

Tema 1

Con una stazione totale è stato eseguito il rilievo di una particella catastale di forma quadrilatera con vertici A, B, C, D, effettuando due stazioni nei vertici A e B.

I dati del rilievo sono riassunti nella seguente tabella:

Stazione	h strum.	Punto	Azimutale (gon)	Zenitale (gon)	Distanza inclinata (m)
A	1.46	B	0.0000	99.2358	74.202
		D	98.3652	100.5874	195.684
B	1.52	C	0.0000	97.8521	145.236
		A	135.2687		

Sono note le coordinate catastali Cassini-Soldner (X=nord, Y = est) dei due vertici A e B:

$X_a = 2136.25$ m $Y_a = 3045.23$ m

$X_b = 2195.68$ m $Y_b = 3089.65$ m

E' nota inoltre la quota ortometrica del vertice A: $Q_a = 247.32$ m s.l.m.

L'altezza della mira posta nei punti osservati è costante e pari a 2.05 m

Per le misure eseguite si assumono le seguenti indeterminazioni:

- distanze: 10 mm + 5 ppm
- angoli: 15 secondi centesimali

Il candidato determini:

- le coordinate Cassini-Soldner dei vertici C e D e le quote s.l.m. dei vertici B, C e D;
- l'area della particella espressa in ettari;
- una stima attendibile delle indeterminazioni planimetriche e altimetriche delle coordinate e quote ottenute;

Disegni inoltre una planimetria della particella in scala 1:2000 orientata secondo il sistema catastale.

Tema 2

E' richiesto il dimensionamento di un impianto di depurazione a fanghi attivi con biomassa sospesa, nel rispetto dei limiti di emissione imposti dal Decreto Legislativo del 3/4/2006 n. 152, allegato 5, con scarico in area sensibile. La popolazione equivalente ammonta a 4.000 abitanti

Il dimensionamento riguarda il reattore biologico costituito da una sezione di pre denitrificazione, seguita da una sezione areata Nit-Ox. In necessario sistema di areazione sia realizzato per insufflazione con dischi porosi disposti sul fondo della vasca areata.

E' richiesto inoltre quanto segue:

- i principali elementi geometrici ed energetici dell'impianto di sollevamento: numero di pompe, portata di ciascuna pompa, volume di compenso per il funzionamento intermittente delle pompe (sequenza tipo B, volumi in catasta), potenza attiva totale e il consumo energetico medio annuo del sollevamento;
- le portate di ricircolo dei fanghi e della miscela areata (Mixed Liquor);
- il sedimentatore secondario;
- dosaggio di cloruro ferrico per la defosfatazione chimica combinata nel reattore biologico;
- la produzione giornaliera di fango biologico e chimico (Kg/die)
- il volume della vasca di disinfezione effettuata con acido peracetico;

E' richiesta una relazione introduttiva che descriva le principali sezioni epurative soggette a dimensionamento. Si assuma, inoltre, che la stabilizzazione dei fanghi avvenga per via aerobica (ossidazione totale).

I principali dati di progetto a base del dimensionamento sono indicati di seguito.

Dotazione idrica (l/ab./die):.....	320
Coefficiente di dispersione (---):	0.80
Coeff. di punta per la portata del comparto biologico in tempo asciutto:	1.6
Coeff. di punta per la portata del comparto biologico in tempo di pioggia:	2.4
Coeff. di punta per la portata massima in tempo di pioggia.....	4.0
BOD ₅ (g/ab.eq./d):	60
SS (g/ab.eq./d):.....	90
N (g/ab.eq./d):.....	12
P (g/ab.eq./d):.....	2
Temperatura invernale (°C).....	12
Temperatura estiva (°C).....	22
Concentrazione della Biomassa nel reattore biologico (mg/L).....	4.0
Frazione volatile della Biomassa (---).....	0.8
Concentrazione dell'Ossigeno disciolto (mg/L).....	2.3
Incremento di sicurezza del volume dei reattori biologici (---).....	15%

Sistema fognario:.....	fognatura unitaria
Quota di scorrimento dal piano campagna del collettore fognario finale.....	-2.5 m
Quota di carico per il convogliamento dei liquami alle successive fasi.....	4.2 m

Garanzie epurative richieste per i componenti da dimensionare:

BOD ₅ (mg/L).....	18.5
Azoto totale (mgTKN-N/L).....	10.0
di cui:	
Azoto ammoniacale (mg/L).....	2.0
Azoto nitrico (NO ₃ ⁻) (mg/L).....	8.0
Fosforo totale (mg/L).....	2.0

PARAMETRI DI PROGETTO

Impianto di sollevamento:

frequenza di avvio delle pompe.....10 avvii/ora

Il Candidato assuma che le pompe previste siano dotate ciascuna di una propria mandata indipendente. Per il calcolo della prevalenza si assuma, forfettariamente, che le perdite di carico concentrate e continue sulla condotta di mandata siano pari a 2.5 m; per il calcolo del volume di compenso del pozzetto in prima approssimazione si assuma che ciascuna pompa lavori a portata costante e che la variazione della prevalenza geodetica sia trascurabile; per il calcolo della potenza attiva assorbita da ciascuna pompa il Candidato assuma un valore appropriato del rendimento; per il calcolo dell'energia elettrica consumata in un anno, si faccia riferimento alla portata media giornaliera. (Indicazione progettuale: il dimensionamento dell'impianto di sollevamento sia effettuato con la portata massima di pioggia e per i volumi in catasta successivi al primo si assumano i seguenti coefficienti riduttivi: 0.392; 0.268; 0.205).

Trattamento Biologico

(Indicazione progettuale: il dimensionamento del comparto biologico sia effettuato con la portata di punta di tempo asciutto)

Reattore Predenitrificazione

Velocità di denitrificazione a 20 °C ($\text{gNO}_3^-/\text{KgSS}/\text{ora}$).....3.4
Base dell'equazione di Van't Hoff Arrhenius (---).....1.075

Reattore Ossidazione e Nitrificazione Biologica

Velocità di nitrificazione a 20 °C ($\text{gTKN}/\text{KgSSN}/\text{ora}$).....82.0
Costante di semi saturazione dell'ammoniacca (mgN/L).....0.51
Costante di semi saturazione dell'ossigeno (mgO_2/L)1.00
Base dell'equazione di Van't Hoff Arrhenius (---).....1.11
Coeff. di crescita batteri eterotrofi ($\text{gSSV}/\text{gBOD}_5$).....0.45
Coeff. di crescita batteri autotrofi (gSSV/gTKN).....0.12

Richiesta di Ossigeno

Coefficiente di punta per la Richiesta di Ossigeno OR (---).....1.20
Coeff. di respirazione attiva ($\text{KgO}_2/\text{KgBOD}$).....0.60
Coeff. di nitrificazione ($\text{KgO}_2/\text{KgTKN}$).....4.57
Coeff. di denitrificazione ($\text{KgO}_2/\text{KgN-NO}_3^-$).....2.90
Coeff. di respirazione endogena a 20°C ($\text{KgO}_2/\text{KgSS}/\text{die}$).....0.10

Sistema di areazione

Diffusori a piattello a bolle fini (Nm^3/ora).....3-6
Efficienza di trasferimento (---).....22%
Coeff. di salinità β (---).....0.95
Coeff. di torbidità α (---).....0.68
Base dell'equazione di Van't Hoff Arrhenius per α (---).....1.025
Pressione esterna (atm).....1.0
Solubilità dell'ossigeno in condizioni standard (mg/L).....9.17
Altezza utile della vasca di ossidazione (m).....4.2
Costante di Henry per l'ossigeno a 20 °C (atm)..... 4.01×10^4
Costante di Henry per l'ossigeno a 12 °C (atm)..... 3.42×10^4

Sedimentazione Secondaria

(Indicazioni progettuali: il predimensionamento del sedimentatore sia effettuato sulla portata di tempo di pioggia al comparto biologico con il seguente flusso solido, da sottoporre a verifica rispetto ai seguenti carichi idraulici di superficie ed alla portata di sfioro sullo stramazzo di bordo)

Flusso solido limite ($\text{KgSS}/\text{m}^2/\text{ora}$).....4.5
Tempo di ritenzione minimo (ore).....3.0
Carico idraulico di superficie massimo in tempo di pioggia (m/ora).....1.0

Carico idraulico di superficie massimo sulla portata di calcolo (m/ora).....	0.5
Portata massima sullo stramazzo di bordo (m ³ /m/ora).....	6.5
Produzione fango di supero (KgSS/Kg BOD ₅ abbattuto).....	0.8

Rimozione Chimica del Fosforo

(Indicazioni progettuali: la rimozione può essere realizzata in modo combinato nel reattore biologico o nel sedimentatore secondario. Calcolare il consumo giornaliero di FeCl₃ in soluzione al 41% con peso specifico 1.42 Kg/L)

Rapporto ponderale di calcolo (mg Fe-FeCl ₃ /mg P).....	2.5
--	-----

Disinfezione finale con Acido Peracetico

(Indicazioni progettuali: effettuato il dimensionamento con la portata di pioggia al comparto biologico, calcolare il volume del reattore e il consumo orario di acido peracetico in soluzione al 15% con peso specifico 1.14 Kg/L))

Dose (min×mg CH ₃ COOOH/L).....	450
Concentrazione di acido peracetico (mg/L).....	10

Il Candidato adotti tutti gli eventuali parametri di progetto non espressamente indicati come di norma noti o desumibili da manuali tecnici

Tema 3

Dovendo realizzare un'opera idraulica in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino idrografico umbro, di superficie pari a 26,28 km² e latitudine media pari a 42,900 gradi, è richiesta la determinazione della portata di progetto con tempo di ritorno (Tr) pari a 50 anni. Si ricavi tale valore di progetto nell'ipotesi di comportamento del bacino assimilabile ad una serie di tre serbatoi lineari uguali tra loro. È nota l'espressione delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (in mm):

$$h_{d,T} = K_T E[H_1] d^{0.29}$$

dove:

- K_T è funzione del tempo di ritorno (Tab. 1);
- si calcola il valore indice $E[H_1]$ nota la media regionale dei massimi di precipitazione osservati per la durata di un'ora $\langle \bar{h}_{1,reg} \rangle$, che risulta pari a 29 mm, mediante la relazione: $E[H_1] = (s_1 + 1) \langle \bar{h}_{1,reg} \rangle$;
- s_1 è un parametro adimensionale stimato in relazione ai valori Z/L e Z/Y tabulati in funzione della latitudine (Tab. 2) e caratteristici della fascia di territorio di

interesse mediante la relazione $s_1 = 90.7 \frac{Z}{L} - 11.4 \frac{Z}{Y}$.

Si consideri inoltre che il suolo, in pratica interamente utilizzato come terreno coltivato con interventi di conservazione, è di tipo a potenzialità di deflusso moderatamente bassa.

Tab. 1 - Valore del quantile adimensionale K_T in funzione del tempo di ritorno

T [anni]	K_T	T [anni]	K_T
5	1,2074	150	2,5666
10	1,4309	200	2,7036
20	1,6803	250	2,8104
25	1,7679	500	3,1442
50	2,0601	750	3,3402
75	2,2427	1000	3,4793
100	2,376		

Tab. 2 - Valori dei parametri Z/L e Z/Y in funzione della latitudine

Latitudine	Z/L	Z/Y
41,233	0,02941	0,21948
41,283	0,02919	0,21770
41,450	0,02838	0,21140
41,467	0,02829	0,21073
41,617	0,02744	0,20451
41,667	0,02714	0,20234
41,683	0,02704	0,20160
41,750	0,02661	0,19860
41,783	0,02639	0,19706
41,833	0,02606	0,19471
41,900	0,02559	0,19150
41,917	0,02547	0,19068
41,967	0,02510	0,18819
42,417	0,02133	0,16346
42,433	0,02117	0,16247
42,450	0,02101	0,16147
42,467	0,02085	0,16046
42,517	0,02037	0,15740
42,550	0,02004	0,15533
42,567	0,01988	0,15429
42,583	0,01971	0,15325
42,600	0,01954	0,15219
42,633	0,01920	0,15007

Latitudine	Z/L	Z/Y
42,650	0,01903	0,14899
42,683	0,01868	0,14684
42,717	0,01833	0,14465
42,767	0,01779	0,14133
42,850	0,01688	0,13569
42,867	0,01669	0,13454
42,900	0,01631	0,13224
42,950	0,01574	0,12873
42,967	0,01554	0,12754
43,017	0,01495	0,12397
43,033	0,01475	0,12277
43,050	0,01455	0,12156
43,083	0,01415	0,11912
43,150	0,01333	0,11418
43,167	0,01312	0,11293
43,183	0,01291	0,11168
43,200	0,01270	0,11041
43,233	0,01228	0,10788
43,267	0,01184	0,10531
43,317	0,01119	0,10142
43,350	0,01075	0,09880
43,450	0,00940	0,09080