



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

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

La/Il candidata/o riporti la definizione e l'articolazione delle fasi progettuali di un progetto di opera pubblica.

Zeige der/die Kandidat/in die Definition und die Gliederung der Projektphasen eines Projekts eines öffentlichen Bau auf.

Tema n. 2

La/Il candidata/o illustri la normativa di sicurezza nei cantieri edili. Descriva poi figure, strumenti e responsabilità.

Erläutere der der/die Kandidat/in die Sicherheit Normen auf den Baustellen im Hochbau. Beschreibe er weiter dabei Figuren, Instrumentarium und Verantwortungen.

Tema n. 3

La/Il candidata/o descriva le problematiche relative all'inquinamento ed alla gestione della acque superficiali e sotterranee. Descriva poi casistiche, sistemi di bonifica e trattamento.

Beschreibe der der/die Kandidat/in die Problematiken in Bezug zur Umweltverschmutzung und die Behandlung der Oberflächengewässer und unterirdische Gewässer. Beschreibe Er/Sie dabei Fallstudien, Bonifizierung- und Behandlungssysteme.





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

| |
|---|
| Settore dell'informazione |
| LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni LM-18 o 23/S - Informatica |

PRIMA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

La/Il candidata/o descriva le principali tecniche di modulazione di ampiezza, frequenza e fase, discutendone le implicazioni pratiche nella codifica e nella trasmissione di dati numerici.

Beschreibe der der/die Kandidat/in die wichtigsten Methoden der Amplituden-Frequenz- und Phasenmodulation \bar{r} und argumentiere über die praktischen Implikationen bei der Kodifizierung und beim Versand von numerischen Daten.

Tema n. 2

La/Il candidata/o descriva le principali tipologie di antenne comunemente utilizzate nei trasmissioni UHF/VHF. Si richiede al candidato di evidenziarne pregi ed eventuali difetti.

Beschreibe der der/die Kandidat/in die wichtigsten Typologien der normalerweise verwendeten Antennen bei UHF/VHF Übertragungen. Erläutere der/die Kandidat/in die Vor- und eventuellen Nachteile.





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

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

| |
|--|
| Settore industriale |
| LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica |
| LM-25 - Ingegneria dell'automazione |
| LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica |
| LM-30 o 33/S - Ingegneria energetica e nucleare |

PRIMA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

La/Il candidata/o esponga e discuta le principali problematiche relative all'impiego di un regolatore proporzionale integrale derivativo (PID), illustrando un caso esemplificativo.

Erkläre und argumentiere der/die Kandidat/in die wichtigsten Problematiken in Zusammenhang mit der Verwendung von eines „proportional–integral–derivativen“ Kontroller (PID) durch die Darstellung eines Beispiels.

Tema n. 2

La/Il candidata/o illustri quale è il ruolo dell'ingegnere e delle tecniche a lui affini, riguardo le attività di protezione del territorio e dell'ambiente. In particolare, a seconda dell'ambito del proprio settore, ed in riferimento degli aspetti di etica professionale, si indichino quali sono le priorità, le tecnologie e le sinergie che possono sussistere con le altre discipline.

Erkläre und argumentiere der/die Kandidat/in die Rolle eines Ingenieurs und der affinen Techniken, in Bezug zum Gelände- und Umweltschutz. Insbesondere, entsprechend seines Tätigkeitbereich und auf Grund der Aspekte der Berufsethik, zeige er/sie welche die Prioritäten, die Technologien und die Synergien sind, die sich mit andere Disziplinen ergeben können.

Tema n. 3

L'aria compressa come fluido di servizio di stabilimento: il candidato discuta della sua produzione (macchinari coinvolti, diverse tipologie degli stessi), dei trattamenti necessari per un suo utilizzo come "aria

Druckluft als Betrieb-Fluide in einer Betriebsanlage: argumentiere der Kandidat über dessen Produktion (verwendete Maschinen und verschiedenen Typologien der Maschinen), die erforderlichen Arbeitsprozesse



[Handwritten signatures and marks in blue ink]



strumenti", della sua distribuzione alle utenze.

für die Verwendung von „Druckluft für Geräte“ und über die Verteilung an die Verbraucher.

Tema n. 4

Energie non rinnovabili ed energie rinnovabili: il candidato fornisca un inquadramento del contesto nazionale e discuta di pregi e difetti delle diverse fonti energetiche, distinguendo tra le diverse tipologie di fonti non rinnovabili (combustibili fossili, energia nucleare) e fonti rinnovabili (solare, eolica, geotermica, idroelettrica, da biomasse).

Erneuerbare und nicht erneuerbare Energien: Erstelle der Kandidat einen Rahmen des Nationalen Kontext, und argumentiere über Vor- und Nachteile der verschieden Energiequellen, mit der Unterscheidung der verschiedenen nicht erneuerbaren Quellen (Fossile Brennstoffe, Kernkraft Energie) und der erneuerbaren Quellen (Solarenergie, Windenergie, Geothermie, Wasserkraft, Bioenergie)





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

| |
|--|
| Settore: Civile e Ambientale |
| LM-23 o 28/S: Ingegneria civile |

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

La/Il candidata/o descriva il capitolato speciale d'appalto e il computo metrico estimativo e il quadro economico. Tre strumenti della direzione dei lavori. Caratteristiche e funzioni.

Beschreibe der/die Kandidat/in die Besonderen Verdingungsordnung die Massen- und Kostenberechnung und die Kostenzusammenfassung. Drei Instrumente der Bauleitung. Eigenschaften und Funktionen.

Tema n. 2

La/Il candidata/o viene nominata/o coordinatore della sicurezza nel cantiere per la costruzione di una palazzina civile. Il committente fornisce il PS. Quali sono gli adempimenti vari, che devono essere assunti a seguito della norma?

Der/Die Kandidat/in wird als Sicherheitskoordinator in einer Baustelle bei der ein Wohngebäude errichtet wird, ernannt. Der Auftragsgeber liefert den SKP. Welche sind die verschiedenen Aufgaben bzw. Verpflichtungen die laut Norm erfüllt werden müssen?



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore: Civile e Ambientale

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

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Il candidato elenchi le principali opere idrauliche destinate al controllo dei processi di erosione fluviale e ne descriva sinteticamente le caratteristiche progettuali e i principi di funzionamento. Inoltre, sulla base delle proprie conoscenze normative, il candidato elenchi quali sono gli elaborati necessari a predisporre un progetto almeno a carattere definitivo di una delle opere e degli interventi descritti.

Tema n. 2

Il candidato illustri, in modo organico e sintetico, i contenuti di un'ipotetica relazione di progetto per una rete di distribuzione idrica (acquedotto) situato in area urbana, evidenziando tra l'altro, i criteri di progettazione, le normative di riferimento, le verifiche fondamentali da eseguire.

Tema 3

Il candidato descriva gli aspetti principali di una relazione progettuale per il progetto preliminare di un impianto di compostaggio della frazione organica da raccolta differenziata dei rifiuti urbani, considerando:

- I flussi di rifiuti attesi in ingresso,
- Lo schema di trattamento (anche con uno schema grafico),
- I criteri di dimensionamento della fermentazione accelerata e della maturazione,
- Le prestazioni attese,
- Le soluzioni per la mitigazione dell'impatto odorigeno,
- I flussi attesi in uscita.



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore: Civile e Ambientale

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

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

La/Il candidata/o descriva il capitolato speciale d'appalto e il computo metrico estimativo e il quadro economico. Tre strumenti della direzione dei lavori. Caratteristiche e funzioni.

Tema n. 2

La/Il candidata/o viene nominata/o coordinatore della sicurezza nel cantiere per la costruzione di una palazzina civile. Il committente fornisce il PS. Quali sono gli adempimenti vari, che devono essere assunti a seguito della norma.

Tema n. 3

La/Il candidata/o illustri i livelli di pianificazione urbanistica e territoriale previsti dalla normativa nazionale. Illustri inoltre un esempio di strumento di piano attuativo, descrivendone in particolare le finalità, i contenuti e l'iter di approvazione.

Tema n. 4

La/Il candidata/o descriva le categorie di intervento previste dalla normativa nazionale con riferimento agli strumenti necessari per il controllo dell'attività edilizia (permesso di costruire, SCIA, ecc.) precisando i profili di responsabilità professionale.



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore dell'informazione

LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Si richiede al/la candidato/a di descrivere lo schema di un sistema di telemetria per veicoli da corsa. Tale sistema deve essere in grado di trasmettere dati relativi ai parametri principali del motore quali: temperatura, numero di giri, pressione dell'olio, in formato digitale ogni 100 mS e ad una distanza di circa 2Km. Si identifichi il sistema radiante e la banda di frequenza più opportune.

Tema n. 2

Si richiede al/la candidato/a di descrivere lo schema un sistema di trasmissione dati in modulazione QAM. In particolare tale sistema deve essere in grado di trasmettere a ciclo continuo dati in formato digitale con una banda di 250MHz limitando il più possibile l'errore sui pacchetti dati. Si consideri un canale "wireless" soggetto ad un rumore gaussiano bianco additivo.



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

| |
|-----------------------------------|
| Settore dell'informazione |
| LM-18 o 23/S - Informatica |

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Il/la candidato/a illustri i principali algoritmi di gestione in un array ordinato di dati omogenei (inserzione, estrazione, ordinamento, ricerca, fusione). Per ciascuno di essi ne illustri le proprietà e la complessità computazionale, analizzandone vantaggi e svantaggi. Presenti inoltre almeno un esempio applicativo di una struttura dati basata su array ordinati.

Stelle der/die Kandidat/in die wichtigsten Verarbeitungsalgorithmen in einem Array aus homogenen Daten dar (Einfügen, Zugriff, Ordnen, Suche, Zusammenfügen). Beschreibe für jeden die Eigenschaften und die Programmierkomplexitäten, durch die Analyse der Vor- und Nachteile. Zeige er dabei mindestens ein Anwendungsbeispiel, einer Datenstruktur eines geordnete Arrays, auf.

Tema n. 2

Il/la candidato/a illustri, aiutandosi con esempi, l'uso dell'allocazione statica e dell'allocazione dinamica della memoria nella programmazione imperativa, illustrandone i principi generali, le caratteristiche, la gestione della memoria. Confronti le due modalità di allocazione, evidenziandone i relativi vantaggi e svantaggi e le tipiche situazioni di utilizzo dell'una e dell'altra modalità di allocazione. Presenti inoltre due brevi esempi di programmazione, in un linguaggio imperativo a scelta, in cui ciascuna delle due modalità di allocazione viene utilizzata.

Der/die Kandidat/in beschreibe mit Hilfe von Beispielen die Verwendung von statischer und dynamischer Speicherung in Bereich imperativer Programmierung, die generellen Prinzipien, die charakteristischen Eigenschaften, die Verwaltung der Speicher. Er vergleiche die beiden Speicherungsmodalitäten und zeichne Vor- und Nachteile auf. Er stelle weiter zwei kurze Programmierungsbeispiele in einer imperative Programmiersprache nach Wahl vor, in denen beide Speichermodalitäten verwendet werden.



Handwritten signatures in blue ink, including the name "Hossein" and several other illegible signatures.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Termodinamica chimica (equilibrio di reazione) e cinetica chimica (cinetica di reazione): il candidato discuta degli ambiti di applicazione e validità delle due discipline, delle interrelazioni tra le stesse, facendo anche riferimento alla logica di sviluppo di un processo industriale sede di reazioni chimiche.

Tema n. 2

Evaporazione: il candidato ne illustri i concetti base, e poi descriva uno specifico caso applicativo industriale, facendo riferimento sia al processo che al relativo impianto.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

[Handwritten signatures in blue ink]



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

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Il candidato illustri i modelli termodinamici, le attrezzature sperimentali e le metodologie per il collaudo di compressori industriali.

Beschreibe der Kandidat die thermodynamische Modelle, die Versuchsausrüstungen und die Kollaudierungsverfahren eines Industriekompressors.

Tema n. 2

Il candidato descriva le turbine a gas per uso industriale, i loro ambiti di applicazione, le caratteristiche impiantistiche e gli aspetti di regolazione e diagnostica.

Beschreibe der Kandidat die Industrie Gas Turbinen, dessen Anwendungsbereiche, die Anlageneigenschaften und die Aspekte der Regelung und Diagnose



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

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

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Il/la candidato/a descriva e sviluppi i seguenti punti:

- schematizzare e descrivere le soluzioni impiantistiche attualmente più diffuse;
- quali sono i pro e i contro dal punto di vista energetico e dell'impatto ambientale delle soluzioni prospettate;
- Pro e contro rispetto alla produzione separata di energia elettrica e termica;
- quali sono i provvedimenti legislativi a favore della cogenerazione.

Il/la candidato/a sviluppi la risposta in modo armonico e non rispondere per punti. Nell'ordine che preferisce.

Tema n. 2

Il/la candidato/a sviluppi i seguenti punti:

- descrivere quali sono le tipologie di macchine a fluido che possono essere utilizzate;
- quali sono i vantaggi e gli svantaggi delle macchine descritte;
- i campi di applicazione delle macchine analizzate;
- quali sono le informazioni necessarie per la scelta della tipologia di macchina;
- quali sono i vantaggi e gli svantaggi della produzione idroelettrica rispetto alle altre fonti di produzione di energia elettrica.

Il/la candidato/a sviluppi la risposta in modo armonico e non rispondere per punti. Nell'ordine che preferisce.


 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A

SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

LM-25 - Ingegneria dell'automazione

SECONDA PROVA SCRITTA

Tema n. 1

Dato un sistema dinamico lineare tempo-invariante nella forma di un modello di equazioni differenziali:

$$\begin{aligned}x'(t) &= A x(t) + B u(t) \\ y(t) &= C x(t) + D u(t)\end{aligned}$$

dove $x(t)$ è il vettore degli stati, $u(t)$ il vettore degli ingressi (variabili di controllo) e $y(t)$ il vettore delle uscite (variabili misurate), e A, B, C, D le matrici a coefficienti costanti che caratterizzano il comportamento del sistema.

La/ll candidata/o discuta, facendo uso di un esempio pratico:

1. I principali metodi matematici o sperimentali utilizzati per progettare un sistema di controllo ad anello chiuso che attraverso il controllo u regoli l'uscita y rendendola il più vicino possibile ad un riferimento y_0
2. Il ruolo del disturbo e i metodi di stima dello stato.

Es sei ein lineares dynamisches Zeitinvariantes Gleichungssystem in Form eines Differenzialgleichung Modells gegeben:

Dabei sei $x(t)$ der Zustandsvektor, $u(t)$ der Eingangsvariablenvektor (Regelungsvariablen) und $y(t)$ der Ausgangsvariablenvektor (Messungen) und A, B, C, D die Matrizen mit Konstanten Koeffizienten die das Verhalten des System Charakterisieren.

Argumentiere der/die Kandidat/in, durch die Verwendung von einen praktischen Beispiel:

1. Die wichtigsten mathematischen- oder experimentelle Verfahren um ein Kontrollsystem mit einen geschlossenen Regelkreis zu entwerfen, der durch die Kontrolle von u den Ausgang y steuert um ihn möglichst nahe an den Referenzwert y_0 zu führen.
2. Die Rolle der Störung und die Methoden der Bewertung des Zustand

Tema n. 2

La/ll candidata/o scelga un processo progettuale di propria competenza ed illustri quali sono le informazioni indispensabili che

Wähle der/die Kandidat/in, einen Entwurfsprozess aus der eigenen Kompetenz, und beschreibe welche





deve acquisire per il processo scelto. Descriva il processo da utilizzare per raggiungere l'obiettivo proposto.

Inoltre è fondamentale, dato il processo progettuale scelto, che la/Il candidata/o illustri l'importanza degli aspetti legati alla sicurezza e agli aspetti normativi che deve tenere in conto.

unverzichtbaren Informationen er für den ausgewählten Prozess erwerben muss um das gesetzte Ziel zu erreichen.

Dabei ist es relevant, in Bezug zum ausgewählten Prozess, dass der/die Kandidat/in die Bedeutsamkeit der Aspekte der Sicherheit und die Normativen Aspekte die dabei zu beachten sind hervorhebt.



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2018

Settore: Civile e Ambientale

LM-23 o 28/S: Ingegneria civile

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Nella Provincia di Trento l'Amministrazione intende costruire un sovrappasso pedonale ad una strada provinciale.

Il Candidato rediga quanto segue:

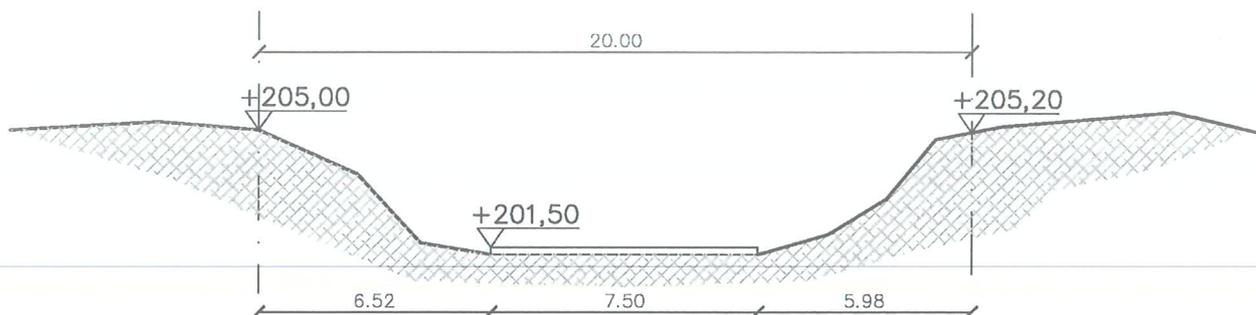
- 1) La descrizione della scelta dei materiali che costituiranno la struttura portante della passerella.
- 2) L'impostazione della relazione di calcolo prestando estrema cura all'analisi dei carichi ed alla combinazione di questi ultimi.
- 3) Una rappresentazione grafica dello schema statico della passerella, specificando i vincoli di appoggio
- 5) La verifica dei seguenti elementi strutturali:
 - a) Impalcato
 - b) Spalla ($\varphi=35,0^\circ$ $c=0$)
 - c) Parapetti
- 7) Un'analisi sismica semplificata della struttura e considerazioni sulla componente verticale.
- 8) Delle considerazioni sulle categorie di sottosuolo in ambito sismico secondo la NTC 2018
- 9) Un disegno di alcuni dettagli costruttivi relativi alle modalità costruttive della struttura scelta.

Die Öffentliche Verwaltung in der Provinz Trient hat vor eine Fußgängerüberquerung einer Landesstraße zu errichten:

Bearbeite der Kandidat folgende Punkte:

- 1) Die Beschreibung der Wahl der Materialien der tragenden Struktur der Fußgängerbrücke.
- 2) Die Strukturierung der Berechnung der Tragstrukturen, mit besonderer Sorgfalt die Lastanalyse und die Lastkombinationen.
- 4) Die graphische Darstellung des statischen Schema der Fußgängerbrücke, mit Festlegung der Freiheitsgrade der Auflager.
- 6) Den Nachweis der folgender Tragwerke:
 - a) Brückentragwerk
 - b) Widerlager ($\varphi=35,0^\circ$ $c=0$)
 - c) Brüstungen
- 7) Eine vereinfachte seismische Analyse des Tragwerk, und Überlegungen zur vertikalen Komponente.
- 8) Überlegungen zur Klassifizierung der Kategorien der Böden Kategorien im seismischen Bereich laut NTC 2018.
- 9) Eine Zeichnung einiger konstruktiven Details bezüglich der Konstruktionsmodalitäten der gewählten statischen Struktur.





Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,027 | 2,509 | 0,194 |
| 50 | 0,034 | 2,533 | 0,219 |
| 72 | 0,038 | 2,546 | 0,248 |
| 101 | 0,043 | 2,516 | 0,273 |
| 140 | 0,049 | 2,498 | 0,291 |
| 201 | 0,054 | 2,548 | 0,305 |
| 475 | 0,072 | 2,663 | 0,327 |
| 975 | 0,089 | 2,712 | 0,344 |
| 2475 | 0,123 | 2,595 | 0,362 |

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_c^* [s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 60 | 0,036 | 2,540 | 0,234 |
| SLD | 101 | 0,043 | 2,516 | 0,273 |
| SLV | 949 | 0,088 | 2,710 | 0,343 |
| SLC | 1950 | 0,114 | 2,624 | 0,357 |

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sismosuolo: **B** info $S_o = 1,200$ $C_c = 1,362$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(risposta sito, P=3/1323 (Rev. 2007) f.c.c.)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1,000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q: **3** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q: **1,5** $\eta = 0,867$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

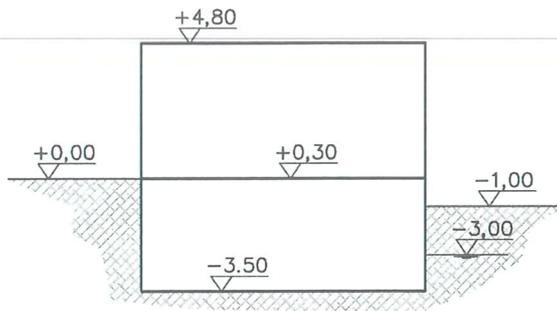




Tema n. 2

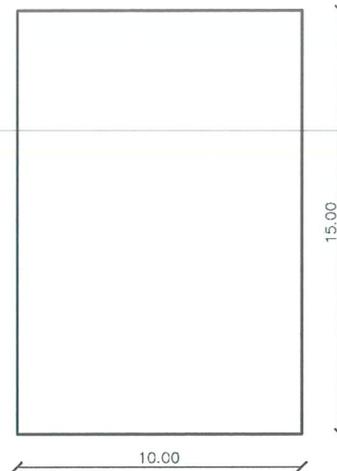
L'edificio rappresentato in figura deve essere realizzato nel comune di Trento, al Candidato/a è richiesto quanto segue:

Das dargestellte Gebäude wird in der Gemeinde Trient errichtet, Berichte der/die Kandidat/in über folgende Punkte:



Sezione – Schnitt

- 1) Descriva la scelta dei materiali che costituiranno la struttura portante dell'edificio.
- 2) L'impostazione della relazione di calcolo prestando estrema cura all'analisi dei carichi ed alla combinazione di questi ultimi. (destinazione d'uso: Edificio Commerciale).
- 3) Rappresentazione grafica dello schema statico dell'edificio
- 4) Verifica dei seguenti elementi strutturali:
 - a) Muro contro terra ($f=35,0^\circ c=0$)
 - b) Verifica solaio
 - c) Verifica della fondazione
- 5) Analisi sismica semplificata dell'edificio.
- 6) Considerazioni sulle categorie di sottosuolo secondo la NTC 2018
- 7) Disegno di alcuni dettagli costruttivi relativi alle modalità costruttive della struttura scelta.



Planimetria - Lageplan

- 1) Die Beschreibung der Wahl der Materialien der Tragstruktur des Gebäude
- 2) Die Strukturierung der Berechnung der Tragstrukturen, mit besonderer Sorgfalt die Lastanalyse und die Lastkombinationen. (Zweckbestimmung: Gewerbe Gebäude)
- 3) Die graphische Darstellung des statischen Schema des Gebäude.
- 4) Den Nachweis der folgender Tragwerke:
 - a) Kellermauer ($f=35,0^\circ c=0$)
 - b) Nachweis der Decke
 - c) Nachweis der Fundamente
- 5) Eine vereinfachte seismische Analyse des Tragwerk.
- 6) Überlegungen zur Klassifizierung der Kategorien der Böden Kategorien im seismischen Bereich laut NTC 2018.
- 7) Eine Zeichnung einiger konstruktiven Details bezüglich der Konstruktionsmodalitäten der gewählten statischen Struktur.





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,027 | 2,509 | 0,194 |
| 50 | 0,034 | 2,533 | 0,219 |
| 72 | 0,038 | 2,546 | 0,248 |
| 101 | 0,043 | 2,516 | 0,273 |
| 140 | 0,049 | 2,498 | 0,291 |
| 201 | 0,054 | 2,548 | 0,305 |
| 475 | 0,072 | 2,663 | 0,327 |
| 975 | 0,089 | 2,712 | 0,344 |
| 2475 | 0,123 | 2,595 | 0,362 |

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 60 | 0,036 | 2,540 | 0,234 |
| SLD | 101 | 0,043 | 2,516 | 0,273 |
| SLV | 949 | 0,088 | 2,710 | 0,343 |
| SLC | 1950 | 0,114 | 2,624 | 0,357 |

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **B** info $S_{e1} = 1,200$ $C_D = 1,362$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0,000$ $S_{e2} = 1,000$ info
(risposta sito $F = 341,225$ (livello 1000g of C2))

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1,000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_1 : **3** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q_2 : **1,5** $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 - - Spettro elastico di riferimento (Cal. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 FASE 3



[Handwritten signatures in blue ink]



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2018

Settore: Civile e Ambientale

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

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Nel comune montano di Scaliera scorre un corso d'acqua che presenta, in un tratto del suo percorso, un ponte in cemento armato. A seguito di eventi pluviometrici non particolarmente intensi, il tratto immediatamente a valle di tale ponte ha presentato segni di forte erosione sia del fondo dell'alveo che delle sponde per un tratto di circa 25 m.

L'asta principale del corso d'acqua per cui è richiesto l'intervento di sistemazione è schematizzabile mediamente con una sezione trapezoidale di base inferiore pari alla larghezza media dell'alveo ($L_m=15m$) e altezza pari a 5 m.

L'elaborazione statistico-probabilistica dei dati pluviometrici di una vicina stazione di misura ha fornito i seguenti coefficienti per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica:

| Tr | 20 anni | 50 anni | 100 anni | 200 anni |
|----|---------|---------|----------|----------|
| A | 35.3 | 39.7 | 44.2 | 48.8 |
| N | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.35 |

Le principali caratteristiche del corso d'acqua in analisi e del rispettivo bacino idrografico sono riportate nella tabella sottostante. La/il candidata/o completi i dati forniti con tutti quelli che ritiene opportuni motivandone brevemente la scelta e la necessità.

| | |
|--|-----------|
| Caratteristiche del bacino | |
| Area (km ²) | 6.8 |
| Lunghezza totale asta fluviale (km) | 3.5 |
| Altitudine massima (m.s.l.m) | 1800 |
| Altitudine media (m.s.l.m) | 1500 |
| Quota della sezione di chiusura (m.s.l.m) | 100 |
| Larghezza media del canale (m) | 15 |
| Pendenza media dell'asta (%) | 15.2 |
| Tipologia di uso del suolo (>90%) | Forestale |
| Caratteristiche del ponte in calcestruzzo | |
| Coefficiente di Gauckler-Strickler (m ^{1/3} /s) | 70 |
| Larghezza (m) | 10 |
| Altezza (m) | 6 |
| Pendenza del fondo (%) | 1 |



[Handwritten signatures and marks in blue ink]



| | |
|------------------------------------|------------------------------|
| Caratteristiche del terreno | |
| Materiale | sabbia medio fine con ghiaia |
| Porosità del terreno (-) | 0.3 |

Dalla situazione sopra delineata, alla/al candidata/o è richiesto di:

1. valutare le portate liquide con i diversi tempi di ritorno adottando un coefficiente di deflusso idoneo alla tipologia di uso del suolo prevalente nel bacino;
2. costruire la scala delle portate in corrispondenza del ponte (scatolare in calcestruzzo) considerando che questi ha sezione rettangolare con base pari a $L_p=10$ m e altezza pari a $H_p=6$ m. Si assuma per il calcestruzzo un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler di $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e si consideri che la pendenza del fondo dello scatolare è costante e pari a $i_p=1\%$;
3. valutare se l'altezza del ponte risulta sufficiente a far defluire la portata (liquida) calcolata con un tempo di ritorno di 200 anni (si consideri il rispetto di un franco di 2m). Nel caso in cui il franco non fosse rispettato, il candidato proponga un'idonea soluzione progettuale;
4. progettare l'intervento di sistemazione delle sponde per un tratto di 25 m (indicare la tipologia di opere ritenute maggiormente idonee allo scopo e disegnare i particolari tipo con le dimensioni). Il candidato, nella scelta progettuale, tenga in considerazione che i tecnici comunali hanno proposto la realizzazione di sponde in massi cementati. E' facoltà del candidato seguire questa proposta o giustificare una diversa scelta.
5. caratterizzare qualitativamente i profili di moto permanente nel tratto oggetto della sistemazione e le eventuali problematiche che la tipologia di soluzione adottata può avere in corrispondenza del ponte.

Nello svolgimento della prova è richiesto che in una prima fase vengano brevemente illustrati tutti i passaggi che si andranno a sviluppare. Ogni formula utilizzata deve riportare una breve descrizione sul suo utilizzo e sul significato dei parametri in essa utilizzati.

Ogni passaggio deve essere opportunamente commentato.

Tema n. 2

Si sviluppi la progettazione di massima di un impianto di trattamento delle acque reflue per un insediamento urbano servito da fognatura separata. È richiesto il dimensionamento di massima su più linee delle unità di trattamento necessarie per la linea acque e la linea fanghi; per quanto riguarda le scelte progettuali, si tenga presente che:

- la linea fanghi deve prevedere come ultimo stadio un essiccamento termico;
- la destinazione dei fanghi essiccati sarà la co-combustione in cementifici.

I dati di progetto sono i seguenti:

- portata media giornaliera: $4 \text{ m}^3/\text{s}$;
- coefficiente di punta nera: 1,25.

| Parametri in ingresso (media giornaliera) | Concentrazioni |
|---|----------------|
| BOD5 mg/L | 247 |
| COD mg/L | 442 |
| Solidi Sospesi mg/L | 305 |
| Fosforo totale (P mg/L) | 3,1 |



[Handwritten signature]

[Handwritten signatures]



| | |
|------------------|-----|
| TKN (N mg/L) | 22 |
| Nitrati (N mg/L) | 1,5 |

Gli standard allo scarico sono quelli richiesti in tabella:

| Parametri allo scarico (media giornaliera) | Concentrazione |
|--|----------------|
| BOD5 mg/L | ≤ 10 |
| COD mg/L | ≤ 100 |
| Solidi Sospesi mg/L | ≤ 10 |
| Fosforo totale (P mg/L) | ≤ 1 |
| Azoto totale (N mg/L) | ≤ 10 |
| Azoto ammoniacale (N mg/L) | ≤ 3 |

Temperatura minima invernale: 11°C ----- Temperatura massima estiva: 21°C

Si sviluppi inoltre la progettazione di fattibilità dell'essiccamento termico (eventualmente su più linee).

Sono richiesti:

- la quantità di acqua da evaporare ipotizzando di essiccare i fanghi al 90% di secco,
- la valutazione del consumo di metano e dell'eventuale contributo ottenibile dal biogas generabile da una digestione anaerobica in linea fanghi.

Si indichino quali criteri devono essere adottati evitare sovraccarichi di azoto a causa del ricircolo delle acque di condensa (dell'essiccatore) in testa all'impianto di depurazione.

Indicare cosa cambierebbe nel dimensionamento dell'impianto di depurazione e nel consumo di combustibile in essiccamento se si adottasse la co-digestione di fanghi e FORSU (da raccolta differenziata).





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2018

Settore: Civile e Ambientale

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

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Dato un lotto di terreno di 100x80 posto in periferia all'incrocio di due strade urbane larghe 10 m, la/il candidata/o progetti un complesso edilizio contenente al piano interrato un parcheggio per 40 autovetture ed al primo piano collegato con esso a mezzo scale ed ascensore un supermercato alimentare dello sviluppo superficiale di circa 2000 mq di mostra espositiva. All'edificio del supermercato è collegato un magazzino contiguo esterno di circa 600 mq.

Il supermercato funzionalmente è composto da:

- Ingresso coperto con filtro di accesso e collegamento esterno con park interrato con scala ascensore e servizi pubblici
- Navate espositive bifrontali con divisione di articoli e banchi di distribuzione diretta di carni pesce formaggi e salumi
- Blocco casse
- Collegamento a magazzino
- Bar
- Zona esterna parzialmente coperta a magazzino derrate scatolate e armadi frigoriferi , alloggiamento macchinari, carico e scarico e servizi e spazi per il personale

Forma dimensioni ed altezza non specificate

Si richiedono i seguenti elaborati:

1. la planimetria del lotto comprensiva del corpo di fabbrica, percorsi veicolari e pedonale, verde di arredo, posti auto, accessi e rampe e carrellature esterne/ interne, scala 1:500/1:200.
2. le piante, scala 1:100, del piano interrato, del piano terra. Le piante devono essere quotate.
3. un prospetto ove emergano i principi compositivi adottati.
4. una sezione di prospetto, scala 1:100.
5. il predimensionamento del sistema strutturale con carichi da normativa,
6. la relazione di sintesi sul processo metodologico seguito con evidenziati materiali e tecnologie. La relazione può contenere dettagli costruttivi in opportuna scala.

La valutazione della prova terrà conto:

- della composizione architettonica,





- della razionalità della soluzione funzionale,
- della rappresentazione e dell'organizzazione degli elaborati.

Tema n. 2

La/il candidata/o sviluppi il progetto di una piccola palazzina suddivisa in uffici a Trento nord. Il manufatto è da edificare su un lotto di 30x30 m lambito da 2 strade.

Nell'edificio deve trovare posto una sala riunione (circa 90 posti), una segreteria, una sala d'attesa quattro uffici, due uffici direzionali, archivi/depositi, sala soggiorno, servizi igienici, spazi tecnici.

Le norme tecniche di attuazione del PRPG individuano i seguenti parametri:

- indice di fabbricabilità fondiaria 3,0 mc/mq
- rapporto di copertura 60%
- altezza massima 8 m

Alla/al candidata/o è lasciata la massima libertà nella scelta della tipologia costruttiva e tecnologica, delle caratteristiche distributive e funzionali dei locali.

Sono richiesti i seguenti elaborati:

1. planimetria in scala 1.500 (con indicazione dell'orientamento geografico – nord),
2. piante piano terra e primo piano, 1 prospetto e 1 sezione dell'edificio, in scala 1:100,
3. dettagli costruttivi, in scala 1: 5,
4. il predimensionamento del sistema strutturale con carichi da normativa,
5. breve relazione di sintesi sul processo metodologico seguito.

La valutazione della prova terrà conto:

- della composizione architettonica,
- della razionalità della soluzione funzionale,
- della rappresentazione e dell'organizzazione degli elaborati.





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2018

Settore dell'informazione

LM-27 o 30/S - Ingegneria delle telecomunicazioni

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Si vuole costruire un sistema di monitoraggio per agricoltura di precisione che permetta di ottimizzare il consumo di acqua e l'utilizzo di pesticidi. Il sistema deve essere basato su una rete di sensori collegati mediante un opportuno canale wireless e deve rispettare seguenti specifiche:

- 1) I sensori devono poter trasmettere le informazioni su un canale wireless a frequenza $f_w = 10$ GHz (per non interferire con i sistemi WiFi a 2.45 e 5.8 GHz eventualmente presenti in loco).
- 2) Ogni sensore deve essere indipendente dal punto di vista energetico per almeno un anno di attività.
- 3) Il sistema deve poter coprire un'area di 10 ettari.
- 4) Ogni sensore deve essere in grado di inviare livello di umidità, temperature e Ph del suolo ogni 30 secondi ad una stazione remota che provvederà ad immagazzinare i dati su un opportuno database.

Si richiede al candidato di dettagliare il più possibile lo schema del sistema, i sistemi radianti (antenne) più adatti da inserire sui sensori e la rete di alimentazione del sistema, tenendo conto che tale sistema deve essere installata in un'area rurale non dotata di rete elettrica.

Tema n. 2

Si progetti il sistema di ricetrasmisione per un satellite relay geostazionario avente le seguenti caratteristiche:

- 1) Frequenza del canale di Up-Link 15GHz banda 250MHz.
- 2) Frequenza del canale di Down-Link 24GHz banda 250MHz.
- 3) Entrambi i canali di Up e Down Link devono operare in polarizzazione circolare RHCP.
- 4) Il sistema radiante per il canale di Down Link deve essere in grado di reindirizzare il lobo principale senza utilizzare i motori di assetto del satellite.

Si richiede al candidato di dettagliare il più possibile lo schema del satellite, dettagliando il più possibile i sistemi radianti più opportuni per i canali di Up e Down Links.





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2018

| |
|----------------------------------|
| Settore dell'informazione |
| LM-18 o 23/S - Informatica |

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Un ospedale di media grandezza (500-1000 posti letto) intende realizzare un sistema web fondato su una base di dati relazionale che conservi i dati relativi al personale nei vari ruoli (medico, infermieristico, logistico, amministrativo).

I dati di interesse sono l'anagrafica dei lavoratori nei vari ruoli, la descrizione delle loro mansioni, e la gestione dei loro stipendi. Tramite il sistema web:

- i membri del personale possono accedere in sola lettura alle informazioni relative ai propri dati e stipendi
- i membri amministrativi addetti al personale possono accedere e modificare ai dati di cui sopra
- l'amministratore di sistema abilita gli accessi di tutti gli altri utenti.

Il/la candidato/a, facendo ipotesi sui dettagli mancanti e che potrebbero derivare dall'analisi, descriva l'architettura generale del sistema e le tecnologie che intende utilizzare; inoltre definisca le parti principali della base di dati, illustrandone il modello concettuale, logico e fisico, e tracci schematicamente l'implementazione di una funzione che riporti la lista dei medici e il costo totale dei loro stipendi.

Ein mittelgroßes Krankenhaus(500-1000 Betten) möchte einen Websystem realisieren das sich auf relationalen Daten basiert welche die Daten vom Personal in den verschiedenen Rollen (Arzt, Krankenpfleger, Logistik, Verwaltung) archiviert.

Die interessierenden Daten sind dabei, die Personaldaten der verschiedenen Figuren, die Beschreibung der Aufgaben und Befugnisse, die Verwaltung der Gehälter. Durch das Websystem:

- Das Personal hat ~~den~~ nur Lesezugriff an den Eigenen Daten und Gehälter
- Das Verwaltungspersonal hat den Zugriff an den obengenannten Daten und darf diese Daten modifizieren.
- Der Systemadministrator befähigt die Zugang aller anderen Benutzer

Der/Die Kandidat/in, unter Annahme der fehlenden Details, die aus der Analyse resultieren könnten, beschreibe die allgemeine Systemarchitektur und die Technologien die er/sie verwenden möchte; er/sie definiere die wichtigsten Teile der Datenbasis, durch die Beschreibung, des logischen und physischen Konzept des Modells und erstelle die schematische Implementierung einer Funktion dar, welche die Liste der Ärzte und die Gesamtkosten ihrer Gehälter wiedergibt.

Tema n.2





Un negozio di noleggio biciclette con un parco di 50 biciclette elettriche di alta qualità richiede un preventivo per la definizione di un sistema per il monitoraggio in tempo reale della posizione geografica delle biciclette noleggiate basato su GPS. Ogni bicicletta sarà georeferenziata e le informazioni relative ad essa devono essere visualizzabili su mappa in un sistema GIS, e in remoto anche da tablet e smartphone.

L'azienda ha attualmente un database sviluppato ad hoc tramite il quale conserva le informazioni sulla manutenzione delle biciclette e un database basato su un DBMS commerciale che gestisce il nolo delle biciclette e i clienti.

Il/la candidato/a, facendo ipotesi sui dettagli mancanti che potrebbero derivare dall'analisi, produca uno studio di fattibilità che contenga i requisiti principali del sistema espressi in termini di casi d'uso, un'architettura di massima del sistema sia hardware che software, uno schema del piano di realizzazione, una stima dello sforzo richiesto per lo sviluppo e la manutenzione del sistema. Infine, ipotizzando liberamente i prezzi di materiali, software e personale stimi il costo per la realizzazione e il costo per il mantenimento del sistema.

Ein Geschäft das Fahrräder vermietet, mit einem Fuhrpark von 50 elektrischer Fahrräder hoher Qualität fordert sie auf einen Kostenvoranschlag zu erstellen, für die Definition eines Überwachungssystems, in Echtzeit, der die geographischen Position der vermieteten Fahrräder durch die Verwendung von GPS, anzeigt. Jedes Fahrrad wird georeferenziert und die deren Informationen müssen auf einer Mappe in einem GIS System dargestellt werden können und in Zukunft auch auf Tablet und Smartphone. Die Firma hat zurzeit ein Database, mit der die Wartungsdaten der Fahrräder gespeichert werden können und ein Database basierend auf eine kommerzielle DBMS das die Vermietung der Fahrräder und die Kunden verwaltet.

Der/Die Kandidat/in, unter Annahme der fehlenden Details, die sich aus der Analyse als Notwendig herausstellen könnten, erstelle eine Machbarkeitsstudie, welche die Anforderungen infolge der verschiedenen angeführten Anwendungen beinhaltet, eine grobe Architektur des Hard- sowie Softwaresystem, einen schematischen Plan der Realisierung, eine Schätzung des Aufwandes für die Entwicklung und Erhaltung des Systems.

Letztlich, schätze er , unter freier Annahme der Preise der erforderlichen Materialien, Software und Personal, die Kosten der Realisierung und der Instandhaltung des Systems.



Handwritten signatures in blue ink:



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

LM-22 o 27/S - Ingegneria chimica

PROVA PRATICA

Tema n. 1

In un impianto per la produzione di succo di frutta concentrato, si provvede ad aumentare il tenore di "sostanza secca" nel succo a mezzo di un evaporatore a 3 stadi che opera con vapore vivo (prodotto da apposita caldaia a metano) nel primo stadio, e nei seguenti stadi con vapore ottenuto dallo stesso fluido di processo (succo di frutta). Si spieghino le possibilità di funzionamento di un tale sistema (con ri-compressione dei vapori ovvero operando a pressioni differenziali nei vari stadi), nonché le varie apparecchiature (pompe, scambiatori, condensatori, sistemi del vuoto, ecc.) necessari al suo funzionamento. Si tracci un P&ID del sistema di processo.

Si faccia poi un dimensionamento di massima di un evaporatore a tre stadi in grado di concentrare una portata di 30 ton/giorno di succo di arancia fresco (con il 8% di sostanza secca in ingresso) sino ad ottenere un prodotto – succo di frutta concentrato – avente il 18% di sostanza secca. Si calcoli la portata di succo di arancia concentrato in uscita dall'evaporatore, nonché la portata di vapore vivo necessario per operare il sistema in regime permanente (l'impianto è inteso per lavorare 24 ore/giorno), nonché il consumo di metano della caldaia atta a produrre il vapore medesimo.

La/il candidata/o assuma ogni altro dato eventualmente necessario per lo svolgimento del tema e giustifichi le scelte.

Tema n. 2

Un impianto per la produzione di carboni attivi opera trattando una portata in ingresso pari a 10 ton/giorno di gusci di noci di cocco. Il candidato progetti il ciclo di lavoro di una tale sistema, con le varie fasi operative (essiccamento materia prima, macinazione, trattamento termico in presenza di agente attivante, ecc.). Discuta inoltre di quelle che devono essere le caratteristiche fisiche dei prodotti "carboni attivi", anche in funzione degli impieghi cui gli stessi potranno essere destinati. Sulla base del ciclo di lavoro scelto e progettato, il candidato illustri e dimensioni i vari apparecchi presenti nel ciclo stesso, e faccia una stima di quelli che sono i costi di processo per unità di massa di carbone attivo prodotto, assumendo rese ragionevoli per i vari trattamenti cui i gusci di noci di cocco vengono sottoposti per la loro trasformazione in carboni attivi.

La/il candidata/o assuma ogni altro dato eventualmente necessario per lo svolgimento del tema e giustifichi le scelte.





ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A
SECONDA SESSIONE 2018

| |
|-------------------------------------|
| Settore industriale |
| LM-33 o 36/S - Ingegneria meccanica |

PROVA PRATICA

| | |
|--|--|
| In condizioni di progetto, una turbina a gas il cui schema è riportato in figura, presenta i seguenti dati: | Als Projektvorlage beinhaltet eine Gasturbine, im Bild die Darstellung vom Schema, folgende Daten: |
| Rendimento isentropico total to total del compressore Isentroper Leistung "total to total" des Kompressor | 0,8 |
| Rapporto di compressione totale del singolo compressore Gesamtes Verdichtungsverhältniss des einzelnen Kompressor | 2:1 |
| Perdite di pressione totale del riscaldatore Gesamtdruckverluste des Erwärmer | 0,069 bar |
| Perdite di pressione totale di ogni lato degli scambiatori Gesamtdruckverluste von jeder Seite der Wärmetauscher | 0,103 bar |
| Rapporto termico degli scambiatori Thermisches Verhältniss der Wärmetauscher | 0,75 |
| Perdite di pressione totale della camera di combustione Gesamtdruckverluste der Brennkammer | 0,137 bar |
| Rendimento della combustione Verbrennungskoeffizient | 0,98 |
| Rendimento isentropico total to total della turbina (compressore) Isentroper Leistung "total to total" der Turbine (Kompressor) | 0,87 |
| Rendimento meccanico Mechanische Leistungskoeffizient | 0,99 |
| Perdite di pressione totale del post-riscaldatore Gesamtdruckverluste im Nachheizer | 0,103 bar |
| Rendimento della combustione del post-riscaldatore Verbrennungskoeffizient des Nachheizer | 0,98 |
| Rendimento isentropico total to total della turbina (di potenza) Isentroper Leistung "total to total" der Turbine | 0,80 |





Si ipotizzi un costo unitario dell'energia elettrica (comprensivo di oneri e imposte) pari a 0,186 €/kWh.

Assumere, con il supporto di motivazioni ingegneristiche ben argomentate, i parametri di progetto non altrimenti specificati.

Man nehme die Einheitskosten der Stromenergie (inklusive Steuern und Gebühren) gleich 0,186 €/kWh an

Nehme der Kandidat, durch gut beschriebene technische Begründungen, die nicht weiter bestimmten Projektdaten an.



Handwritten signature in blue ink



ESAME DI STATO

Per l'abilitazione all'esercizio della professione di

Ingegnere – Sezione A SECONDA SESSIONE 2018

Settore industriale

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

PROVA PRATICA

Tema n. 1

Le è stata commissionata la progettazione di massima di una centrale idroelettrica in un bacino montano.

L'obiettivo è quello di confrontare il Pay Back Period (tempo di ritorno dell'investimento) fra due possibili soluzioni progettuali che dipendono dall'estensione del bacino idrografico considerato e di conseguenza della portata che la centrale idroelettrica può derivare.

Si tenga presente che la derivazione deve rispettare la normativa riguardante il rilascio del deflusso minimo vitale (DMV).

Le portate medie mensili che vengono fornite nella tabella sottostante sono le portate misurate in alveo alla sezione di chiusura del bacino competente alla prima alternativa progettuale.

La prima proposta progettuale (PROG_1) utilizza un bacino di estensione pari a 50 km².

La seconda proposta progettuale (PROG_2) utilizza un bacino di estensione pari a 25 km².

Per entrambe le alternative progettuali il salto disponibile per la turbina è pari a H = 5 m.

Si consideri un rendimento complessivo dell'impianto pari a 0.85.

Si consideri un prezzo di vendita dell'energia elettrica prodotta pari a 0.08 €/kWh.

Per la determinazione del costo di realizzazione dell'opera si utilizzi la seguente formula:

$$C = \frac{20000}{P_{nom}} + 15000 P_{nom}^{-0.3} \quad \left[\frac{\text{€}}{\text{kW}} \right]$$

dove P_{nom} rappresenta la potenza nominale [kW] dell'impianto. Da tenere presente che il valore di C ottenuto è il costo dell'impianto per ogni kW di energia prodotta.

Il candidato dovrà:

1. Scegliere quale alternativa progettuale è la migliore al fine di minimizzare il Pay Back Period
2. Scegliere per le due alternative la turbina idraulica più idonea e motivare la risposta
3. Rappresentare schematicamente l'impianto idroelettrico

Ogni informazione che viene ritenuta non presente nel testo d'esame, può essere ipotizzata dal candidato motivando la scelta fatta.

Tabella 1. Portate misurate alla sezione di chiusura del bacino per l'alternativa progettuale 1.

| Mese | Q [m ³ /s] |
|----------|-----------------------|
| Gennaio | 0.5 |
| Febbraio | 1.5 |
| Marzo | 1.5 |
| Aprile | 2 |
| Maggio | 2.5 |





| | |
|-----------|-----|
| Giugno | 2 |
| Luglio | 1 |
| Agosto | 1 |
| Settembre | 2.5 |
| Ottobre | 2 |
| Novembre | 1 |
| Dicembre | 0.5 |

Tabella 2. Coefficienti specifici di DMV in funzione dell'estensione del bacino.

| Estensione bacino [km ²] | DMV specifico [l/s*km ²] |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1000 | 2 |
| 500 | 2.3 |
| 200 | 2.7 |
| 50 | 3 |
| 10 | 3.5 |
| <5 | 4 |

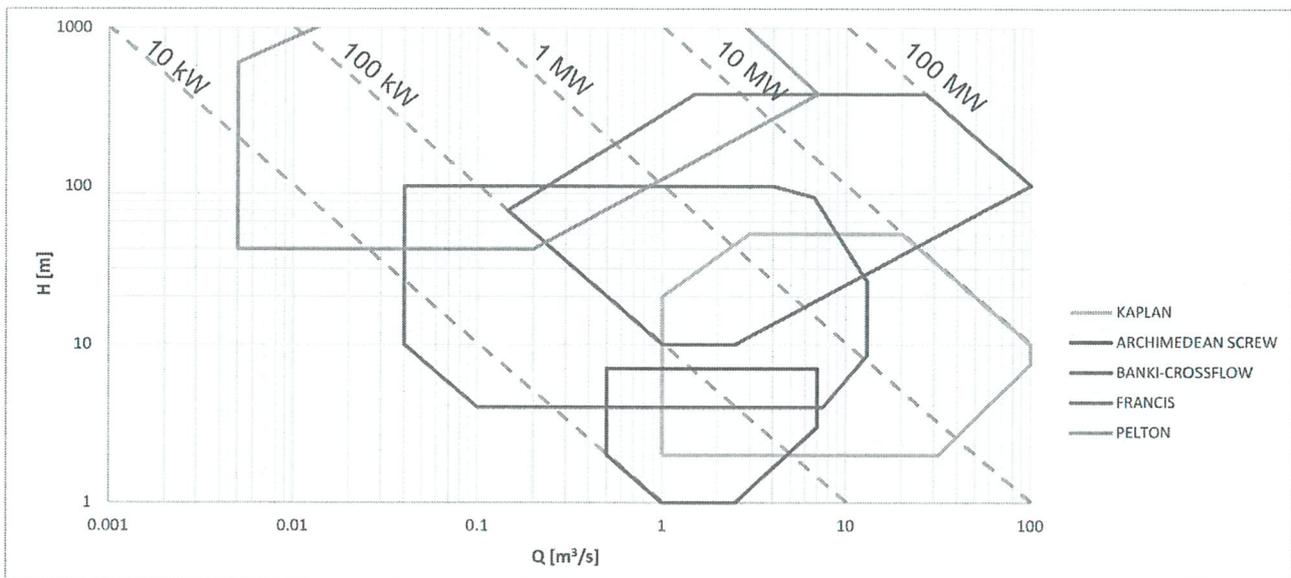


Figura 1. Diagramma carico (H) – portata (Q) per la scelta della tipologia di turbina da utilizzare

Tema n. 2

Gruppo a compressione e derivazione (Impianto di cogenerazione)

Un impianto industriale a compressione e derivazione presenta i seguenti dati:

- portata di vapore di alta pressione verso l'utenza:
- portata di vapore di bassa pressione verso l'utenza:
- portata di ritorno di condensa:
- temperatura della condensa di ritorno:
- pressione della condensa di ritorno:
- portata di acqua di reintegro:
- temperatura dell'acqua di reintegro:
- pressione dell'acqua di reintegro:
- Pressione di produzione del vapore:

$$G_{f2} = 18500 \text{ kg/h a } 23 \text{ bar}$$

$$G_{f3} = 105000 \text{ kg/h a } 5 \text{ bar}$$

$$G_4 = 0.5(G_{f2} + G_{f3})$$

$$T_4 = 80^\circ\text{C}$$

$$p_4 = 1 \text{ atm}$$

$$G_5 = 0.5(G_{f2} + G_{f3})$$

$$T_5 = 15^\circ\text{C}$$

$$p_5 = 1 \text{ atm}$$

$$p_c = 115 \text{ bar}$$



(Handwritten signatures and marks)



- Temperatura di produzione del vapore: $T_c = 525\text{ }^\circ\text{C}$
- Pressione del vapore alla prima derivazione: $p_2 = 23\text{ bar}$
- Pressione del vapore allo scarico della turbina di bassa pressione: $p_3 = 5\text{ bar}$
- Pressione di ammissione in turbina di alta pressione: $p_1 = 110\text{ bar}$
- Temperatura di ammissione in turbina di alta pressione: $T_1 = 520\text{ }^\circ\text{C}$
- Rendimento delle palette del corpo AP: $\eta_{AP} = 0.78$
- Rendimento delle palette del corpo BP: $\eta_{BP} = 0.81$
- Rendimento organico delle turbine: $\eta_0 = 0.98$
- Rendimento termico (per perdita di calore) delle turbine: $\eta_T = 0.98$
- Rendimento globale dell'alternatore: $\eta_{alt} = 0.97$
- Rendimento idraulico delle pompe: $\eta_p = 0.78$
- Rendimento elettromeccanico delle pompe: $\eta_{pem} = 0.97$
- Rendimento globale del generatore di vapore: $\eta_{gen} = 0.90$
- Rendimento che tiene conto dell'assorbimento di potenza dovuto agli organi ausiliari: $\eta_{aus} = 0.96$
- Perdita di carico fra la mandata della pompa di alimento e l'ammissione in turbina: $p_8 = 1.15 p_1$
- Perdite di carico nel preriscaldatore lato acqua: $p_8 - p_{10} = 1.5\text{ bar}$
- Perdite di carico nel preriscaldatore lato vapore: *trascurabili*
- Perdite di carico fra lo scarico del corpo di BP ed il degasatore: $p_3 - p_d = 0.3\text{ bar}$
- Perdite di carico fra lo scarico del corpo di AP ed il preriscaldatore: $p_2 - p_s = 1\text{ bar}$
- Perdite di carico per laminazione sulle valvole di regolazione del corpo BP: $p_2 - p_{2'} = 1\text{ bar}$
- Temperatura di ammissione in caldaia: $T_{10} = T_{SAT,9} - 3.2\text{ }^\circ\text{C}$
(T_{SAT} è la temperatura di saturazione del fluido a p_9)
- Temperatura di ingresso del condensato nel degasatore rispetto alla temperatura di ingresso dell'acqua di alimento: $T_9 = T_8 + 5.5\text{ }^\circ\text{C}$
- Potere calorifico inferiore del combustibile: $H_i = 40000\text{ kJ/kg}$

Con riferimento alla figura 1 si chiede di determinare:

I parametri termodinamici e le portate nei punti caratteristici dell'impianto.

Lo schema di ciclo su diagramma termodinamico T-S.

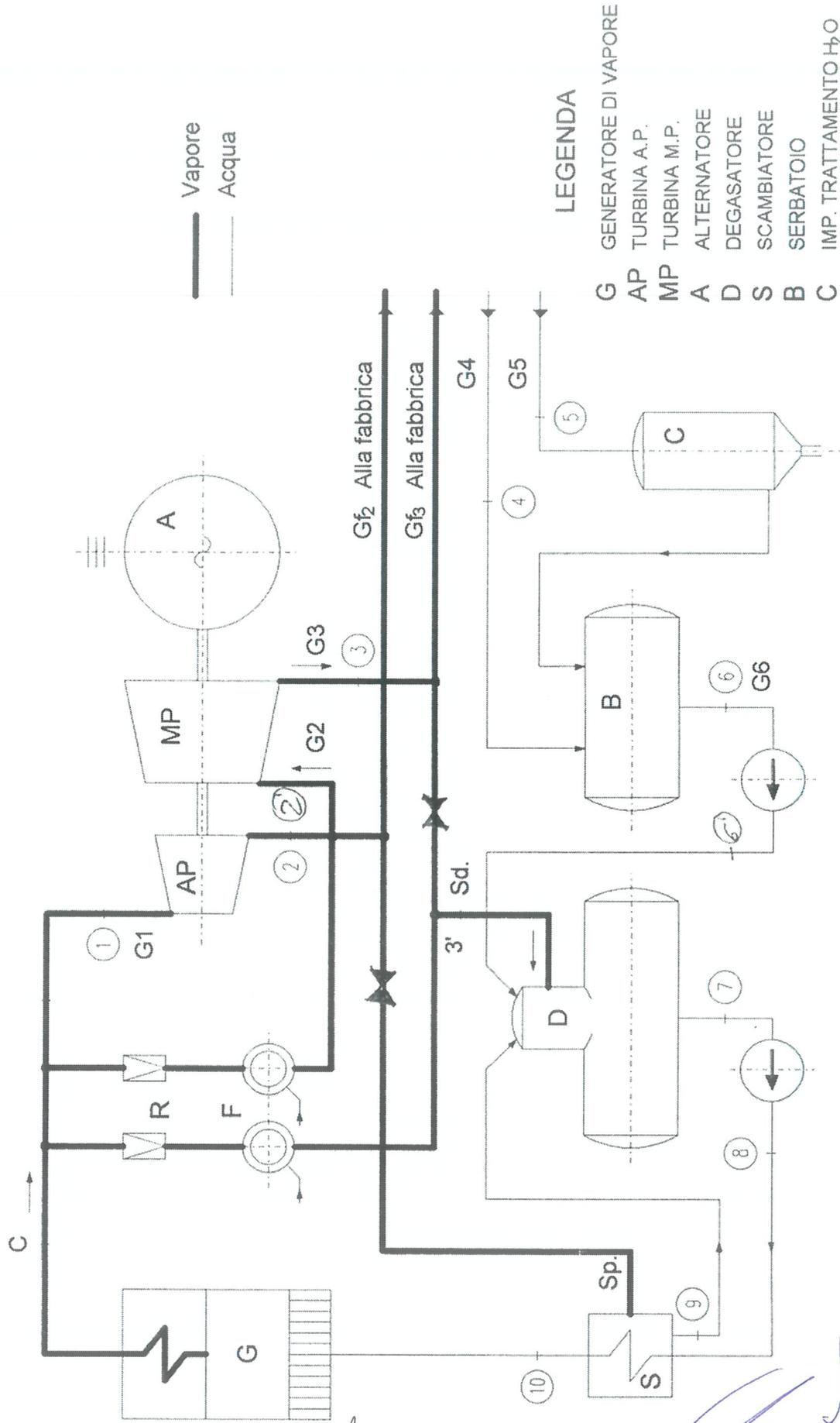
La potenza assorbita dagli ausiliari, potenza all'asse dell'alternatore, consumo giornaliero di carburante, rendimento di cogenerazione.

Fig. 1





GRUPPO A DERIVAZIONE E CONTROPRESSIONE



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]