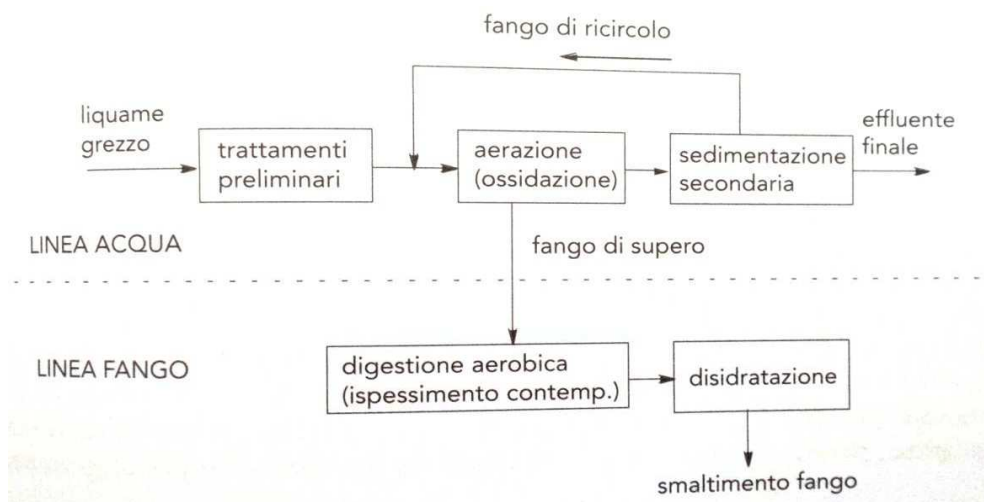


PROGETTO DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE A CICLO SEMPLIFICATO

ESERCITAZIONE PER LA QUARTA PROVA DELL' ESAME DI
STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE | Autore: Marina Roma



Il presente elaborato riporta lo svolgimento di un esercizio di progettazione di un impianto di depurazione per acque reflue civili del tipo a CICLO SEMPLIFICATO (ossia SENZA SEDIMENTAZIONE PRIMARIA e con trattamento AEROBICO dei fanghi). L'impianto in progetto è a servizio di un centro urbano con un modesto numero di abitanti e ciò che si richiede è il dimensionamento di tutte le sue fasi, ossia: canale di adduzione, pretrattamenti (grigliatura grossolana, grigliatura fine e dissabbiatore), linea liquami (processo biologico di ossidazione, sedimentazione secondaria, filtrazione e disinfezione) e linea fanghi (digestione aerobica e disidratazione). Non è richiesta la linea pioggia in quanto l'impianto tratta le acque reflue provenienti da una fognatura nera (solo reflui) e non mista (reflui + acqua piovana).

Per una miglior comprensione dello svolgimento dell'esercizio, si premette che: in giallo sono evidenziati i dati di input dell'esercizio (es. numero di abitanti, dotazione idrica, temp. del liquame, apporto di BOD, SST, etc.); sono evidenziati ugualmente in giallo quei valori che vanno assegnati più o meno arbitrariamente (es. limiti di velocità del liquame nel canale adduttore, assegnazione del valore di primo tentativo per un'iterazione, numero di vasche da adottare, modello di dissabbiatore, velocità di filtrazione nell'omonima fase, etc...). In verde sono evidenziati i risultati più importanti ottenuti (es. dimensione delle vasche di ossidazione biologica, di sedimentazione e delle altre fasi). In grigio, infine, quei valori di riferimento generalmente tabellati (es. costanti che compaiono nelle formule; parametri tipici di dimensionamento, etc.).

Nell'elaborato sono riportati anche tutti quegli abachi/grafici utili in fase di dimensionamento (es. abaco per la scelta del dissabbiatore aerato e per il dimensionamento del sistema di aerazione per le fasi aerobiche; tabelle con valori indicativi di diversi parametri di dimensionamento, etc.).

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Sezione A - Laurea Magistrale - Settore civile e ambientale
*Prova pratica (IV PROVA) - **ESERCIZIO TIPO***

Si deve progettare un impianto di depurazione a servizio di un comune di 10 000 abitanti. L'area è servita da fognatura separata ed i reflui sono fundamentalmente di origine civile. I dati di input per il dimensionamento dell'impianto sono riportati nella tabella sottostante.

Numero di abitanti	N	[ab]	10000
Dotazione idrica	d	[l/ab*d]	250
Coeff. di afflusso in fognatura	ϕ	-	1
Temperatura operativa del liquame		[°C]	20
Apporto di BOD₅		[g/(ab*d)]	70
Apporto di SST		[g/(ab*d)]	90
Apporto di N-NH₄		[g/(ab*d)]	15

Su specifica richiesta del committente, è richiesta l'adozione di un impianto di depurazione del tipo a fanghi attivi a schema semplificato, senza sedimentazione primaria e con stabilizzazione aerobica dei fanghi.

Si consideri, inoltre, che la popolazione del centro urbano non subisce fluttuazioni stagionali, né sono previsti significativi incrementi di popolazione per il futuro. Si supponga, infine, che il corpo idrico recettore individuato per lo scarico dell'effluente finale non sia sensibile all'eutrofizzazione e che non sussistano per l'area specifici vincoli in termini di concentrazioni di ammoniaca e di azoto allo scarico.

Il candidato integri le informazioni fornite con ogni eventuale dato che ritenga opportuno, motivandone brevemente la necessità ed il valore assunto, e definisca lo schema dei trattamenti che si intendono adottare, dimensioni gli elementi fondamentali dell'impianto e disegni almeno un particolare costruttivo.

FASE DI OSSIDAZIONE BIOLOGICA

Premessa sulla scelta del fattore di carico organico (Fc) e della concentrazione di fango nella miscela aerata (Ca). Il fattore di carico organico rappresenta il rapporto tra la quantità di "cibo" fornita alla massa di microrganismi e la massa di m.o stessa; si esprime in Kg BOD / kg SSV*d, ossia kg di BOD (=cibo per i microrganismi) consumati al giorno per kg di solidi sospesi volatili presenti in vasca (i microrganismi, infatti, vengono quantificati come solidi sospesi volatili).

Fc basso = elevato tempo di tetenzione = elevati volumi delle vasche = maggiori costi costruzione ma anche maggior flessibilità dell'impianto di fronte a picchi di portata/inquinanti. E consentono l'abbattimento anche dei composti azotati.

Fc alto = minor tempo di tetenzione = minor volume delle vasche = minori costi ma anche incapacità di far fronte a sovraccarichi; vanno bene, inoltre, se non è prevista la nitrificazione dell'ammoniaca (o è prevista ma in specifica fase, mediante trattamento chimico-fisico).

Come visto in precedenza, per impianti a ciclo semplificato si adotta in genere $F_c = 0.3 \text{ kgBOD/kgSSVd}$
Quindi anche noi poniamo:

Fc	0.4	kgBOD/kgSSVd	fattore di carico organico di progetto
----	-----	--------------	--

Per quanto riguarda invece la concentrazione di fanghi nella miscela aerata (Ca) si osserva che, una volta fissato Fc, quanto maggiore è Ca tanto minore sarà il volume della vasca, essendo il fattore di carico volumetrico (Fcv) pari al prodotto tra le due cose ed essendo il volume della vasca inversamente proporzionale ad esso. Tuttavia non si può aumentare a piacimento tale concentrazione in quanto esistono limiti superati i quali la cosa diventa controproducente; infatti troppo elevate concentrazioni di fango comporterebbero: decadimento del rendimento della successiva fase di sedimentazione o, per ovviare a ciò, necessità di costosi sovradimensionamenti; maggiori consumi energetici per garantire la miscelazione e l'aerazione all'interno della vasca; trasferimento di ossigeno più difficoltoso, e quindi decadimento anche nei rendimenti di trasferimento di ossigeno. Per tali motivi, negli impianti classici o a schema semplificato come questo, difficilmente si superano i 3.5-4 kgSS/m³. Pertanto si assumerà:

Ca	3	kgSS/m ³	concentrazione di fango nella miscela aerata
----	---	---------------------	--

Fatto ciò si può valutare il fattore di carico volumetrico come: $F_{cv} = F_c * Ca$

E ricavare il tempo di detenzione mediante l'espressione $t = \text{carico organico}/F_{cv}$

Nel nostro caso, con carico organico rappresentato dal BOD in g/m³ che era 280 si ha:

BOD	280.00	g/m ³	
	0.28	kg/m ³	
Fcv	1.20	kgBOD/m ³ *d	fattore di carico volumetrico
t	0.23	giorni	ore = giorni x 24
	5.60	ore	

Il volume della vasca di ossidazione biologica sarà pertanto pari al prodotto portata x tempo di detenzione.

La portata in m³/h era: 104.17

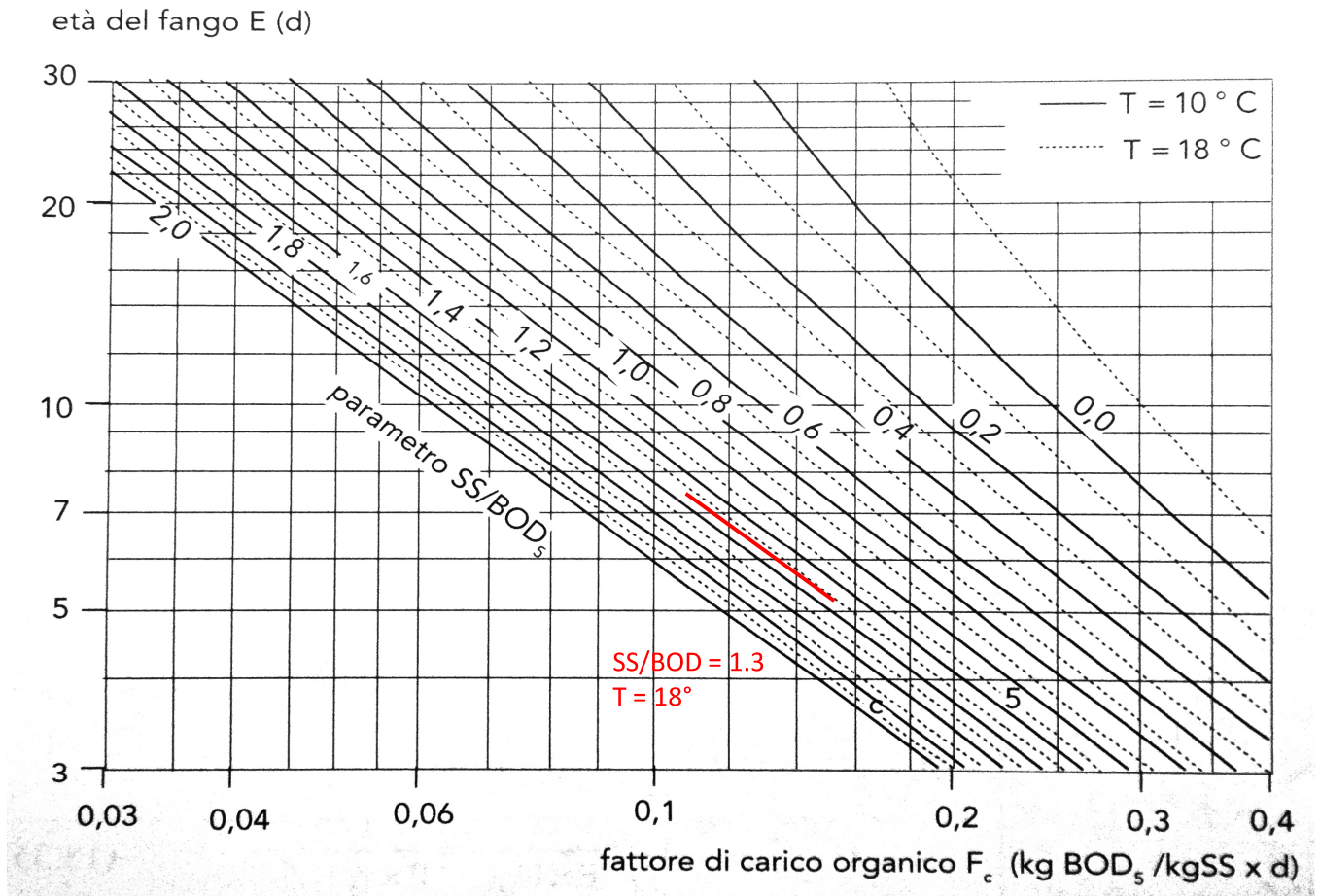
$V_{tot} = Q * t$	583.33	m ³	volume complessivo della fase
n	2		numero di vasche adottate
$V = V_{tot} / n$	291.67	m ³	volume singola vasca (poi magari lo arrotondo)
H	5.5	m	altezza della vasca (lo assegno io)
$S = V/H$	53.03	m ²	superficie della vasca

Calcoliamo ora l'aria da fornire in base all'ossigeno richiesto per ossidare il BOD presente.

LINEA FANGHI

PRODUZIONE DI FANGO DI SUPERO

Viene stimata con riferimento al grafico sottostante che riporta la relazione esistente tra fattore di carico organico (F_c) ed età del fango (E) per liquami domestici, relazione variabile in funzione del parametro dato dal rapporto tra i solidi sospesi ed il BOD presenti nel liquame. (Grafico tratto da Masotti, *Depurazione delle acque*).



Nel caso in esame abbiamo:

Numero di abitanti	10000	ab
Apporto SS procapite	90	[g/(ab*d)]
Apporto BOD procapite	70	[g/(ab*d)]

Apporto complessivo SS	900	kg/d
Apporto complessivo BOD	700	kg/d
SS/BOD	1.3	
Età del fango E	3	d

Apporto procapite x num.abitanti
:1000 per averlo in kg
nel grafico mi metto sulla relativa curva e in
corrispondenza del mio F_c leggo l'età del fango
(F_c era 0.4)

La stima della produzione del fango di supero viene qui fatta con riferimento ad un Indice di produzione del fango (I) che per impianti a medio carico è dell'ordine di 0.9 kgSS/kg BOD abbattuto. Basterà quindi moltiplicare questo I per la quantità di BOD abbattuto, valutabile a sua volta come prodotto del BOD in ingresso per il rendimento depurativo della fase biologica (che si può assumere del 95% circa).

Qui si assume prudenzialmente:

I	1.4	kgSS/kg BOD
η	95	%
ΔBOD	665	kg BOD/d
ΔX	923.33	kg SS/d

indice di produzione del fango di supero
rendimento depurativo del BOD (lo stesso ipotizzato nell'aeraz.)
BOD abbattuto $\Delta BOD = Q_m \cdot m \cdot \eta \cdot BOD_{in}$
Fango prodotto $\Delta X = I \cdot \Delta BOD$