

ESAME DI STATO PER LA PROFESSIONE DI INGEGNERE

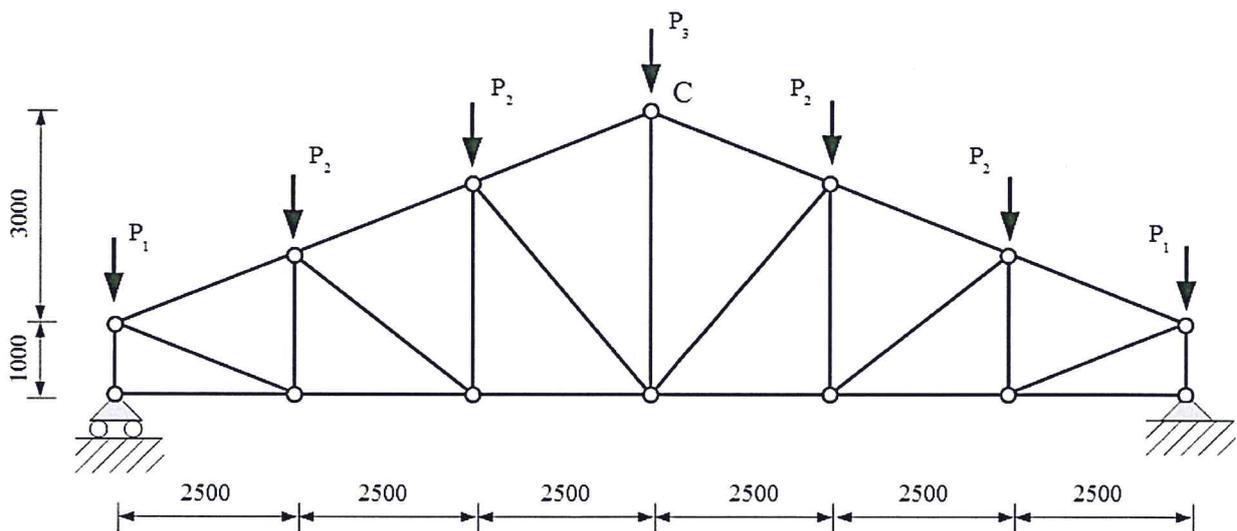
I SESSIONE 2018

IV prova scritta - 18 luglio 2018

Settore Civile Ambientale

Sezione A

Tema 1: Strutture 1



Sia data la struttura reticolare piana in acciaio rappresentata in figura (quote in millimetri).

Si richiede

- i) il predimensionamento e la verifica della struttura. Si tenga conto del carico di punta in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni;
- ii) la determinazione dello spostamento verticale del nodo C;
- iii) il moltiplicatore dei carichi che determina il collasso della struttura;
- iiii) il progetto, la verifica e la rappresentazione grafica di almeno un nodo della struttura;



iiii) la modifica della struttura al fine di dimezzare lo spostamento del punto C. A tal fine il candidato potrà variare le sezioni delle aste e/o la geometria della struttura (es. l'inclinazione delle falde).

Si assumano i seguenti valori dei carichi di progetto:

$$P_1 = 8 \text{ kN};$$

$$P_2 = 12 \text{ kN};$$

$$P_3 = 6 \text{ kN}.$$

Tema 2: Strutture 2

Si deve realizzare un garage monopiano di forma irregolare, la cui pianta schematica è rappresentata in Figura 1. La struttura è composta da un telaio spaziale in cemento armato formato da 8 pilastri con le relative travi, da progettare. I carichi permanenti portati caratteristici dell'unico livello (copertura dei garage) sono stimati in 1.50 kN/mq ed il valore caratteristico del peso proprio del solaio può essere assunto pari a 3.0 kN/mq. I carichi variabili sono conformi a quanto richiede la norma per coperture, considerando che la struttura si trova a Modena. Non vi sono tamponamenti a chiusura della struttura.

Si chiede di effettuare la progettazione della struttura in c.a., in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti o precedenti (D.M. 14.01.2008 oppure D.M. 17.01.2018). In particolare:

1. Si definisca l'azione del sisma di progetto giustificando opportunamente il fattore di struttura che s'intende adottare.
2. Con riferimento alla geometria di Figura 1, si valutino baricentro di massa e di rigidezza del sistema, considerando i pilastri tutti uguali e massa del solaio distribuita uniformemente sulla superficie della copertura. Per semplicità, è possibile trascurare la massa dei pilastri.
3. Data la possibile irregolarità in pianta causata dalla forma, si richiede di definire la dimensione "K" dell'allineamento "C" affinché il modo proprio di vibrare in direzione "Y" (direzione nord-sud) risulti disaccoppiato dal modo torsionale.
4. Nella configurazione identificata al punto 3, si valutino le 3 frequenze proprie del sistema rappresentato in Figura 1, considerando il solaio infinitamente rigido. Per semplicità, si può far riferimento anche all'ipotesi di travi rigide (telaio shear-type).
5. Si valutino le sollecitazioni (azioni interne) e si eseguano le verifiche di resistenza per almeno una travata ed un pilastro, in accordo con il metodo degli stati limite, applicando il criterio delle gerarchie delle resistenze (capacity design) se opportuno. Per la valutazione dell'effetto dell'azione sismica si consideri un'analisi lineare dinamica. Le dimensioni di travi e pilastri in Figura 1 sono indicative e possono essere modificate dal candidato in base al progetto effettuato, senza però modificare la geometria complessiva della struttura.
6. Si eseguano elaborati grafici schematici che mostrino la posizione delle armature calcolate, specificando i dettagli necessari per rendere conforme alla normativa quanto progettato.
7. Si valutino gli spostamenti della struttura allo Stato Limite di salvaguardia della Vita umana (SLV).



Per la verifica si tenga presente che l'edificio si trova nel comune di Modena e che i parametri per la definizione dell'azione sismica sono riportati in Tabella. Il terreno è assimilabile alla tipologia "C", "Depositi di terreni a grana fina mediamente consistenti".

Le quote sono in centimetri. Qualunque dato mancante può essere assunto dal candidato previa opportuna giustificazione.

"Stato Limite"	Tr	a _g	F _o	T* _c
	[anni]	[g]	[-]	[s]
Salvaguardia della Vita	475	0.16	2.50	0.30

Tabella 1. Parametri per la definizione dell'azione sismica

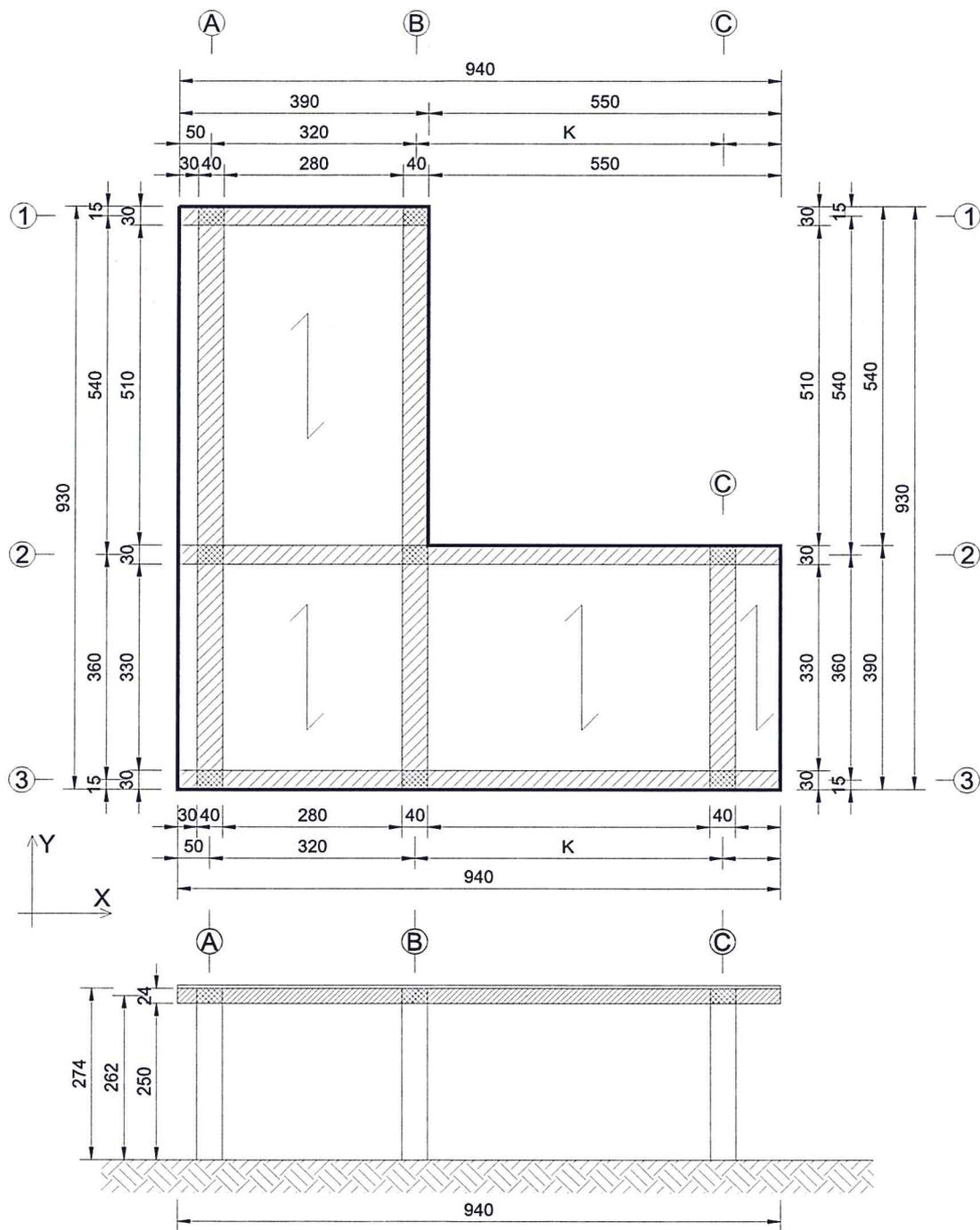
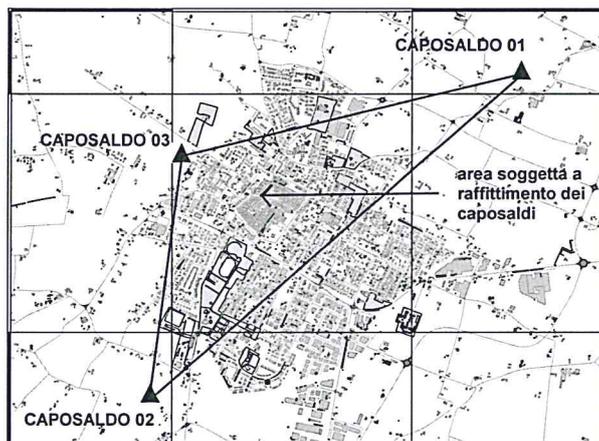


Figura 1. Pianta della struttura

Tema 3: Geomatica

La mappa riporta la posizione di tre caposaldi (definiti attraverso i codici 01, 02 e 03 e rappresentati in figura dai triangoli neri) che sono stati utilizzati per un lavoro di rilevamento con metodo GPS (*Global Positioning System*) in modalità statico-relativa. Tali caposaldi saranno utilizzati come punti di appoggio per un successivo lavoro di raffittimento all'interno dell'area più densamente urbanizzata.



NOTA: l'immagine ha il solo scopo di visualizzare l'urbanizzazione del territorio coinvolto e non deve essere utilizzata per dedurre informazioni sulle coordinate dei punti coinvolti nel progetto di rilevamento.
La posizione dei caposaldi 01, 02 e 03 è solo indicativa.

Durante tale rilevamento sono stati utilizzati ricevitori in grado di acquisire dati di codice e fase nelle portanti L1 e L2. I dati acquisiti hanno consentito il calcolo dei vettori indipendenti riportati nella tabella insieme alle relative deviazioni standard (le correlazioni fra le componenti vettoriali sono considerate nulle).

Vettore (baseline)	Componenti del vettore (m)	Dev. st. della componente (m)
Da 02 a 01	dX = 526,9470 m	$\sigma(x) = 0,0015$ m
	dY = 2106,6010 m	$\sigma(y) = 0,0007$ m
	dZ = -258,0220 m	$\sigma(z) = 0,0010$ m
Da 01 a 03	dX = -2152,3950 m	$\sigma(x) = 0,0029$ m
	dY = -3758,2000 m	$\sigma(y) = 0,0015$ m
	dZ = 2627,9450 m	$\sigma(z) = 0,0029$ m
Da 02 a 03	dX = -1625,4520 m	$\sigma(x) = 0,0012$ m
	dY = -1651,5840 m	$\sigma(y) = 0,0006$ m
	dZ = 2369,9070 m	$\sigma(z) = 0,0001$ m

Il punto 01 ha coordinate cartesiane note (in un definito ITRF). Queste valgono:

$$X_{101} = 4480645,000 \text{ m}, Y_{101} = 526226,000 \text{ m}, Z_{101} = 4493206,000 \text{ m}$$

Le coordinate dei caposaldi 02 e 03 sono, invece, incognite.

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

- Descrivere in sintesi la modalità di rilevamento statico-relativa utilizzata nei metodi di posizionamento satellitare di precisione e definire la condizione che rende i vettori (baseline) indipendenti fra loro;

- b) Introdurre un metodo utile al calcolo delle coordinate dei caposaldi 02 e 03 in considerazione delle misure (osservazioni) disponibili. Eseguire il calcolo delle coordinate dei caposaldi 02 e 03 oltre agli errori associati a tali coordinate e procedere con la compensazione delle misure;
- c) I caposaldi 01, 02 e 03 costituiscono ora dei vincoli per una procedura di raffittimento che intende inserire nuovi caposaldi nell'area urbanizzata, ovvero quella che, in figura, risulta delimitata dai tre caposaldi. A sua scelta, il candidato illustri una possibile strategia di raffittimento adatta al caso in esame, citando: il tipo di strumentazione da utilizzarsi, le misure da eseguire, la tipologia di analisi da svolgere a partire dalle misure disponibili e la necessità, o meno, di procedure alla conversione fra sistemi di coordinate visti i valori calcolati nel precedente punto (b) per i caposaldi di riferimento. Si precisa che, in riferimento a quanto chiesto nel punto (c), la descrizione da fornire non richiede l'esecuzione di calcoli ma la sola indicazione delle equazioni di riferimento.

Tema 4: Ingegneria Sanitaria Ambientale

Per poter servire un nuovo comparto residenziale si deve realizzare un piccolo impianto di depurazione al fine di rimuovere composti organici inquinanti dai liquami. L'impianto utilizza un tradizionale trattamento biologico a fanghi attivi a miscelazione completa, ovvero a biomassa sospesa (figura 1) e i suoi parametri di funzionamento sono riportati nella tabella sottostante.

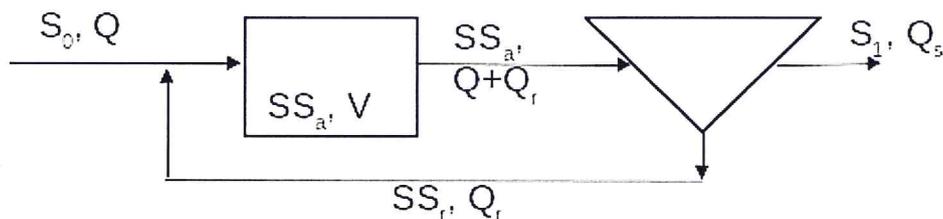


Figura 1. Schema semplificato dell'impianto in progetto

1. Si descriva brevemente il processo di rimozione di sostanza organica che sta alla base di un impianto di depurazione a fanghi attivi

Nella vasca areata si vuole mantenere una concentrazione di biomassa $SS_a = 3\ 200\ \text{mgSST l}^{-1}$. Si calcoli:

2. il volume della vasca necessario a mantenere un carico del fango $C_F = 0.3\ \text{kgBOD}_5\ \text{kgSST}^{-1}\ \text{d}^{-1}$.

Si calcoli inoltre:

3. la conversione, ovvero il rendimento (η), dell'impianto
4. la massa di BOD_5 rimossa giornalmente (ΔBOD_5) assumendo la portata in uscita dal



UNIMORE

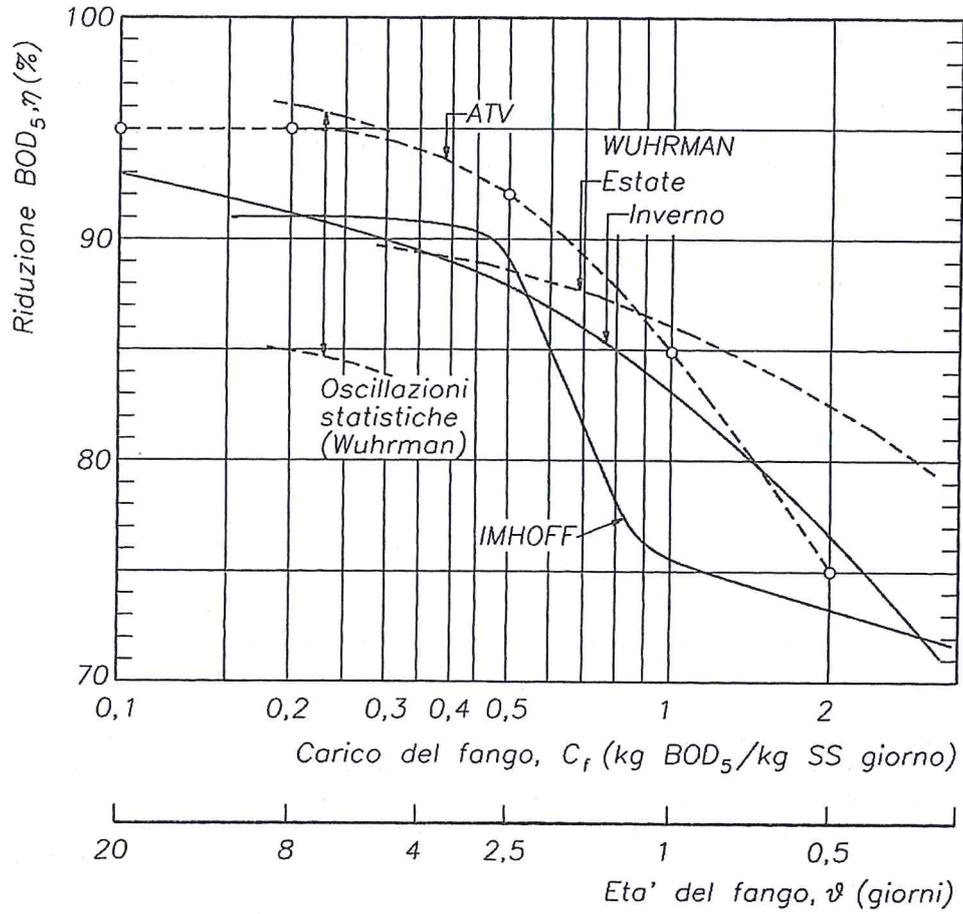
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"

sedimentatore uguale a quella in ingresso, $Q_s = Q$

5. il rapporto di ricircolo $R = Q_r / Q$ necessario a mantenere una concentrazione di fanghi nella portata di ricircolo $SS_r = 15\ 000\ \text{mg l}^{-1}$
6. la quantità di solidi sospesi totali prodotta giornalmente (ΔSS)
7. si stimi l'età del fango tramite il grafico allegato e la si confronti con l'età del fango calcolabile dai dati forniti in tabella
8. Il flusso di massa giornaliero di ossigeno ΔO_2 necessario per ottenere il rendimento richiesto e il corrispondente flusso di massa d'aria

Nome	Simbolo	Valore	Unità
Concentrazione di biomassa nella vasca areata	SS_a	3 200	mgSST / l
Carico di fango nella vasca	C_F	0.5	kgBOD ₅ / (kgSS d)
Concentrazione di BOD ₅ dell'influente	S_0	220	mgBOD ₅ / l
Portata del liquami	Q	5 000	m ³ d ⁻¹
Concentrazione di biomassa nel ricircolo	SS_r	15 000	mgSST / l
Concentrazione di BOD ₅ dell'effluente	S_1	15	mg l ⁻¹
Coefficiente di crescita batterica lorda (yield)	y	0.6	kgSST / kgBOD ₅
Coefficiente di diminuzione della massa biodegradabile (tasso di decesso)	k_d	0.1	d ⁻¹
Coefficiente di bioflocculazione	f	0.5	kgSST / kgBOD ₅
Rapporto fango e BOD ₅ rimosso	$\Delta SS / \Delta BOD_5$	0.92	kgSST / kgBOD ₅
Rapporto consumo di ossigeno molecolare e BOD ₅ rimosso	$\Delta O_2 / \Delta BOD_5$	1.22	kgO ₂ / kgBOD ₅



ESAME DI STATO PER LA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I SESSIONE 2018

IV prova scritta - 18 luglio 2018

Settore Industriale

Sezione A

Tema 1: [Meccanica]

Sia dato un impianto combinato a due livelli di pressione con compressione frazionata inter-refrigerata, post-combustione, surriscaldamento e con applicazione cogenerativa, come in Fig.1.

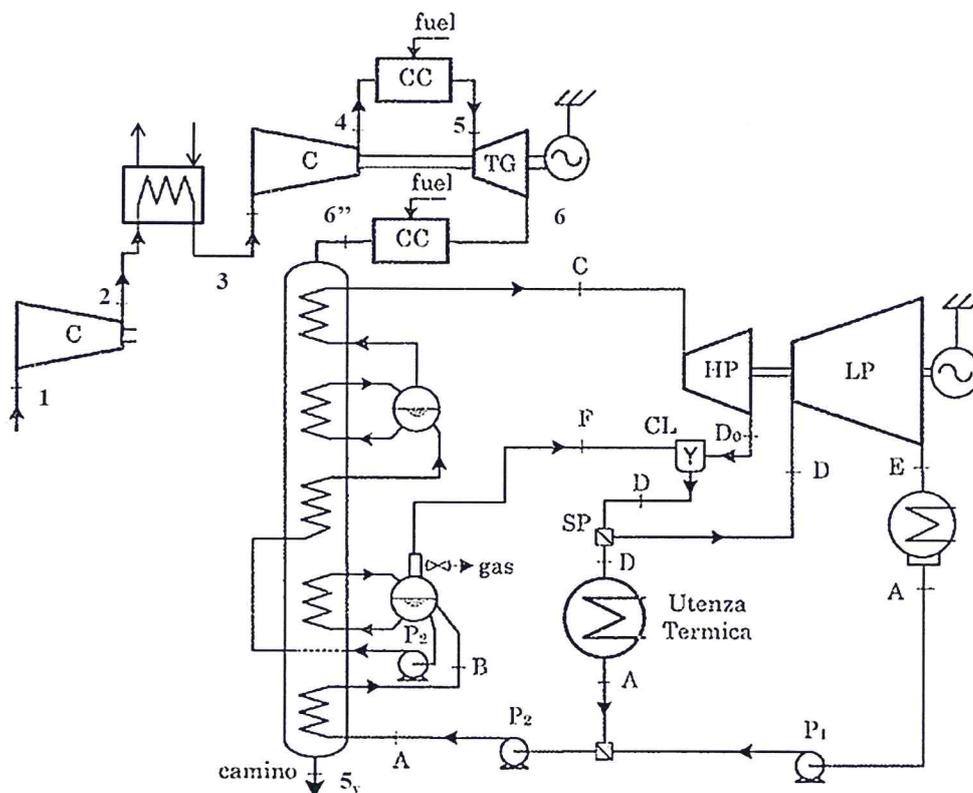


Fig.1

N.B.: SP: splitter, regola il passaggio del fluido di lavoro in base alla posizione assunta
CL: collettore



Del gruppo turbogas sono noti:

- La pressione e la temperatura del fluido all'ingresso $T_1=20^\circ\text{C}$ e $p_1=1\text{bar}$
- La temperatura all'ingresso del secondo compressore $T_3=26^\circ\text{C}$
- La temperatura all'ingresso della turbina a gas $T_5=1150^\circ\text{C}$
- Il rapporto di compressione/espansione complessivo $\beta=15.5$
- La portata d'aria aspirata dal compressore, pari a 130kg/s
- Si ipotizzi un calore specifico dell'aria costante e pari a 1 kJ/kg K e dei fumi costante e pari a 1.13 kJ/kg K
- Si ipotizzi un esponente dell'isentropica costante e pari a 1.402
- La portata di combustibile per la sola post-combustione, pari a 0.215 kg/s
- Si ipotizzi di suddividere la compressione in maniera tale da minimizzare il lavoro speso.

Siano assegnati i seguenti rendimenti:

η_{ic}	0.85	Interno compressore
η_{it}	0.9	Interno turbina
η_{cc} e $\eta_{cc_postcomb}$	0.98	Camera di combustione e di post-combustione
η_m	0.96	Meccanico
η_{alt}	0.98	Alternatore
η_{aux}	0.95	Ausiliari

Dell'impianto a vapore siano note

- La pressione di vaporizzazione $p_{HP}=90\text{ bar}$, la pressione dell'utilizzatore $p_{LP}=5\text{ bar}$, la pressione di condensazione $p_k=0.05\text{ bar}$
- L'entropia del punto A, pari a 0.4763 kJ/kgK
- Si pongano pari a 20°C i due salti termici in corrispondenza dei pinch point e pari a 30°C il salto minimo tra fumi e vapore surriscaldato
- Siano assegnati i seguenti rendimenti:

η_{THP}	0.85	Interno turbina vapore di alta
η_{TLP}	0.85	Interno turbina vapore di bassa
η_{meccv}	0.98	Meccanico delle turbine a vapore

Si determino:

- Il ciclo termodinamico del gruppo Turbogas
- La portata di combustibile CH_4 introdotta in camera di combustione ($K_f=50\text{ MJ/kg}$)
- Le prestazioni del gruppo Turbogas: Potenza (P) e rendimento dell'impianto(η)
- Il diagramma T-s dell'impianto.



- E. Utilizzando il diagramma T-s dell'acqua allegato (Fig.2), gli stati entalpici e le temperature dei punti dell'impianto (ad esclusione dei punti D e E relativi alla turbina a vapore di bassa).
- F. Le portate di vapore circolanti nella caldaia (HRSG) dell'impianto (m_{HP} , m_{LP} , m_M), la temperatura di uscita dei fumi dal camino T_{sv} .
- G. Il diagramma in scala dello scambio termico nella caldaia (HRSG).

Si dimensiona lo scambiatore di calore per la refrigerazione dell'aria tra i due stadi di compressione utilizzando il metodo della differenza di temperatura media logaritmica. Si scelga per questo uno scambiatore a flussi incrociati a tubi e alette. Il fluido refrigerante che passa nei tubi in acciaio di diametro nominale $D_n=0.052\text{m}$ è acqua che proviene da una sorgente naturale con temperatura di mandata di $T_{w1}=11^\circ\text{C}$ e temperatura di ritorno $T_{w2}=19^\circ\text{C}$. La velocità dell'acqua nei tubi di 3 m/s , si assuma nei conti un coefficiente di scambio termico lato aria $h_a=200\text{ W}/(\text{m}^2\text{ K})$.

Si confronti l'impianto in esame con due impianti separati per la produzione di energia termica ed elettrica aventi i rispettivi rendimenti $\eta_{th}^*=0.85$ e $\eta_{el}^*=0.50$, in termini di risparmio energetico, nei due seguenti scenari:

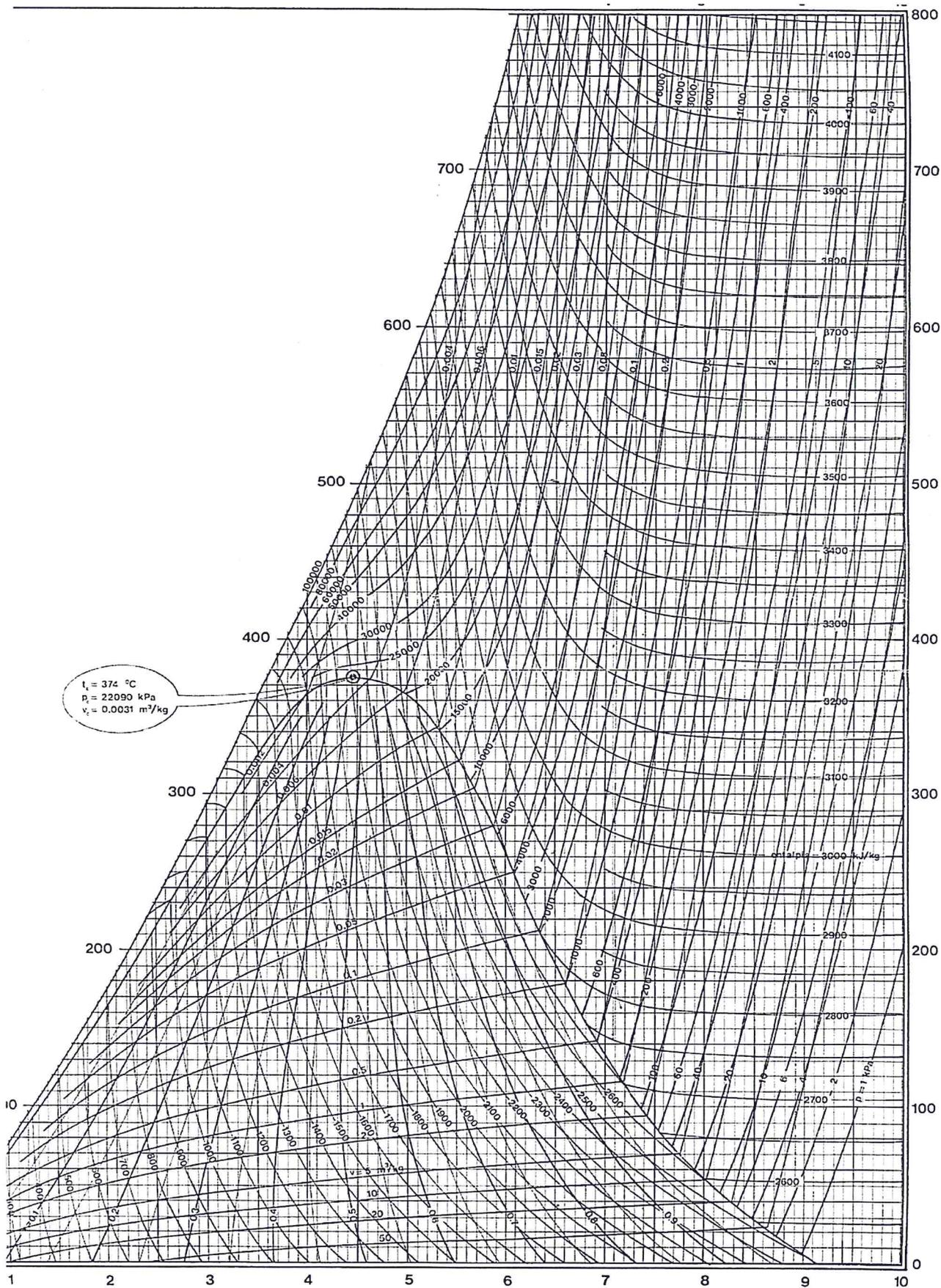
- H. Considerando una richiesta termica nulla e quindi una portata di vapore all'utenza nulla.
- I. Una suddivisione del vapore tra utenza termica e turbina di bassa in rapporto 75% / 25%.



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze
e Metodi dell'Ingegneria





UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze
e Metodi dell'Ingegneria

Tema 2: [Gestionale]

Si consideri l'impianto termico con turbina a gas, a ciclo di Brayton, destinato alla "produzione" di energia elettrica, il cui schema di layout è rappresentato in Figura 1. Nelle condizioni nominali di funzionamento dell'impianto, sulla base dei dati a disposizione, il candidato risponda nell'ordine ai seguenti quesiti:

- 1) si determinino gli stati termodinamici (pressione, temperatura ed entropia specifica) in corrispondenza dei punti caratteristici del ciclo reale di funzionamento dell'impianto (punti 1, 2', 3 e 4' in Figura 1);
- 2) si calcolino i valori del lavoro specifico erogato dalla turbina a gas, del lavoro specifico speso per la compressione dell'aria nel compressore e del lavoro specifico utile erogato dal gruppo turbogas;
- 3) si calcolino i valori delle portate in massa di aria e di combustibile, espressi in [kg/s] e in [t/h], necessari per il corretto funzionamento dell'impianto;
- 4) si calcoli il consumo specifico di combustibile dell'impianto, espresso in [kg/J] e in [g/kWh];
- 5) si determini il valore del rendimento termodinamico del ciclo reale di funzionamento dell'impianto;
- 6) si calcolino i valori della potenza erogata dalla turbina a gas e della potenza spesa per l'azionamento del compressore.



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze
e Metodi dell'Ingegneria

Successivamente, con l'obiettivo di recuperare in parte l'energia termica dei gas di scarico in uscita dalla turbina, si consideri l'introduzione nell'impianto di uno scambiatore di calore a superficie (rigeneratore R, in Figura 2). Sulla base dei dati a disposizione, il candidato risponda nell'ordine ai seguenti ulteriori quesiti:

- 7) si determinino gli stati termodinamici (pressione, temperatura ed entropia specifica) in corrispondenza dei due nuovi punti di funzionamento dell'impianto (punti 2" e 4" in Figura 2);
- 8) si ricalcolino i valori del consumo specifico di combustibile e del rendimento termodinamico del ciclo reale di funzionamento dell'impianto, confrontandoli con quelli ottenuti in precedenza ai punti 4) e 5);
- 9) si determinino i valori della potenza termica scambiata nel rigeneratore e della sua superficie di scambio termico, commentando criticamente i risultati ottenuti.

Infine, con riferimento all'impianto turbogas iniziale, rappresentato in Figura 1, il candidato risponda nell'ordine ai seguenti quesiti conclusivi:

- 10) si determinino le condizioni di funzionamento di massimo lavoro utile e di massimo rendimento termodinamico dell'impianto;
- 11) per ciascuna delle due suddette condizioni di funzionamento dell'impianto, si calcolino i valori del rendimento termodinamico del ciclo reale e del rapporto di compressione del compressore;
- 12) si discutano i risultati ottenuti ai punti 5), 8) e 11), confrontandoli tra loro.



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze
e Metodi dell'Ingegneria

□ **Dati - Condizioni nominali di funzionamento dell'impianto turbogas:**

- Temperatura dell'aria in ingresso al compressore $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Pressione dell'aria in ingresso al compressore $p_1 = 1 \text{ bar}$
- Temperatura dell'aria in uscita dalla camera di combustione $T_3 = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$
- Rapporto di compressione del compressore $\beta = 6$
- Rendimento interno del compressore $\eta_{ic} = 0.85$
- Rendimento interno della turbina a gas $\eta_{it} = 0.90$
- Potenza erogata dal gruppo turbogas $P_{TG} = 90 \text{ MW}$
- Potere calorifico inferiore del combustibile $K_i = 41860 \text{ kJ/kg}$

□ **Dati - Impianto turbogas con recupero di calore:**

- Efficienza di scambio termico del rigeneratore $\sigma_r = 0.7$
- Coefficiente globale di scambio termico del rigeneratore $K_r = 50 \text{ W/(m}^2\text{*K)}$

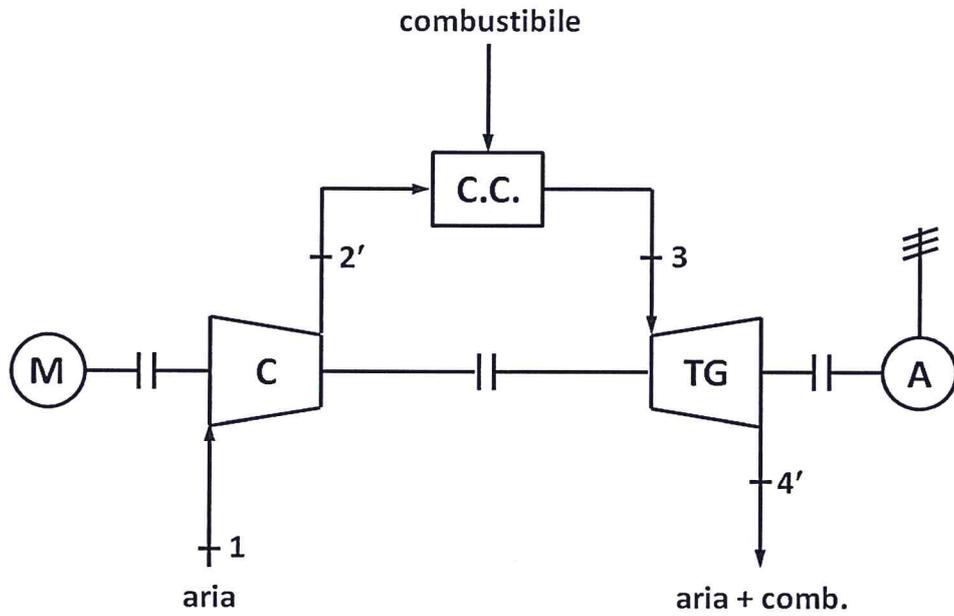


Figura 1 - Schema di layout dell'impianto termico con turbina a gas.

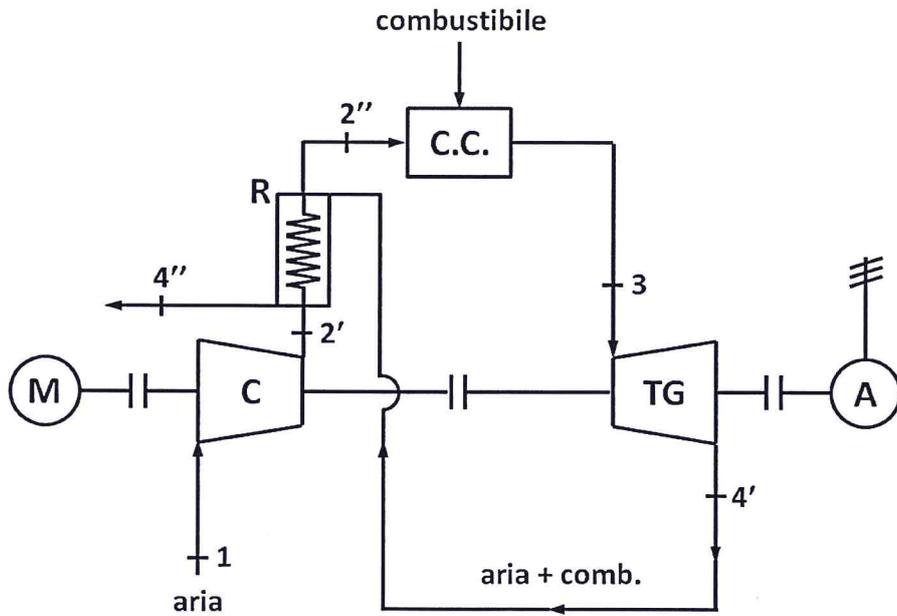


Figura 2 - Schema di layout dell'impianto turbogas con recupero di calore.



UNIMORE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze
e Metodi dell'Ingegneria

Tema 3: [Meccatronica]

Si consideri lo schema illustrato in Figura 1 (non in scala).

Sull'albero di trasmissione di Figura 1 è calettata una macchina utilizzatrice, tramite un mozzo di lunghezza f (estremità A dell'albero) che deve lavorare a $n_2 = 800$ g/min.

Sull'altra estremità del medesimo è calettata una ruota dentata con diametro D , che riceve il movimento da un'ulteriore ruota dentata motrice (non rappresentata nel disegno) di diametro incognito D_1 . La ruota motrice è azionata da un motore elettrico tradizionale a corrente continua a magneti permanenti a 48V della potenza di 5 kW che lavora alla velocità nominale $n_1 = 1365$ g/min. Le ruote dentate siano a denti dritti con angolo di pressione 20° e realizzate entrambe in acciaio al carbonio bonificato (HB=200). La ruota motrice sia calettata direttamente sull'albero motore. L'albero, in acciaio C40 bonificato, è sostenuto da due cuscinetti radiali a sfere distanziati come da Figura 1 e Tabella 1.

Il candidato, accompagnando l'elaborato con considerazioni tecniche congrue e coerenti, e dopo aver fissato con motivati criteri ogni altro parametro o elemento di calcolo eventualmente mancante e necessario, esegua:

- 1) il dimensionamento della coppia di ruote dentate, ipotizzando che l'interasse sia libero.
- 2) Il progetto dell'albero per una resistenza a vita infinita.
- 3) Il calcolo di un opportuno sistema di collegamento che consenta il calettamento della ruota dentata sull'albero condotto.
- 4) il calcolo dei cuscinetti, sapendo che la durata di base prevista è di $h = 10000$ ore;
- 5) il disegno esecutivo di fabbricazione dell'albero.
- 6) Uno schema di alimentazione del motore elettrico che ne consenta un controllo in posizione.

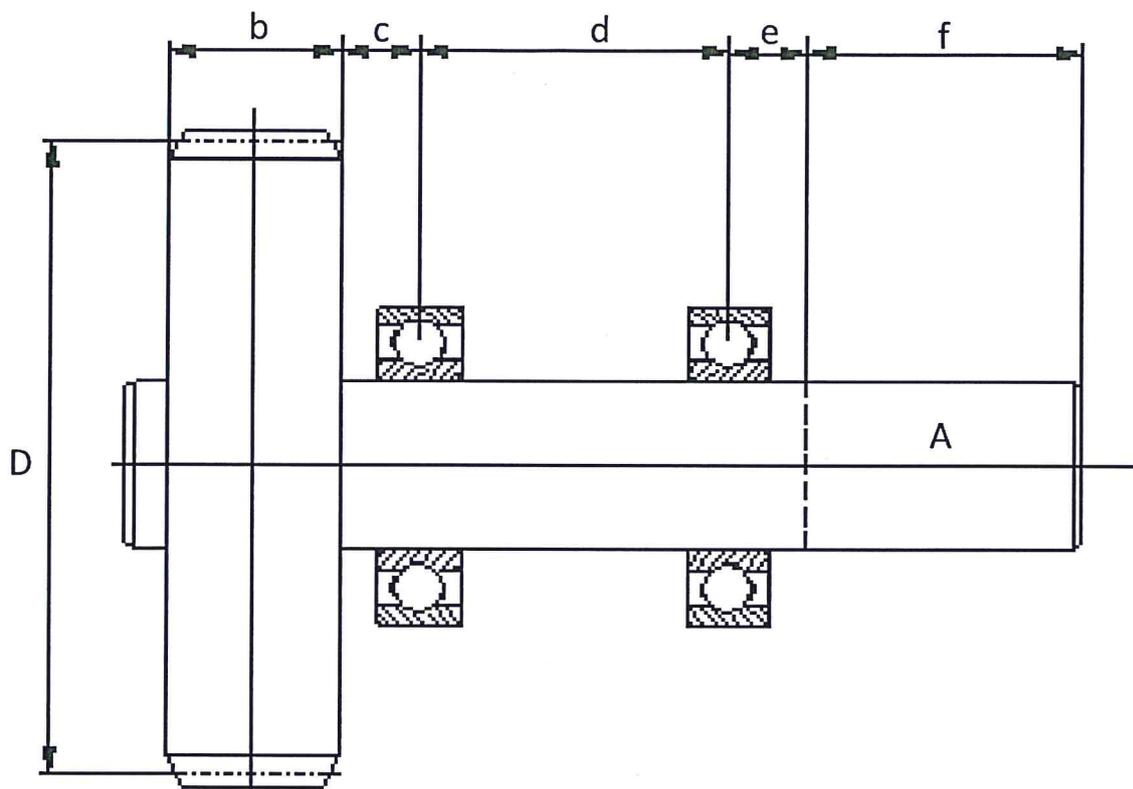


Figura 1 – Schema del sistema (non in scala)

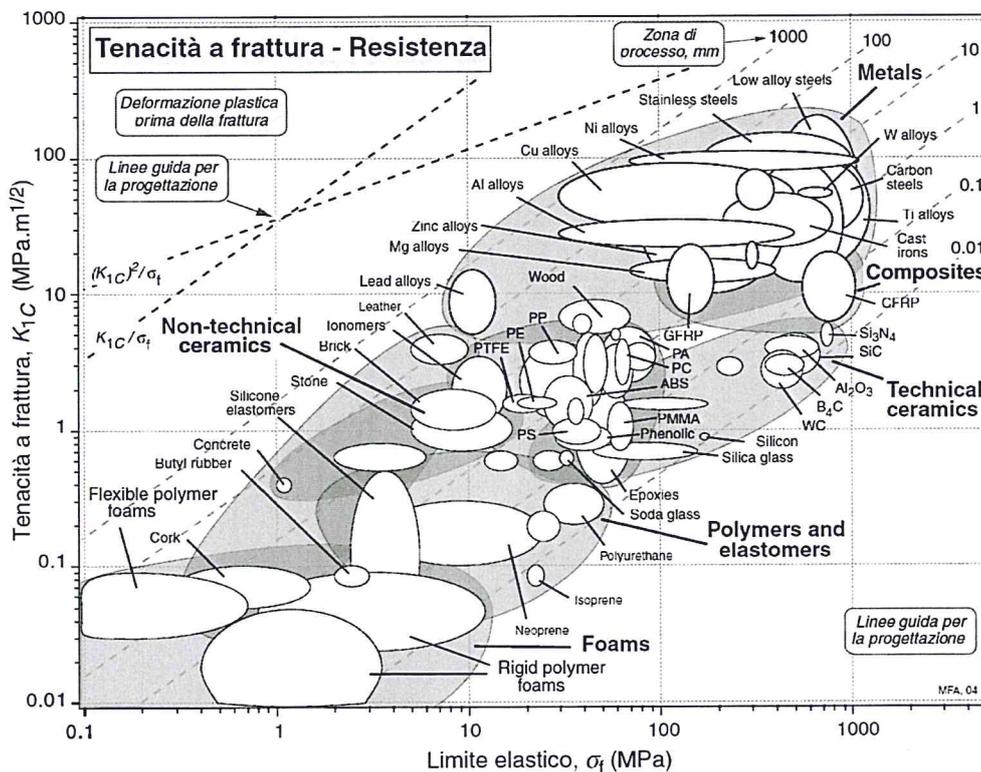
Parametro	Descrizione	
D_1	Diametro ruota motrice	Da determinare
D	Diametro ruota condotta	Da determinare
b	Larghezza fascia ruote dentate	Da determinare
m	Modulo	Da determinare
I	Interasse ruote	Da determinare
C	Distanza ruota condotta cuscinetto	50 mm
d	Distanza tra cuscinetti	80 mm
e	Distanza cuscinetto utenza	50 mm
F	Lunghezza mozzo utilizzatrice	80 mm
α	Angolo di pressione	20°
P	Potenza nominale motore	5 kW
n_1	Giri nominali motore	1365
n_2	Giri nominali utilizzatrice	800

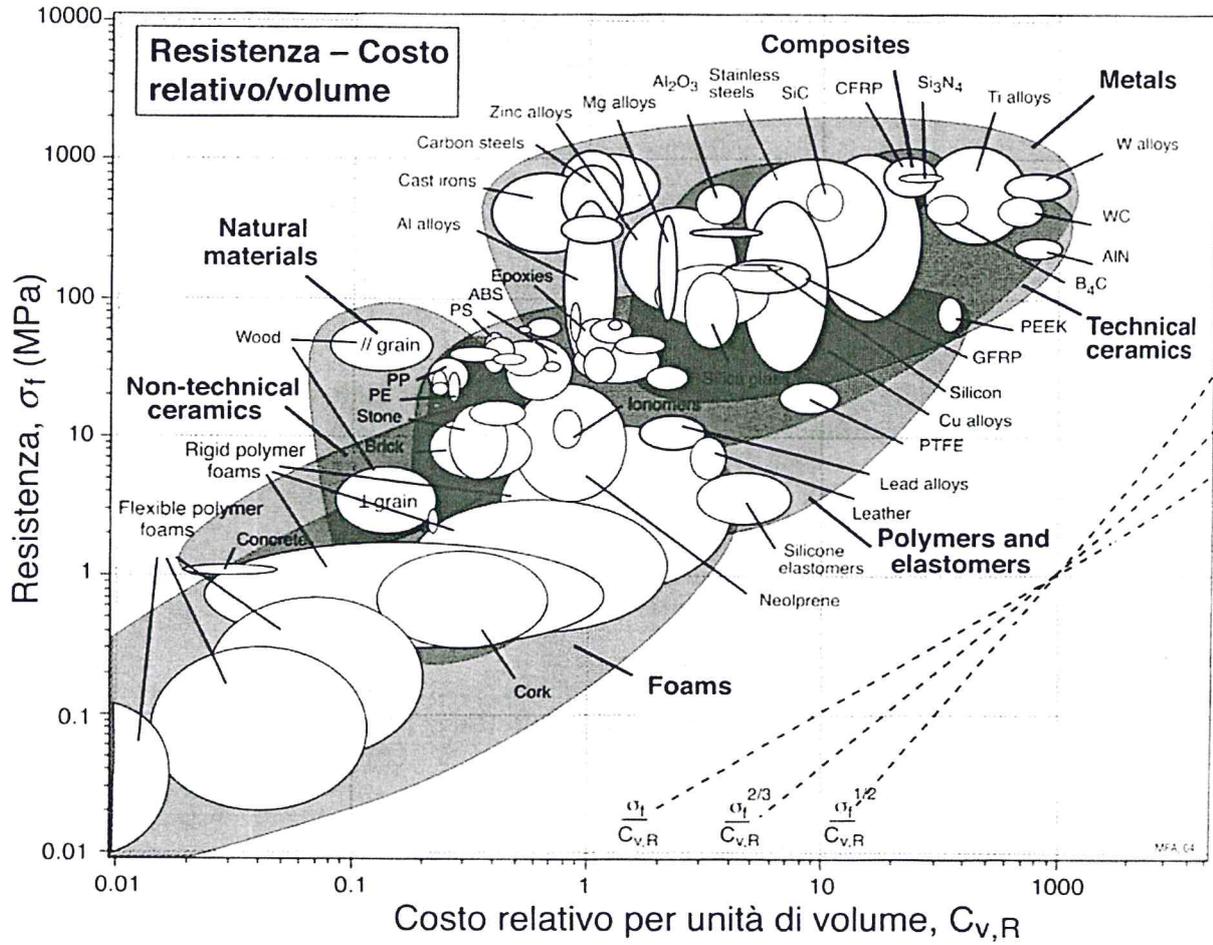
Tabella 1 – Parametri del sistema

Tema 4: [Materiali]

Si deve realizzare un contenitore sferico, con raggio interno 1.0 m, in grado di lavorare con pressione interna di 20.0 atm in sicurezza e senza subire deformazioni plastiche.

- 1) Selezionare, con l'ausilio dei diagrammi forniti, fino ad un massimo di 3 materiali candidati che permettano di realizzare il recipiente in pressione **minimizzando lo spessore di parete** del recipiente.
- 2) Calcolare, per ciascuno dei tre materiali selezionati, lo spessore di parete necessario a soddisfare i vincoli imposti.
- 3) Ripetere la selezione considerando i **costi** come un ulteriore vincolo, selezionando un unico materiale e calcolando spessore di parete e costi del recipiente (considerando solo i costi del materiale in assenza di lavorazioni).
- 4) Ripetere la selezione considerando di minimizzare lo spessore di parete ma nel caso in cui il recipiente possa subire attacchi corrosivi **interni** dalle seguenti sostanze (veicolate dai gas/vapori che possono essere presenti nel recipiente): i) acido solforico; ii) ammoniaca. Selezionare due possibili materiali per ciascuno dei due casi (acido solforico e ammoniaca), discutendone pregi e difetti anche in base a considerazioni aggiuntive quali costi e lavorabilità.
- 5) Descrivere possibili metodi di ispezione non distruttivi per valutare la riduzione dello spessore di parete del recipiente (ad esempio ad opera di processi corrosivi) o la presenza di cricche che stanno propagando nel materiale.
- 6) Descrivere (per ciascuno dei materiali individuati in precedenza) possibili metodi di protezione dalla corrosione **esterna** applicabili al recipiente nel caso di esposizione prolungata ad atmosfera industriale in clima temperato.



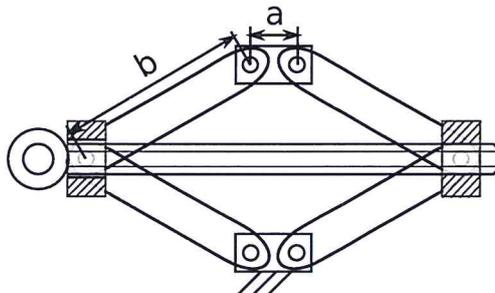


Tema 5: [Meccanica]

Il candidato effettui il dimensionamento di un crick a pantografo della tipologia rappresentata in figura, ipotizzando di dover sollevare un veicolo di massa pari a 2000 kg e che la corsa utile del meccanismo sia compresa tra 98 e 442 mm. In particolare si chiede di:

1. Calcolare la coppia da applicare alla vite in funzione della configurazione del sistema;
2. Individuare una vite tale da garantire l'irreversibilità del meccanismo;
3. Assumendo travi di sezione a U, dimensionare i membri del meccanismo;
4. Realizzare un disegno complessivo del sistema.

Il candidato individui valori plausibili per tutte le grandezze di progetto non definite.





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"

Sede

Via Pietro Vivarelli, 10 - 41125 - Modena, Italia
T +39 059 2056177 - F +39 059 2056180

www.unimore.it
www.ingmo.unimore.it

ESAME DI STATO PER LA PROFESSIONE DI INGEGNERE I SESSIONE 2018

III prova scritta – 18 Luglio 2018 Sezione A Settore dell'Informazione

Informatica (TEMA 1)

Biomedica (TEMA 2)

TEMA 1 - Informatica

Un'azienda specializzata in sistemi di sorveglianza desidera proporre un sistema integrato per la protezione dei nani da giardino. In particolare, vuole costruire un sistema informativo il cui front end sia un'applicazione mobile per proteggere i circa 10 milioni di nani da giardino situati all'interno dell'unione europea. L'applicativo verrà progettato per supportare le seguenti funzionalità.

1. Gestione di un accelerometro Wi-Fi installato sull'oggetto fisico in grado di inviare notifiche in caso l'oggetto venga spostato. Le notifiche sono inviate allo smartphone dei proprietari e possono attivare eventuali sistemi di allarme.
2. Gestione di un GPS GPRS sull'oggetto fisico per localizzare l'oggetto in remoto (viene inviata una posizione ogni ora).
3. Gestione di sistema di riconoscimento facciale per nani da giardino. In particolare, gli utenti possono, attraverso semplici fotografie, sia inviare all'azienda un'identificazione dei loro nani da giardino sia conoscere la proprietà di nani ignoti (ed eventualmente segnalarne la presenza e la posizione).
4. Gestione dei pagamenti per il servizio e fatturazione annuale.
5. Segnalazione di guasti mediante analisi continua dello stato del sistema.

Il candidato, sulla base delle proprie competenze tecniche, fornisca un progetto di massima del servizio indicato e discuta dettagliatamente (usando formalismi opportuni): (a) volumi di dati da trattare e carico atteso; (b) organizzazione dei dati a supporto dell'applicazione; (c) struttura del software a supporto dei servizi identificati; (d) infrastruttura di calcolo da utilizzare.

TEMA 2 – Biomedica

Si supponga di voler misurare la concentrazione di glucosio nel sangue di un paziente per mezzo di prelievi ed utilizzando un biosensore catalitico potenziometrico ad elettrodo a vetro modificato. Considerando trascurabile l'effetto della temperatura, la tensione di uscita V_{AB} del sensore è pari a:

$$V_{AB} = 0.144 - 0.0256 \cdot \log_{10}(0.54 \cdot [GI]) \text{ (V)}$$

dove $[GI]$ è la concentrazione di glucosio in soluzione espressa in mM.

Il candidato:

1. sapendo che la concentrazione di glucosio in condizioni di ipoglicemia può scendere fino a 1 mM, e salire fino a 20 mM in caso di elevata iperglicemia, dimensiona il circuito di Fig. 1 al fine di ottenere una tensione d'uscita V_{out} nell'intervallo $[0, 5]$ V per tale intervallo di concentrazioni.
2. Supponendo che l'elettrodo a vetro abbia una resistenza interna pari ad $1 \text{ G}\Omega$, calcoli l'effetto che la resistenza d'ingresso e le correnti di polarizzazione dell'operazionale hanno sulla misura.
3. Sulla base della specifica applicazione, scelga, motivando brevemente la propria scelta, quali caratteristiche sono richieste all'amplificatore operazionale.
4. Rappresenti graficamente la curva di taratura del sistema dimensionato nel punto 1 (elettrodo ed elettronica di condizionamento).
5. Scelga, argomentando brevemente le proprie scelte, la tensione di fondo scala ed il numero di bit minimo di un convertitore A/D lineare ideale che consenta di ottenere un errore di quantizzazione inferiore a $\pm 0,1 \text{ mM}$ quando la concentrazione di glucosio è pari a 10 mM. Il candidato confronti quindi il numero di bit ottenuto con il numero di bit minimo che sarebbe necessario per consentire al convertitore A/D lineare ideale di ottenere un errore di quantizzazione inferiore a $\pm 0,1 \text{ mM}$ su tutto il campo di misura.

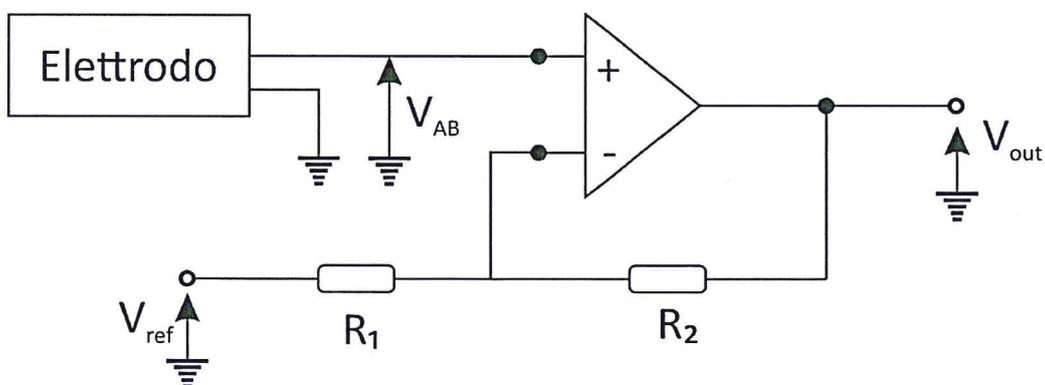


Fig. 1 Circuito di condizionamento del segnale generato dall'elettrodo modificato.