

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

I Sessione 2014 - Sezione A
Settore Civile-Ambientale

Prova pratica del 24 luglio 2014

Il candidato, sulla base degli studi, delle esperienze e degli approfondimenti condotti, svolga una delle seguenti prove (indicare sulla busta il numero del tema svolto):

Tema n. 1

All'interno di un edificio storico situato nella zona centrale di una importante città si dovranno realizzare box interrati con accesso attraverso rampa e vie di corsa sistemate lungo il perimetro utile dell'area.

Il parcheggio sarà costituito da n. 4 piani interrati con box realizzati nella fascia centrale su livelli sfalsati e circondati dalle vie di corsa che si svilupperanno lungo il perimetro dell'area a parcheggio.

L'area, contornata da edifici in muratura con n. 4 p.f.t. ed un piano interrato, si sviluppa su una superficie di 25x58 m. Lungo il perimetro esistono due passi carrai.

Le pareti perimetrali del parcheggio saranno costituite da un muro in c.a. di spessore 40 cm, estese su tutto il perimetro fino alla profondità dello scavo, quest'ultimo potrà essere sostenuto provvisoriamente da una paratia di micropali o in alternativa eseguito in sottomurazione per conci orizzontali a scelta del candidato.

La struttura del parcheggio prevede la realizzazione, per tutta l'altezza, di setti verticali nella parte centrale con spessore 25 cm e larghezza 11,5 m, pari a quella di due box, interasse di 5,5 m, solai in c.a pieno di spessore 25 cm. L'altezza utile in ogni piano sarà di 2,5 m. Rampe e vie di corsa hanno larghezza 6,0 m circa.

Il candidato schematizzi graficamente la planimetria ed una sezione tipo del parcheggio, specifichi la tipologia e le quantità delle indagini geognostiche utili alla caratterizzazione geotecnica dei terreni considerando che trattasi di deposito alluvionale, descriva la tipologia di sostegno degli scavi che ritiene di utilizzare, anche in relazione alle problematiche derivanti dal contesto urbano in cui si dovrà operare, descriva quale tipologia di scavo ritiene utile adottare per ridurre al minimo disagi e danneggiamenti alle strutture limitrofe e le modalità di asportazione dei materiali scavati.

Si richiede inoltre di calcolare le spinte su una sezione verticale ed il valore delle forze agenti sui solai ai diversi livelli, l'analisi dei carichi verticali agenti sui setti ed il dimensionamento delle loro fondazioni ad appoggio diretto. Si consideri sul solaio di copertura la presenza di un giardino pensile con strato di terreno vegetale di spessore 80 cm, carichi variabili ai piani pari a 300 kN.

Verifiche in condizioni statiche secondo NTC2008 con riferimento agli SLU GEO, approccio 1 e combinazione 2 (A2+M2+R2).

Il terreno è costituito da un deposito alluvionale di rilevante potenza ($H > 50$ m), $D_r > 45\%$, $\phi = 32^\circ$, $\gamma = 19$ kN/m³, falda assente, per il calcolo della capacità portante (Brinch Hansen) $N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) \exp(p.\text{grec.} \times \text{tg}\phi')$, $N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg}\phi'$, fattori forma $s_\gamma = 1 + 0,1 \times (B/L) \times (1 + \sin\phi') / (1 - \sin\phi')$, $s_q = s_\gamma$.

Coefficiente di sicurezza sui parametri di resistenza pari a $M_2 = 1,25$ (per resistenza al taglio e coesione) e $M_2 = 1,00$ per peso di volume, coefficiente resistenza globale $\gamma_r = 1,8$ (gruppo R2).

Tema n. 2

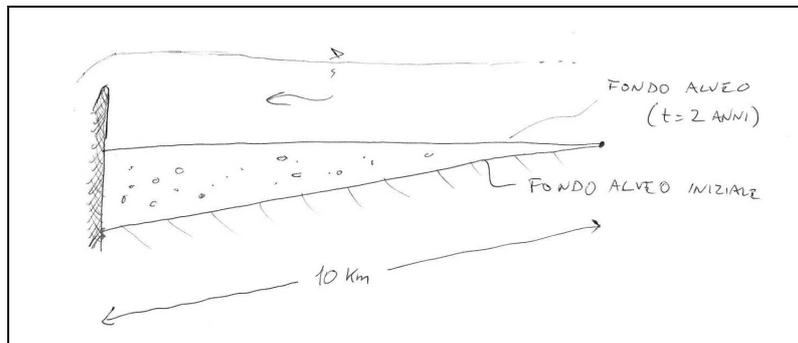
Un corso d'acqua scorre all'interno di un centro abitato in un alveo regolarizzato avente sponde verticali alte 6 m e larghezza al fondo di 50 m, con una pendenza pari a $5 \cdot 10^{-4}$. Per agevolare la navigazione turistica nei periodi di magra viene realizzata una traversa per incrementare il livello a monte della stessa ed assicurare un pescaggio sufficiente ai battelli attualmente in uso (pari a 1.5 m, comprensivo di un franco di sicurezza).

Prima della costruzione della traversa, il corso d'acqua era caratterizzato da una profondità di 1.1 m per una portata di magra (tempo di superamento: 20 giorni all'anno) pari a $50 \text{ m}^3/\text{s}$, e da una portata media di $190 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente ad una profondità di 2.5 m. Il fondo dell'alveo è costituito da sedimenti sabbiosi grossolani con diametro prevalente di 1 cm.

Al momento della realizzazione, il paramento di monte della traversa si trova ad un'altezza di 5.1 m rispetto al fondo dell'alveo e la legge di efflusso della traversa, ricavata da prove di laboratorio, è data da $Q = 80 h^{1.5}$, dove h (in metri) indica il battente idrico al di sopra del paramento sfiorante e Q la portata espressa in m^3/s .

Il candidato:

- valuti la lunghezza del tratto navigabile a monte della traversa per la portata di magra di riferimento di $50 \text{ m}^3/\text{s}$, sapendo che l'estensione del tratto urbano del fiume di cui si vuole garantire la navigabilità è di sette chilometri;
- fornisca inoltre una stima, anche approssimata, dell'altezza di interrimento in corrispondenza della traversa attesa dopo un periodo di due anni in assenza di interventi di rimozione del materiale sedimentato. A questo scopo si può considerare che la portata solida media si depositi su un tratto di 10 km come nello schema semplificato in figura.



Tema n. 3

Progettare una torre di sostegno di una parabola per telecomunicazioni posizionata sulla cima della collina torinese ad un'altezza di 700 m s.l.m. e orientata ad ovest verso la valle di Susa.

La parabola ha un diametro di m 2,50 ed un peso complessivo, compresi gli attacchi alla torre, di 400 kg il cui baricentro è da ritenersi posto a 40 cm dal punto di attacco alla torre.

L'altezza complessiva della torre deve supporre pari a 30 m.

Il terreno di fondazione deve ritenersi prevalentemente sabbioso con:

$$\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$\varphi = (30^\circ \div 32^\circ)$$

$$\sigma_{\text{tamm}} = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

Lo schema strutturale per l'esecuzione del progetto è lasciato alla libera scelta del Candidato.

Il materiale o i materiali per l'esecuzione sono anch'essi lasciati alla scelta del Candidato.

Per i carichi da ipotizzare e le verifiche da effettuare attenersi scrupolosamente a quanto predisposto dalle NTC2008.

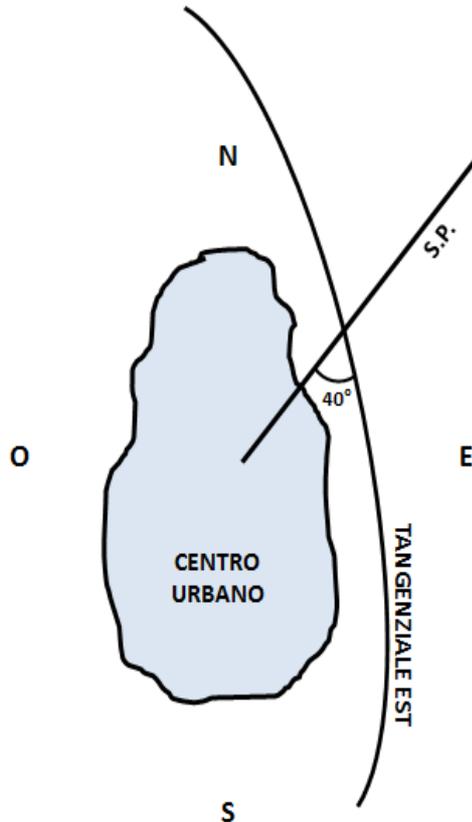
Per il calcolo delle sollecitazioni si consiglia di trascurare solo l'effetto del sisma

N.B.: È estremamente importante che il progetto preveda sia il dimensionamento, anche se in modo approssimativo, sia la verifica di tutti gli elementi strutturali (almeno uno per tipo).

Tema n. 4

PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI INTERSEZIONE STRADALE A LIVELLI SFALSATI

La progettazione in oggetto riguarda l'intersezione stradale, su area pianeggiante, tra due strade:



- la strada principale (esistente) è la tangenziale ad Est di un comune di 500.000 abitanti, con calibro di sezione ed esercizio di tipo autostradale, in trincea (nel tronco di interesse) di altezza pari a 3m rispetto al piano di campagna, in un tratto di livelletta in piano; essa è percorsa, alla data di redazione del progetto, da un traffico medio giornaliero pari al 70% della sua capacità, in modo bilanciato (50% andata, 50% ritorno);
- la strada secondaria (in progetto) è una strada provinciale proveniente dal centro urbano che sovrappassa l'autostrada con angolo di incidenza di 40%; il progetto prevede inoltre il collegamento tra le due strade, con rami di svincolo che permettano tutte le manovre di immissione ed emissione verso/ da la strada tangenziale;
- l'intersezione deve essere progettata con una geometria a minima area di occupazione.

Il candidato dovrà elencare e sviluppare gli elaborati della progettazione preliminare secondo la normativa vigente.

Si precisa che i dati di corredo allo sviluppo del tema dovranno essere assunti ed evidenziati dal candidato con ipotesi motivata nel capitolo PREMESSA AL TEMA.

Tema n. 5

Un'arteria urbana di una città di medie dimensioni è costituita da quattro tronchi stradali consecutivi di lunghezza pari a 400m, 300m, 200m e 100m, collegati da intersezioni stradali a raso, tutte regolate da semafori.

L'arteria è a senso unico ed è costituita da 2 corsie di dimensioni standard. In ciascun nodo vi sono solo due accessi, quello dell'arteria e quello della strada secondaria che l'attraversa.

Da rilievi condotti nell'area di studio, sono stati stimati i seguenti dati di traffico:

- il flusso veicolare medio all'ingresso dell'arteria durante l'ora di punta è costante ed è pari a 1000 veicoli/ora;
- il flusso veicolare medio stimato su ciascuna strada secondaria durante l'ora di punta è costante ed è pari a 400 veicoli/ora.

Il Candidato progetti il coordinamento delle intersezioni semaforizzate, determinando:

- la durata del ciclo semaforico da utilizzare per tutte le intersezioni;
- le durate dei tempi di verde efficace per le fasi;
- le durate degli sfasamenti.

Si ipotizzino inoltre gli ulteriori dati necessari e si descrivano le principali ipotesi alla base dei metodi adottati. Considerando che l'obiettivo della regolazione è di rendere minimo il ritardo medio per tutti i veicoli che attraversano l'arteria, durante l'ora di punta del mattino, il Candidato descriva inoltre una procedura che consenta di verificare le condizioni di circolazione nello scenario ipotizzato, mediante uno strumento di micro-simulazione del traffico.

Tema n. 6

Parte prima: *Urbanistica*

Nell'area individuata nell'allegata planimetria e descritta dalla tavola delle foto, l'amministrazione comunale di un comune della provincia di Torino ha ipotizzato di realizzare un nuovo insediamento residenziale nel rispetto dei seguenti limiti e requisiti:

- superficie territoriale: 24.030 m²
- indice territoriale: 0,40 m²/m²
- max numero piani fuori terra: 5

Le parti edificate dovranno rispettare la distanza minima fra le fronti e dai confini di aree private e pubbliche.

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

- Relazione illustrativa degli obiettivi e delle soluzioni adottate, in particolare per i materiali impiegati con particolare attenzione al risparmio energetico e alla biocompatibilità. Soluzioni proposte, eventualmente, anche attraverso grafici di dettaglio.
La relazione può essere riportata, in forma opportuna, nello stessa tavola grafica.
- Tabella riassuntiva del dimensionamento complessivo del Piano:
 - Superfici e volumi edificati, viabilità privata e pubblica, servizi, standard.
 - Conseguentemente ricavare l'indice fondiario prodotto dall'intervento da voi proposto.
 - Ipotesi di costo dell'intervento ricavato sinteticamente con valori parametrici.
- Gli standard vanno individuati, nelle quantità e localizzazione, in planimetria.
- Planimetria del lotto rappresentata con l'immediato intorno, con definizione dei percorsi interni e delle aree verdi, private e pubbliche, in scala 1:1000 (o 1:500). Si può utilizzare la planimetria 1:1000, fornita con il testo, da completare con grafica opportuna.
- Individuazione di parcheggi pubblici e privati, degli accessi alle autorimesse pertinenziali interrato di cui non si richiede lo sviluppo progettuale ma l'indicazione delle superfici minime, di cui alla 122/89 e s.m.e.i., in relazione ai volumi in progetto.
- Indicazione delle tipologie edilizie per la residenza, schematizzate con le principali misure dei profili, a dimostrazione della fattibilità degli interventi previsti e giustificazione dei dimensionamenti adottati.

Parte seconda: *Edilizia*

A dimostrazione del corretto dimensionamento del piano, in particolare della/delle tipologie di edifici proposte e individuate sull'area, il candidato sviluppi la pianta di un piano tipo, scala 1:100, completa di indicazione delle funzioni, degli impianti fissi e degli arredi essenziali, delle misure di massima, delle strutture.

La composizione e le dimensioni sono libere ed a discrezione del candidato, nel quadro di riferimento dei limiti imposti, e faccia riferimento ad un linguaggio architettonico e paesaggistico possibilmente attuale e moderno.

Elaborati richiesti:

- planimetria completa di sistemazione del lotto, parte prima urbanistica, comprensiva di edificio, percorsi, verde di arredo, scala 1:500 o 1000,
- schema funzionale-distributivo
- pianta/e, scala 1:100, quotate in modo essenziale, complete di indicazione delle funzioni, della posizione delle strutture e dei principali arredi funzionali
- indicazione dei materiali impiegati.

La valutazione della prova d'esame terrà conto:

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





Tema n. 7

Nello scavo di una tratta di circa 1 km di trincea ferroviaria si verificano le tre situazioni tipo illustrate in Figura 1.

Le caratteristiche dei materiali oggetto dell'intervento sono:

Tufo: RQD~35%; resistenza a compressione semplice σ_c ~10-15 MPa; massa volumica γ ~21.37 kN/m³; coesione 930 kPa

Lava basaltica: RQD~85%; resistenza a compressione semplice σ_c ~130-150 MPa; massa volumica γ ~28.98 kN/m³

Non sono presenti venute d'acqua.

Per ciascuna delle tre situazioni, individuare e discutere il procedimento (o i procedimenti) di scavo che s'intende adottare. In particolare, stabilire in quali condizioni si ritiene utile applicare l'esplosivo, in quali lo scavo meccanico e, in tal caso, di quale tipo.

Stabilire, per ciascuna delle tre situazioni, il parco macchine di cui occorre disporre, sulla base delle considerazioni sviluppate al punto precedente.

Valutare, di massima, i volumi da asportare e indicare il tempo necessario all'esecuzione dello scavo.

Descrivere ed illustrare con schizzi quotati le modalità di scavo e, nel caso di impiego degli esplosivi, predisporre il piano di tiro (posizione, diametro, lunghezza e orientamento dei fori, caricamento e temporizzazione) di una volata tipo.

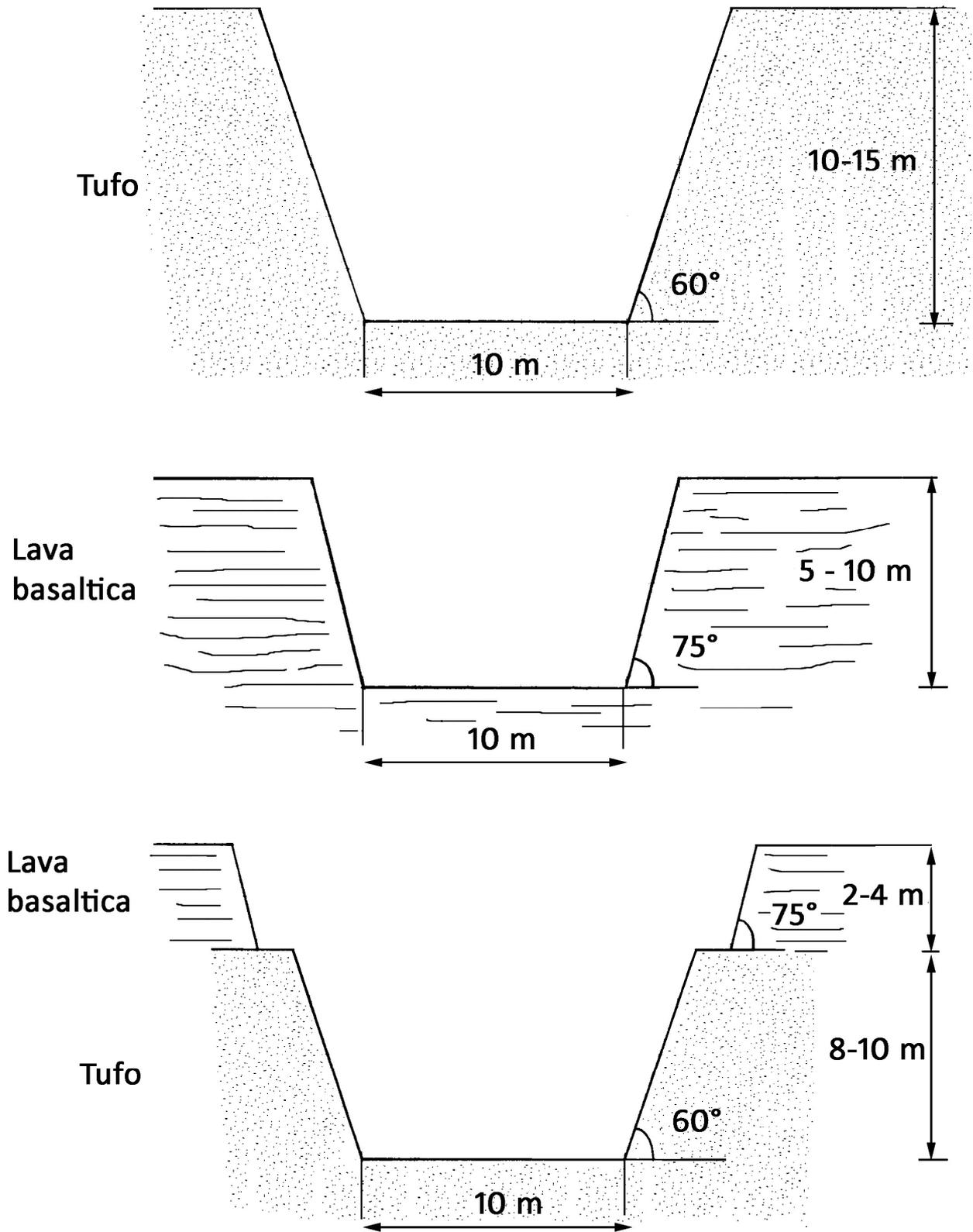


Figura 1. Situazioni incontrate durante lo scavo

Tema n. 8

Oggetto: valutazione della fattibilità tecnica di un impianto di digestione anaerobica dedicato a rifiuti generati dall'industria agro-alimentare

Un'industria agroalimentare produce i due scarti qui di seguito elencati e caratterizzati:

Descrizione	Q (t/a)	TS %	VS/TS %	C %	H %	N %	S %
Rifiuto vegetale	400	10	85	45.2	6.32	2.93	0.316
Rifiuto della lavorazione del pesto	550	70	100	ND	ND	ND	ND

Q: quantità prodotta annua

TS: solidi totali

VS: solidi volatili

VS/TS: rapporto solidi volatili su solidi totali

La composizione elementale (C, H, N, S) del "rifiuto della lavorazione del pesto" non è stata determinata analiticamente. Tuttavia, si conosce che tale rifiuto è costituito per il 50% (in peso) da una matrice di composizione analoga a quella del "rifiuto vegetale" e per il restante 50% (in peso) da olio di semi di girasole. La formula bruta dell'olio di semi di girasole può essere approssimata a $C_{18}H_{33}O_2$.

Prove di laboratorio condotte in regime mesofilo in modalità batch hanno restituito i seguenti risultati circa la capacità dei substrati di produrre biogas.

	Produzione specifica di biogas (Nm^3/kg VS)	Contenuto medio in CH_4 del biogas (% v/v)	Contenuto medio in CO_2 del biogas (% v/v)
Rifiuto vegetale	0.554 ± 0.038	53.0 ± 1.8	32.6 ± 1.5
Rifiuto della lavorazione del pesto	1.08 ± 0.05	66.9 ± 0.2	29.8 ± 2.1

1. Confrontare la produzione specifica di biogas e metano ottenuta sperimentalmente con quella che può essere predetta, da reazione stechiometrica, assumendo che ciascun substrato sottoposto a digestione possa essere descritto dalla formula bruta $C_aH_bO_cN_d$.

2. Eseguire il dimensionamento del digestore, per il trattamento congiunto dei due rifiuti, utilizzando i dati ottenuti nelle prove sperimentali ed ipotizzando:

- una concentrazione di sostanza secca nell'alimento non superiore al 10%
- un tempo di residenza (HRT) di 30 giorni
- un opportuno coefficiente di riempimento del digestore
- che il processo avvenga in regime mesofilo
- che la temperatura dei substrati alimentati sia pari a quella dell'ambiente esterno

3. Confrontare le quantità di energia elettrica e calore (al netto delle perdite dovute a cessione verso l'ambiente circostante e del fabbisogno energetico proprio del digestore), ottenute dalla combustione del biogas in un motore cogenerativo (assumere rendimenti termici ed elettrici "convenzionali"), con i fabbisogni dello stabilimento che ha generato le due tipologie di rifiuti organici (energia elettrica $8 \cdot 10^5$ kWh/a e energia termica $1.4 \cdot 10^6$ kWh/a).