pianta dell'edificio con l'individuazione della struttura portante; rapp.: 1:100, pianta del livello interrato con i vani tecnici
3. prospetto (uno) e sezione, rapp.: 1:100
4. relazione che descriva:
  - A. le motivazioni a base della soluzione proposta,
  - B. i materiali e le tecniche costruttive adottate (con graficizzazione di alcuni dettagli costruttivi),
  - C. il predimensionamento del sistema strutturale con carichi da normativa.

Tema n. 2

Il candidato sviluppi il progetto di una piscina coperta a servizio di una scuola elementare da inserire in un lotto (90x60 m, comprensiva delle aree a parcheggio) lambito sul lato maggiore da una strada comunale di seconda categoria dotata di marciapiedi.

L'impianto deve essere dotato di una gradinata per almeno 40 spettatori.

Si richiedono i seguenti elaborati:

1. planimetria generale con la sistemazione dell'area (aree verdi e parcheggi) alla quota 0.00 rapp.: 1:200
2. pianta dell'edificio con l'individuazione della struttura portante e pianta del livello interrato (rapp.: 1:200)
3. prospetto (uno) e sezione, rapp.: 1:200
4. relazione che descriva:
  - A. le motivazioni a base della soluzione proposta,
  - B. i materiali e le tecniche costruttive adottate (con graficizzazione di alcuni dettagli costruttivi),
  - C. il predimensionamento della parete verticale che interagisce col terreno (sabbioso con  $\phi = 35^\circ$  e falda posta alla profondità di 1,00 m).



**ESAME DI STATO**  
Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
**PRIMA SESSIONE 2017**

<b>Settore industriale</b>
LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Si vuole progettare un impianto cogenerativo costituito da un gruppo turbogas operante secondo un ciclo Brayton semplice del quale sono note le seguenti condizioni operative:

- potenza elettrica prodotta all'albero: 50 MW
- condizioni dell'aria aspirata secondo norma ISO 2314 (15 °C; 1 atm; 60% umidità relativa)
- rapporto di compressione:  $\beta = 10$
- rendimento organico:  $\eta_o = 0.97$
- temperatura massima di ingresso nella prima schiera statorica della turbina: 1250 °C
- rendimento politropico del compressore:  $\eta_{pol,c} 0.87$
- rendimento politropico della turbina:  $\eta_{pol,t} 0.87$
- combustibile utilizzato: syngas da gassificazione con agente ossidante vapore e potere calorifico inferiore pari a 15 MJ kg<sup>-1</sup>
- perdite termiche della camera di combustione pari al 2% della potenza termica totale; perdite di carico nella camera di combustione pari al 3% della pressione di ingresso.

Al fine di raffreddare i primi stadi statorici e rotorici della turbina è necessario sottrarre una percentuale d'aria dallo scarico del compressore pari al 7% della portata totale elaborata che, pertanto, non prende parte alla combustione (si faccia l'ipotesi di miscelare tale portata con i gas di combustione a monte della turbina).

Il candidato:

- determini i punti caratteristici dell'impianto tenendo in considerazione i valori dei calori specifici a pressione costante riportati in tabella (per semplicità si consideri che i valori siano gli stessi per l'aria e per i fumi di combustione).

T [°C]	C <sub>p</sub> [kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	T [°C]	C <sub>p</sub> [kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	T [°C]	C <sub>p</sub> [kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]	T [°C]	C <sub>p</sub> [kJ kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
15	1.005	300	1.020	800	1.072	1300	1.117
100	1.007	400	1.029	1000	1.091	1400	1.125
200	1.013	600	1.049	1200	1.110	1500	1.166

- determini la portata di aria aspirata dal compressore e la portata dei fumi

R J  
AS P



Inoltre, si supponga di inviare la portata dei fumi del turbogas all'interno di una caldaia a recupero per alimentare un ciclo a vapore surriscaldato avente le seguenti caratteristiche:

- pressione del vapore: 50 bar
- temperatura massima del vapore corrispondente ad un salto di temperatura di approach-point di 30 °C
- differenza minima di temperatura fra gas caldi e vapore (pinch-point) di 10 °C
- sotto-raffreddamento all'ingresso dell'evaporatore pari a 10 °C
- temperatura di condensazione pari a 95 °C

Il candidato rappresenti il layout d'impianto, i diagrammi termodinamici dei due cicli e lo schema della caldaia a recupero. Inoltre si calcoli:

- la portata di vapore circolante
- il diagramma di scambio termico nella caldaia a recupero

Ipotizzando che il calore al condensatore venga recuperato per usi cogenerativi, il candidato calcoli la potenza termica recuperata, il rendimento termico ed il rendimento elettrico dell'impianto combinato; l'indice di risparmio energetico. Si propongano delle soluzioni per la regolazione del carico elettrico e termico dell'impianto in base alle possibili variazioni delle richieste delle utenze elettriche e termiche. Infine, si valutino le possibili pratiche da adottare per il contenimento delle emissioni di composti nocivi contenuti nei fumi di combustione, prima del rilascio in ambiente.

Tutti i parametri non esplicitamente indicati possono essere ipotizzati dal candidato in base a considerazioni di buon progetto.

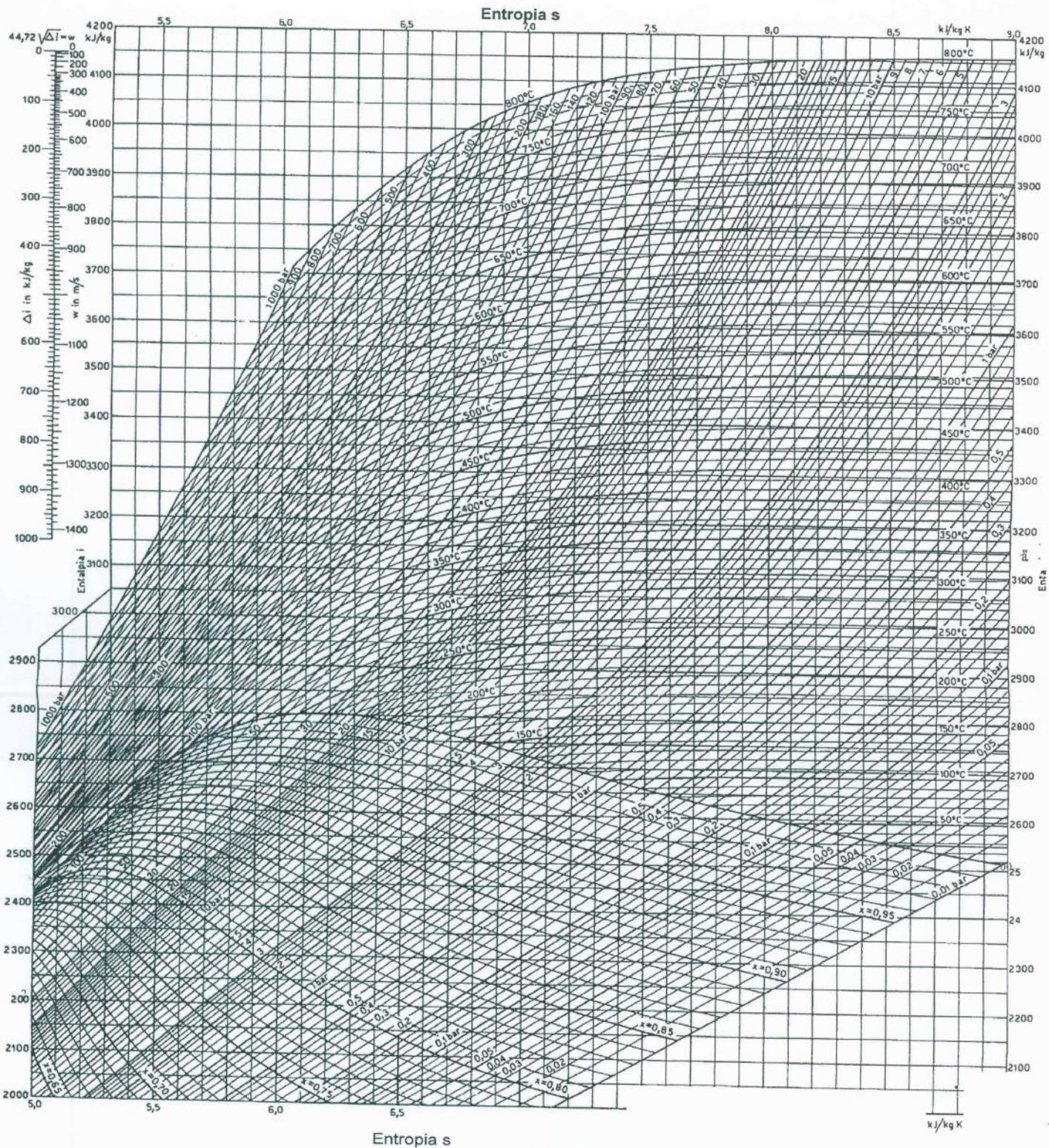
AB SP DP

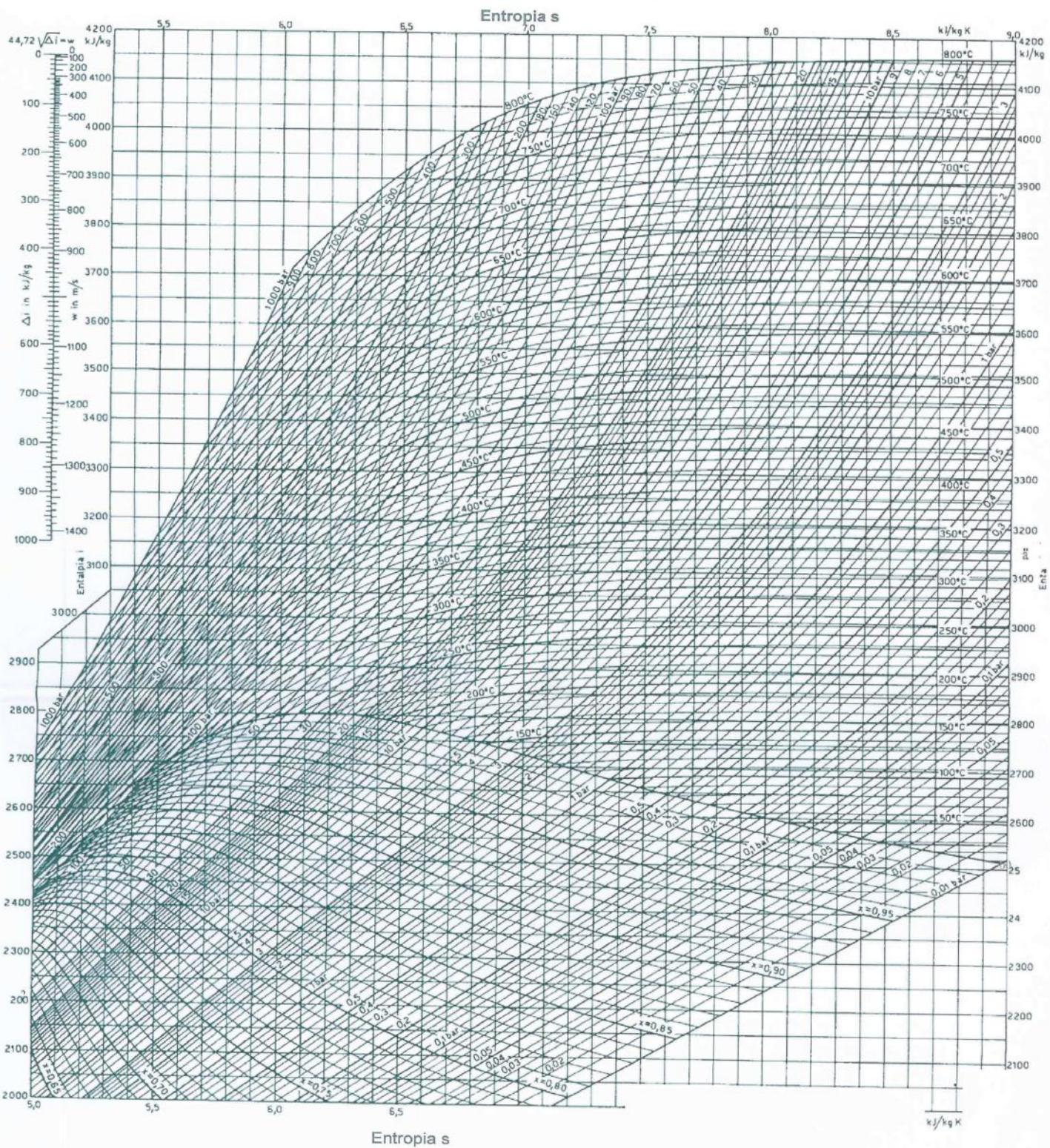












J  
C  
B  
R  
A  
L



Tema n. 2

Un edificio a Trento viene utilizzato per alloggiare un'area espositiva al piano terra e due uffici al primo piano, per i quali è prevista un'occupazione nella fascia oraria 8 - 18. L'edificio, realizzato con una struttura massiva, ha delle pareti verticali caratterizzate da una trasmittanza di  $0.34 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$  mentre la trasmittanza della copertura leggera è di  $0.18 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ . Il solaio di base separa lo spazio riscaldato da una cavità ben ventilata, per la quale si può assumere una temperatura pari alla temperatura dell'aria esterna. Il solaio di base è realizzato con una soletta in cemento armato, isolata esternamente, e presenta una trasmittanza di  $0.28 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ .

Sulle pareti verticali sono presenti delle finestre (come indicato nei disegni allegati) con una trasmittanza globale di  $1.4 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ , mentre la porta d'ingresso ha una trasmittanza globale di  $2 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ . Per valutare gli effetti dei ponti termici si assumano i seguenti valori di trasmittanza lineica, tutti riferiti alle dimensioni geometriche interne:

- nodo parete verticale – copertura  $\psi = 0.20 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- angoli fra pareti verticali  $\psi = 0.15 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- nodo parete verticale – serramento  $\psi = 0.13 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- nodo parete verticale – solaio  $\psi = 0.30 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- nodo parete verticale – pilastro  $\psi = 0.25 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$

La temperatura esterna nelle condizioni di progetto per Trento vale  $-12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Per le grandezze geometriche si faccia riferimento agli elaborati progettuali allegati.

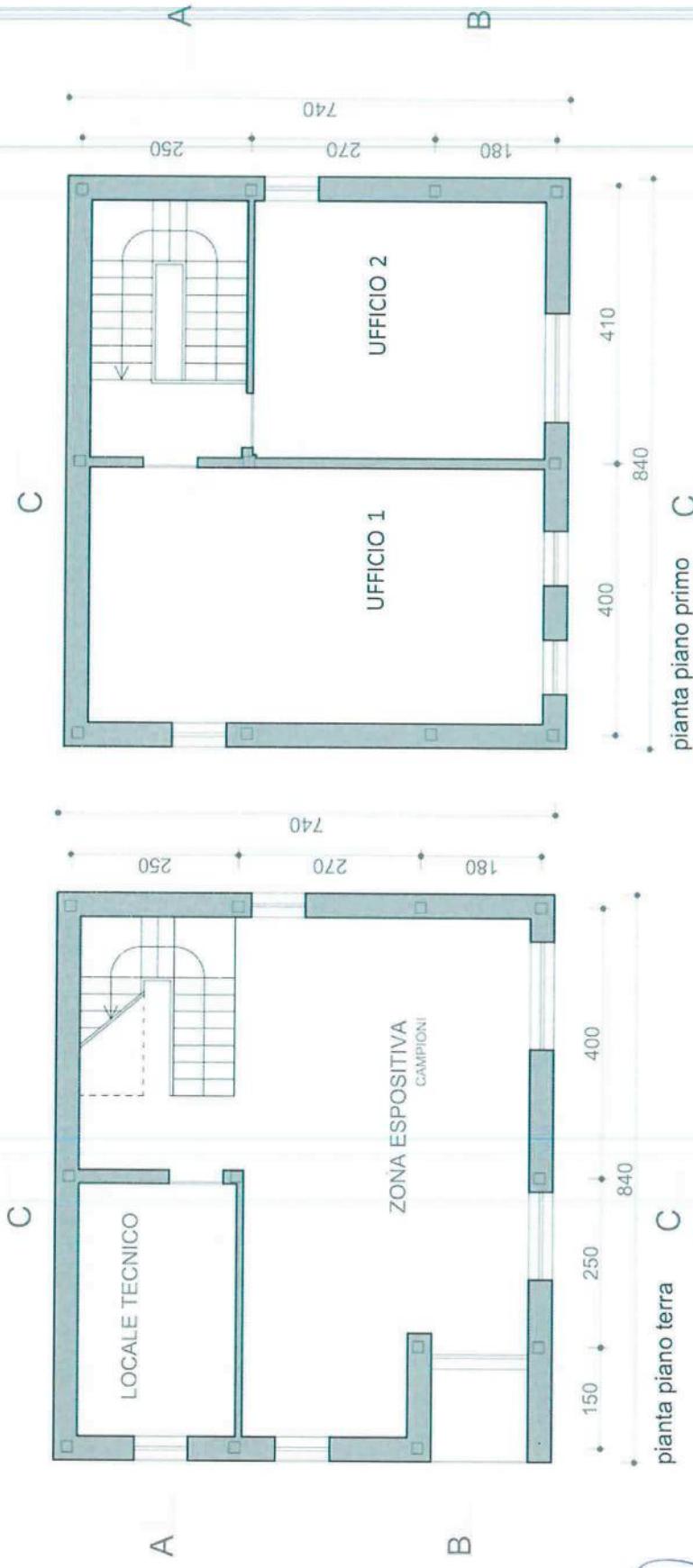
Il candidato:

- Valuti la potenza necessaria in condizioni di progetto per la climatizzazione invernale dell'edificio;
- Esegua il progetto di massima di un impianto di riscaldamento idronico o aeraulico per la climatizzazione invernale dell'edificio ipotizzando i parametri non espressamente forniti nel testo ma motivandone la scelta.
- Determini le potenze e le dimensioni delle principali componenti d'impianto di produzione e distribuzione del fluido termovettore;
- Schematizzi il layout d'impianto e le reti di distribuzione ipotizzando di posizionare le componenti necessarie al trattamento del fluido termovettore nel locale tecnico al piano terra;
- Proponga delle soluzioni per la regolazione e la gestione ottimale dell'impianto in base alle soluzioni tecniche adottate.
- Valuti le possibili soluzioni impiantistiche che permettano l'integrazione dell'impianto con sistemi volti a sfruttare l'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

PIANTE SCALA 1:100

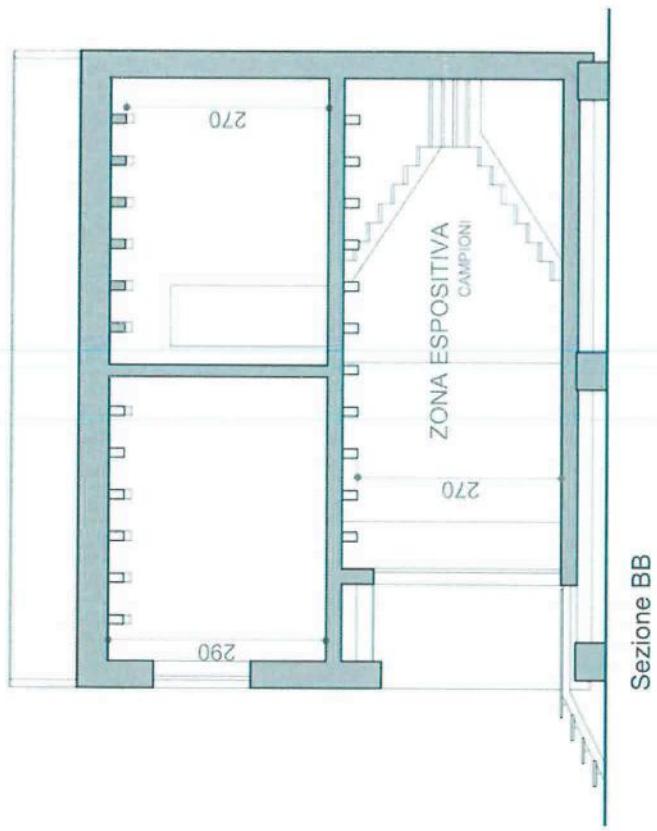
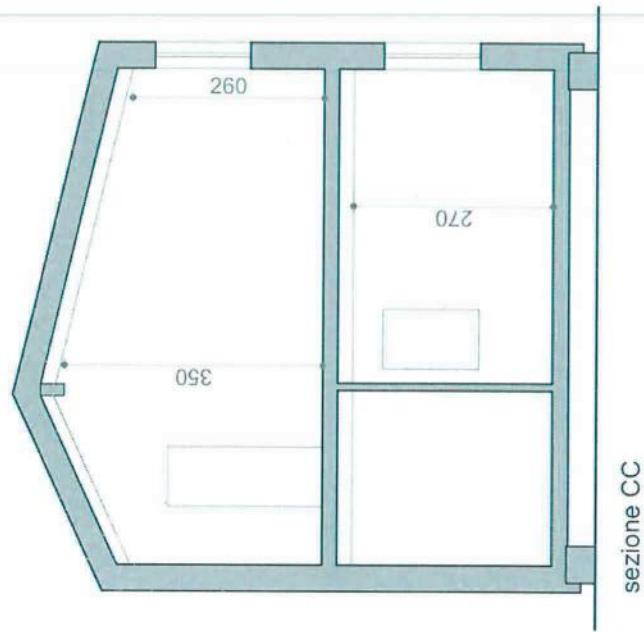


Handwritten signatures in blue ink are present in the bottom right corner of the page.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

SEZIONI SCALA 1:100



sezione CC

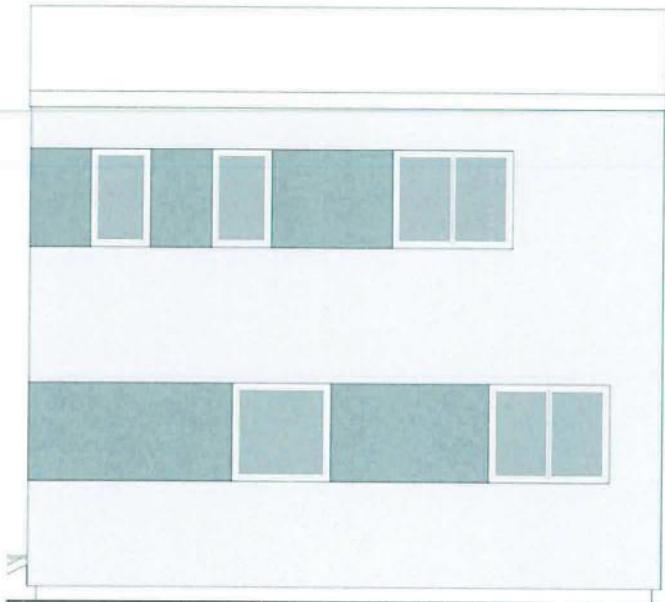
Sezione BB

AA BB CC DD

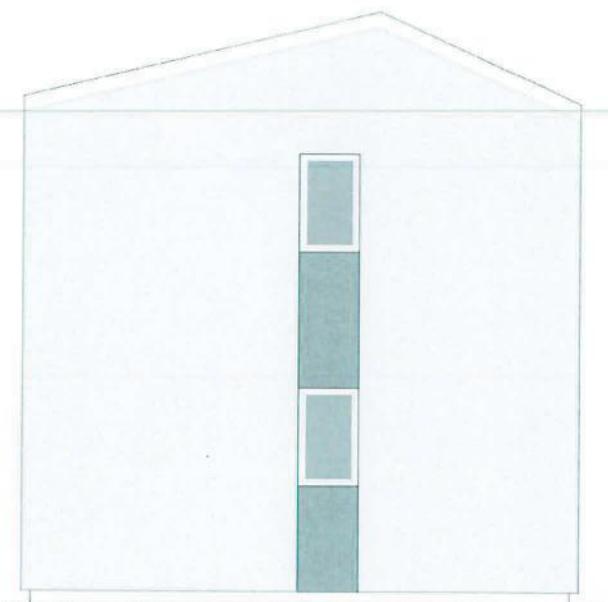


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI TRENTO

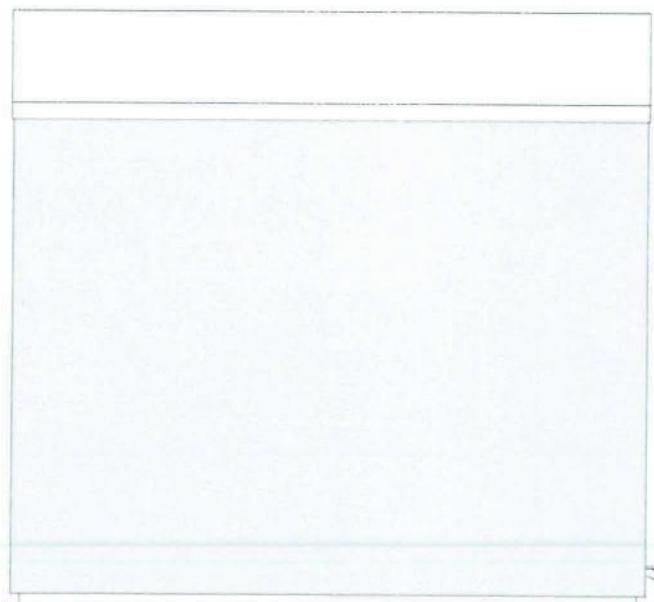
PROSPETTI SCALA 1:100



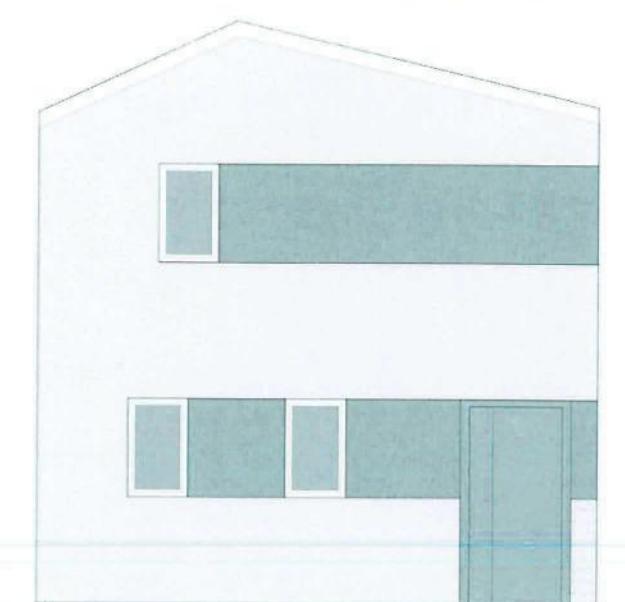
prospetto sud



prospetto ovest



prospetto nord



prospetto est

3  
ABF



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
**PRIMA SESSIONE 2017**

**Settore dell'informazione**

**LM-32 o 35/S - Ingegneria informatica**

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Un noto museo richiede la consulenza di un professionista per la realizzazione di un sistema di monitoraggio dei parametri ambientali di un edificio storico adibito a mostra permanente. L'edificio non può subire interventi strutturali per il cablaggio, si richiede pertanto l'uso di sensori wireless. In totale, sono presenti 15 stanze espositive più una adibita a reception, ognuna di dimensioni 20 x 10 m, disposte in un rettangolo 4 x 4 (80 x 40 m), per complessivi 3200 m<sup>2</sup>. Si supponga che la reception sia posta in un angolo dell'edificio. Ogni salone espositivo deve essere dotato di almeno due punti di rilevazione di temperatura, umidità dell'aria e illuminazione. I sensori devono essere autonomi, ed in grado di funzionare per diversi mesi senza interventi di manutenzione e sostituzione delle batterie. I dati misurati dai sensori devono essere inviati ad un calcolatore (stazione base), posto nella reception, che provvede ad archiviare le informazioni, e le rende disponibili tramite una interfaccia Web che consenta la visualizzazione dei dati istantanei e dello storico in forma di grafico di ciascuno dei sensori.

Il candidato progetti il sistema informatico, valutando e giustificando in modo quantitativo le proposte di progetto. In particolare si discutano i seguenti punti:

- Architettura dei sensori wireless, indicando un possibile dimensionamento dei componenti quali il processore, la memoria, le periferiche da utilizzare, ipotizzando un consumo di potenza realistico e determinando il tempo di vita in base ad un determinato ciclo di lavoro.
- Architettura del server, indicando un possibile dimensionamento dei componenti (CPU, memoria, memoria di massa, periferiche, sistema operativo) in relazione alla particolare applicazione e considerando possibili espansioni future.
- Si discutano quindi gli aspetti relativi all'implementazione del software sul server, con particolare riferimento alla struttura del database, al server Web ed al software di visualizzazione. Si preveda inoltre la possibilità di autenticazione per l'accesso ai dati.

Il candidato discuta, ove possibile, le alternative realizzative evidenziando vantaggi e svantaggi analizzando il rapporto costi-benefici.

**Tema n. 2**

Un'azienda produttrice di raggi per ruote di bicicletta richiede la consulenza di un professionista per la realizzazione di un impianto di controllo qualità che consenta di selezionare in modo automatico i raggi prodotti che soddisfino determinati requisiti di tolleranza sulla lunghezza. Si ipotizzi un raggio di lunghezza media pari a 14 pollici, con una tolleranza richiesta pari allo 0,1%.

*[Handwritten signatures and initials]*



I raggi prodotti da selezionare vengono spostati su di un nastro trasportatore che si muove alla velocità di 0.5 m/s, sopra il quale viene posta una telecamera che acquisisce le immagini dei raggi. Si ipotizzi che i raggi possano avere una disposizione qualunque sul nastro, e che siano separati di almeno 25 cm. Un sistema informatico di elaborazione deve determinare la lunghezza del raggio e decidere quindi se questo risulta conforme alle specifiche. Il sistema quindi controlla un deviatore a valle del nastro in grado di smistare i raggi sulla base del risultato dell'elaborazione.

Il candidato progetti il sistema informatico di elaborazione, valutando e giustificando in modo quantitativo le proposte di progetto. In particolare si identifichino i parametri necessari per la telecamera (risoluzione, frame rate, etc.) e si progetti l'architettura del software discutendo gli algoritmi e le strutture dati necessari per l'elaborazione dell'immagine e l'esecuzione di una corretta misura, considerando prestazioni ed accuratezza.

Il candidato discuta, ove possibile, le alternative realizzative evidenziando vantaggi e svantaggi analizzando il rapporto costi-benefici.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "K. ABP PF".



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**  
**PRIMA SESSIONE 2017**

**Settore dell'informazione**

**LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni**

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Il candidato descriva un sistema di telecomunicazioni montato a bordo di un satellite per esplorazioni spaziali. Tale sistema deve essere in grado di inviare dati telemetrici, misure effettuate con gli strumenti di bordo e immagini. Il sistema deve inoltre soddisfare le seguenti caratteristiche:  
1) potenza a disposizione per il trasmettitore  $P_t=10W$  (fornita mediante una termo-batteria al plutonio).

2) deve essere in grado di operare nelle bande Ku (10.7-11.7 GHz), Ka (27-40 GHz) e X (8-12GHz)

3) l'antenna principale deve avere un guadagno di almeno  $G=50$  dBi, un'apertura del lobo principale minore di 7 gradi e una polarizzazione LHCP.

Si richiede al candidato di porre particolare attenzione alla progettazione del sistema radiante.

**Tema n. 2**

Si richiede al candidato di progettare un sistema di trasmissione broadcast TV digitale terrestre, operante alla frequenza di 1.8 GHz. La banda a disposizione per la trasmissione è pari a 360 MHz, suddivisa in canali da 8 MHz ciascuno, all'interno dei quali vengono gestiti canali televisivi digitali a diversa risoluzione, a partire dai canali televisivi standard (formato MPEG2, rate 2 Mb/s), ai canali ad alta definizione HDTV (rate 10 Mb/s) ed ai canali ad altissima risoluzione UHDTV 8K (rate 85 Mb/s). La metodologia di trasmissione è di tipo OFDM con multiplexing dei diversi canali di tipo TDM. Il formato di modulazione usato è di tipo QAM multi-livello con codifica di canale di tipo LDPC a rate variabile.

Nel corso del progetto, si richiede di descrivere la struttura del frame trasmesso, considerando le diverse tipologie di segnale video trattate, i formati di modulazione usati in termini di costellazione e codifica di canale, il numero di sottoportanti OFDM da utilizzare, la lunghezza del prefisso ciclico, considerando che il canale multicammino ha un delay spread pari a 800 nsec.

*KAB PPF*



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

**LM-28 o 31/S - Ingegneria elettrica**

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Si considera un nuovo edificio destinato ad RSA con una superficie linda complessiva di 4000mq suddivisa su cinque livelli di cui quattro fuori terra.

Nell'edificio trovano posto:

- Piano interrato : cabina MT/BT, cucina elettrica, lavanderia/stireria, centrale termica, centrale frigorifera, centrale gas medicali/vuoto.
- Piano terra: uffici e reception, refettorio, bar, sala svago, teatro, cappella

-Piano primo/secondo/terzo: stanze per ospiti

-Copertura: 300mq disponibili per impianto fotovoltaico (irradiazione 1500kWh/m<sup>2</sup> anno su piano inclinato a 33°), due locali per unità trattamento aria.

E' necessario individuare quali parti dell'impianto, per la loro importanza, richiedono una continuità assoluta di alimentazione.

L'edificio è dotato di due ascensori posti nella parte centrale ed è interamente climatizzato (riscaldamento invernale e condizionamento estivo).

L'Ente Erogatore dichiara i seguenti dati relativi alla fornitura elettrica MT nel punto di consegna, per l'alimentazione dell'edificio:

- $V_n = 20 \text{ kV}$  trifase; neutro isolato

- $S_{cc} = 600 \text{ MVA}$  (potenza di corto circuito)

Man berücksichtige ein neues Gebäude das als Pflegeheim bestimmt ist , das mit einer Bruttofläche von 4000 m<sup>2</sup> in 5 Geschosse , von denen 4 überirdisch sind.

Im Gebäude findet folgendes Platz:

- Untergeschoss: Kabine MS/NS, elektrische Küche, Waschraum/Bügelraum, Heizraum, Kühlraum, Raum für Medizinische Gase/Leer.
- Erdgeschoss: Büros und Rezeption, Speisesaal, Bar, Aufenthaltsraum, Theater, Kapelle.
- Erstes zweites und drittes Geschoss: Zimmer für Gäste
- Dach: 300 m<sup>2</sup>mq nutzbar für Photovoltaik Anlage (Bestrahlung 1500 kWh/ m<sup>2</sup> im Jahr auf einer 33° geneigter Ebene), zwei Räume für Lüftungsanlagen.

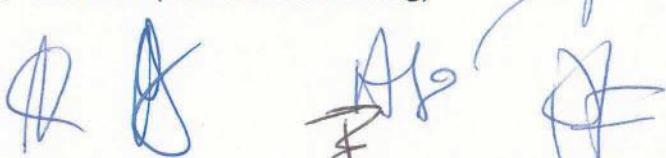
Man soll jene Teile der Anlage ermitteln, die, aufgrund Ihrer Wichtigkeit, eine absolute Kontinuität der Stromversorgung benötigen.

Das Gebäude ist mit zwei Aufzügen im zentralen Bereich ausgestattet, das Gebäude ist vollständig klimatisiert (Heizung im Winter, Klima im Sommer)

Die Versorgungsbetrieb erklärt folgende Daten bezüglich der Stromlieferung in MS am Abgabepunkt für die Stromversorgung vom Gebäude:

- $V_n = 20 \text{ kV}$  Dreiphasenwechselstrom; isoliertes Neutralkabel

- $S_{cc} = 600 \text{ MVA}$  (Kurzschlussleistung)





- $I_g = 100 \text{ A}$  (corrente di guasto verso terra lato MT)
- $t = 0,5 \text{ s}$  (tempo di eliminazione del guasto verso terra)

Il candidato dovrà integrare i dati mancanti con ipotesi motivate e ragionevoli procedendo allo sviluppo dei seguenti punti:

1. Stima del carico convenzionale e delle potenze di progetto
2. Progetto della cabina di trasformazione e del quadro generale di bassa tensione
3. Dimensionamento dell'impianto di terra
4. Progetto esecutivo dell'impianto di una stanza tipo di 20mq con bagno privato
5. Schema a blocchi dell'impianto elettrico in BT e dimensionamento delle linee montanti e delle relative protezioni
6. Dimensionamento dell'impianto di rifasamento e delle relative protezioni.
7. Progetto dell'impianto fotovoltaico in rete, tale da massimizzare l'energia prodotta, produrre gli schemi elettrici ed indicare le principali caratteristiche dei componenti
8. Considerazioni sugli impianti speciali da installare nella struttura

- $I_g = 100 \text{ A}$  (im Fehlerfall durch den Erder abfließender Erdstrom auf Seite der MS)
- $t = 0,5 \text{ s}$  (Zeit für die Beseitigung vom Fehlerfall durch den Erder)

Der Kandidat integriere nach motivierten und angemessenen Annahmen die fehlenden Daten um folgende Punkte entwickeln zu können:

1. Abschätzung der konventionellen Strombelastung und der erforderlichen Leistungen des Projektes
2. Projektierung einer Umspannkabine und eines Hauptschalters in Niederspannung.
3. Dimensionierung der Erdungsanlage
4. Ausführungsprojekt der ElktroAnlage für ein 20 m<sup>2</sup> großes Musterzimmer ausgestattet mit Privatbad.
5. Blockschema der NS-Anlage und Dimensionierung der Steigleitungen und der entsprechenden Schutzvorkehrungen.
6. Dimensionierung der Blindleistungskompensationsanlage und der dementsprechenden Schutzvorkehrungen
7. Projekt der Fotovoltaik Anlage im Netz, um die erzeugte Energie zu maximieren, erstelle die elektrischen Schemen und beschreibe die Haupteigenschaften der Komponenten.
8. Bemerkungen über die im Gebäude erforderlichen Spezialanlagen.

## Tema n. 2

Motore asincrono con accoppiamento a ventilatore tramite cinghie di trasmissione

- Coppia nominale:  $C_n = 483 \text{ Nm}$
- Coeff. coppia di spunto: 2.4
- Coeff. coppia massima: 2.8
- Velocità nominale:  $n = 1485 \text{ g/min}$
- Velocità a vuoto:  $n_0 = 1498 \text{ g/min}$
- Momento di inerzia del motore:  $J = 1.15 \text{ Kg m}^2$
- Rendimento nominale:  $\eta = 0.95$
- Fattore di potenza nominale:  $\cos\phi = 0.82$

Asynchronmotor durch Treibriemen an einem Ventilator verbunden.

- Nennmoment:  $C_n = 483 \text{ Nm}$
- Koeff. Anlaufmoment: 2.4
- Koeff. Maximalmoment: 2.8
- Nenngeschwindigkeit:  $n = 1485 \text{ U/min}$  - Leerlauf Geschwindigkeit:  $n_0 = 1498 \text{ U/min}$
- Trägheitsmoment des Motor:  $J = 1.15 \text{ Kg m}^2$
- Nominalleistung:  $\eta = 0.95$
- Nominalleistung Faktor:  $\cos\phi = 0.82$

*R H P H R H P*



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

**PROVA PRATICA**

Tema n. 1

Il candidato progetti un impianto per la determinazione sperimentale delle curve di potenza di compressori volumetrici industriali.

1. Vengano indicati i componenti fondamentali, i parametri fisici da misurare, le strumentazioni, le procedure di effettuazione delle prove e l'analisi dell'incertezza.
2. Venga inoltre riportato un esempio di curve funzionali che consentano di caratterizzare compiutamente il comportamento della macchina.

Projektiere der Kandidat eine Versuchsanlage zur Erzeugung von experimentellen Leistungskurven von Volumetrischer Kompressor im Industriebereich

1. Stelle die Hauptkomponenten dar, die zu messenden Physischen Parameter, die Instrumentierung, die Prozeduren der Durchführung der Versuche und die Analyse der Unsicherheiten.
2. Beschreibe an Hand eines Beispiel von Leistungskurven, die das Verhalten der Maschine vollständig bestimmt.

Tema n. 2

Un impianto di sollevamento di acqua ad uso industriale ed agricolo con tubature in acciaio deve convogliare una portata di 23 m<sup>3</sup>/h complessivi per un periodo di funzionamento stimato di 6000 ore/anno, aspirando l'acqua da un pozzo con livello costante posto a 4 metri sotto il livello campagna.

L'80% di questa portata va inviata ad un serbatoio in quota alla pressione 200kPa assoluti. Il serbatoio si trova a 100m di distanza dal pozzo ed il livello dell'acqua è mantenuto ad una quota di 20m rispetto al piano di campagna. Tra il punto di prelievo e di consegna è presente una strada statale con carreggiata di 10m. Il restante 20% della portata va inviata con sbocco libero a piano campagna in un canale che dista 800m dal punto di prelievo.

Eine Wasserpumpenanlage im Industrie und Landwirtschaftlichen Bereich bestehend aus Stahlrohre muss für einen gesamten Durchfluss von 23 m<sup>3</sup>/h für eine geschätzte Betriebsdauer von 6000 Std/Jahr ausgelegt werden, das Wasser wird aus einer Quelle mit einem konstanten Wasserspiegel der 4 Meter unter der Null kote liegt gepumpt.

80% vom Durchfluss wird zu einem Behälter der höher liegt geführt mit einem Absoluten Druck von 200kPa. Der Behälter befindet sich 100m von der Quelle entfernt und der Wasserspiegel hat einen Konstanten Höhenunterschied in Bezug zur Null Kote von 20m. Zwischen der Quelle den Behälter befindet sich eine 10m Breite Straße. Der restliche 20% vom Durchfluss wird zu einem 800m entfernten Kanal geführt der sich an derselben Null



-Tempo massimo di avviamento:  $T_{avv_{max}} = 18 \text{ s}$

Il ventilatore assorbe una potenza di 35kW alla velocità di 1200 g/min

-Momento di inerzia del ventilatore:  $J = 15.5 \text{ Kg m}^2$

-Coefficiente di accelerazione:  $K_c = 0.33$

Il candidato dovrà integrare i dati mancanti con ipotesi motivate e ragionevoli procedendo allo sviluppo dei seguenti punti:

1. Calcolo della potenza meccanica nominale erogabile dal motore

2. Calcolo della corrente assorbita a carico nominale

3. Calcolo del rapporto massimo di trasmissione per il funzionamento del motore alla potenza nominale

4. Calcolo della velocità di equilibrio del motore considerando un rapporto di trasmissione pari a 1

5. Calcolo della corrente assorbita nelle condizioni di funzionamento di cui al punto 4 (si considerino il costi ed il rendimento pari a quelli nominali)

6. Dimensionamento dell'impianto di rifasamento per portare il fattore di potenza del motore asincrono nella condizioni di carico di cui al punto 4 al valore di 0,95

7. Dimensionare la linea interrata di alimentazione del motore (Icc a monte 9kA) lunga 150m, dimensionare le protezioni a monte della linea di alimentazione

8. Considerando di accoppiare il motore direttamente al carico ed assumendo una coppia di accelerazione costante pari a  $C_{acc} = 0.45 \times (C_s + C_{max}) - K_c \times C_c$  calcolare il tempo di avviamento. Scegliere la tipologia di avviamento da implementare.

9. Dimensionare le protezioni e gli organi di manovra da installare nel quadro di azionamento posto nei pressi del motore.

-maximale Anlaufzeit:  $T_{avv_{max}} = 18 \text{ s}$

Der Ventilator verbraucht eine Leistung von 35kW mit einer Geschwindigkeit von 1200 U/min

- Trägheitsmoment des Ventilator:  $J = 15.5 \text{ Kg m}^2$

-Beschleunigungsbeiwert:  $K_c = 0.33$

Der Kandidat soll die fehlenden Daten nach motivierten und angemessenen Annahmen integrieren um folgende Punkte entwickeln zu können:

1. Berechnung der mechanischen Nennleistung des Motors

2. Berechnung des Stromverbrauch unter Nennbelastung

3. Berechnung der maximalen Übersetzung für den Betrieb unter Nennleistung

4. Berechnung der Gleichgewichtsgeschwindigkeit unter der Berücksichtigung eines Übersetzungsfaktors gleich 1

5. Berechnung des Stromverbrauch unter den im Punkt 4 beschriebenen Betriebsbedingungen. (man berücksichtige Kosten und Leistungen gleich der Nominalleistung)

6. Dimensionierung der Blindleistungskompensationsanlage um den Leistungsbeiwert des Asynchronmotor unter die im Punkt 4 beschriebenen Belastungsbedingungen auf den Wert 0,95 zu bringen.

7. Dimensionierung der unterirdischen 150m langen Versorgungslinie des Motor (Icc vorher 9kA), Dimensionierung der Sicherheitsvorkehrungen vor der Versorgungslinie.

8. Unter Berücksichtigung den Motor direkt an der Belastung anzuschließen und unter -Annahme eines konstanten Beschleunigungsmoment gleich  $C_{acc} = 0.45 \times (C_s + C_{max}) - K_c \times C_c$  berechne man die Anlaufzeit. Wählen sie die Tipologie, des zu installierenden Anlasser.

9. Dimensionierung der Sicherheitsvorkehrungen und der notwendigen Schaltelemente die im Schaltschrank der in der Nähe des Motors liegt, zu installieren sind.

*(Handwritten signatures and initials)*



**ESAME DI STATO**

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

**Ingegnere – Sezione A**

PRIMA SESSIONE 2017

**Settore industriale**

**LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica**

**PROVA PRATICA**

**Tema n. 1**

Un cementificio consuma 700 t/giorno di marna argillosa composta da 78% di calcare, 21% di argilla (montmorillonite) e 1% di ossido di ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

Il candidato determini:

- a) la produttività giornaliera del cementificio;
- b) il modulo di idraulicità, il modulo silicico e il modulo dei fondenti del cemento prodotto;
- c) la composizione del cemento in ossidi e composti idraulicamente attivi.

Per la produzione del clinker viene usato quale combustibile polverino di carbone. Ipotizzando un eccesso d'aria pari a 2, con opportune ipotesi sulle perdite termiche del forno, si determini il fabbisogno di combustibile giornaliero, la portata dell'aria in ingresso, la composizione e la portata dei fumi in uscita.

Il candidato risponda (argomentandoli) anche ai seguenti quesiti:

- Quello prodotto è un cemento a basso sviluppo di calore?
- Il cemento potrebbe essere un clinker adatto alla produzione di un cemento 52,5 R?
- La fabbricazione del cemento in questione (in termini di temperatura massima di cottura e di tempi necessari) è semplice o difficile?
- Come può essere recuperato il calore dei fumi? Ci sono criticità da considerare?

Si propongano anche eventuali accessori o dispositivi utili al monitoraggio e controllo del consumo energetico e della produttività.

In mancanza di dati numerici specifici (ovvero non rintracciabili nei testi a disposizione) i calcoli andranno condotti utilizzando quantità parametriche utili per poter implementare il calcolo su foglio elettronico.

**Tema n. 2**

Deve essere avviata la produzione di n. 12.000 anelli (diametro interno 20 mm, diametro esterno 28 mm, spessore 5 mm) in allumina per tenute meccaniche. Il materiale dovrà possedere una porosità attorno al 5 vol%. L'azienda ha a disposizione un forno a muffola operante in aria con riscaldamento elettrico e camera di dimensioni pari a 600 mm x 600 mm x 400 mm (larghezza x profondità x altezza) con temperatura massima di targa pari a 1800°C; il forno possiede un isolamento termico in refrattari fibrosi di spessore 100 mm sulle pareti laterali e la volta mentre la base ha spessore pari a 250 mm ed è poggiata su uno spesso basamento in mattoni refrattari



rigidi. La superficie esterna del forno è in lamiera d'acciaio verniciata. Il forno è equipaggiato anche di piastre in SiC di dimensioni 400 mm x 400 mm e spessore 3 mm e di cilindri di supporto in SiC di diametro 10 mm e altezza 30 mm.

Si decide di utilizzare quale materia prima una polvere granulata come di seguito caratterizzata:

	Particle Size <sup>a</sup> ( $\mu\text{m}$ )	Organics (vol%)	Granule Size <sup>b</sup> ( $\mu\text{m}$ )	Granule Density (%)	Fill Density (%)
Alumina substrate	0.7	3.6	92	54	32
Spark plug alumina	2.0	13.3	186	55	34
Zirconia sensor	1.0	10.5	75	55	37
MnZn ferrite <sup>c</sup>	0.7	10.0	53	55 <sup>d</sup>	32
MnZn ferrite <sup>e</sup>	0.2	8.5	56	31	18
Silicon carbide	0.3	20.4	174	45	29
Water (vol%)					
Wall tile	9	13–21	134	38	

L'analisi TG/DTA della polvere ha evidenziato una perdita in peso tra 100°C e 300°C pari a 4.5 wt%.

L'analisi dilatometrica effettuata su un campione cilindrico (diametro 4 mm x altezza 15 mm) realizzato per pressatura è caratterizzata dalle seguenti variazioni dimensionali lineari:

T = 25°C	T = 1200°C	T = 1300°C	T = 1400°C	T = 1500°C	T = 1600°C	T = 1650°C
0	+0.1%	-5%	-15%	-20%	-22%	-22%

Su un campione analogo sottoposto a prova di compressione è stato determinato un carico di snervamento di 12 MPa.

Si richiede al candidato di determinare la durata della produzione e il costo energetico complessivo e per lotto.

Il candidato dovrà altresì (commentando opportunamente ogni risposta) dimensionare lo stampo per la pressatura uniassiale con relativi carichi da applicare e numerosità, definire le modalità di pressatura, specificare il ciclo e le modalità di cottura, dettagliare ogni specifica operazione utile nel processo produttivo.

Si propongano anche eventuali accessori o dispositivi utili al monitoraggio e controllo del consumo energetico e della produttività.

In mancanza di dati numerici specifici (ovvero non rintracciabili nei testi a disposizione) i calcoli andranno condotti utilizzando quantità parametriche utili per poter implementare il calcolo su foglio elettronico.

