

A.T.I. N°1 - A.T.I. N°2



UMBRA ACQUE S.p.a.
Via G. Benucci, 167 - 06087 Ponte San Giovanni (PG)

ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI S. ERASMO - GUBBIO (PAR-FSC 2007-2013)

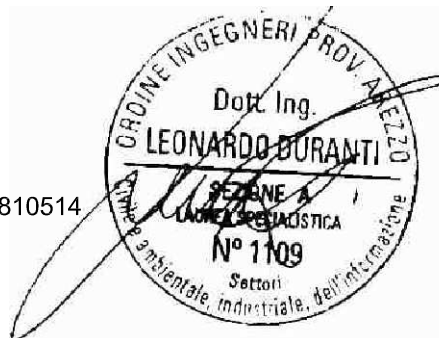
PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA



STUDIO ASSOCIATO ATRE INGEGNERIA
Via Lucca, 12 - San Giustino V.no (AR)
Tel. 055476528 - Fax 0553986924
info@atreingegneria.net

P.IVA 01932810514



DOTT. ING. LEONARDO DURANTI

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

DOTT. ING. LUISA BRACCESI

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DI PROCESSO

CODICE PROGETTO

L398_S_Erasmo-Deruta

DATA

MARZO 2015

REVISIONE N.

SCALA

F.S.

N. ELABORATO

AII. B

**PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI GUBBIO**

UMBRA ACQUE S.p.A.

*ADEGUAMENTO DELL'IMPIANTO
DI DEPURAZIONE DI S. ERASMO - GUBBIO
(PAR-FSC 2007-2013)*

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI PROCESSO

MARZO 2015

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO ATTUALE	2
	2.1 Linea Liquami	4
	2.1.1 Grigliatura grossolana.....	4
	2.1.2 Grigliatura fine automatica	5
	2.1.3 Dissabbiatura, preareazione, disoleatura e pozzetto di ripartizione alle n.2 linee	5
	2.1.4 Unità combinata denitrificazione/ossidazione-nitrificazione/sedimentazione finale	5
	2.1.5 Sedimentazione	6
	2.1.6 Defosfatazione chimica simultanea (attualmente non in uso).....	7
	2.1.7 Disinfezione di emergenza.....	7
	2.2 Linea fanghi	7
	2.2.1 Ricircolo fanghi	7
	2.2.2 Ispessimento del fango	7
	2.2.3 Disidratazione meccanica	7
	2.2.4 Letti di essiccamento	7
	2.3 Campionamento del refluo in ingresso ed in uscita	8
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO	8
	3.1 Misura delle portate	9
	3.2 Sostituzione sonda Ossigeno Disciolto	9
	3.3 Predisposizione dosaggio antischiuma	12
	3.4 Filtrazione meccanica	13
	3.5 Disinfezione a raggi UV	15
	3.6 Clorazione	16

1 PREMESSA

Il progetto di “*Adeguamento dell'impianto di depurazione di S. Erasmo - Gubbio (PAR-FSC 2007-2013)*” si configura come modifica di un impianto esistente già autorizzato con potenzialità superiore a 10.000 AE.

Tale modifica risulta necessaria per il rispetto degli obiettivi di tutela qualitativa e quantitativa dei sistemi idrici previsti dal Piano di Tutela delle Acque.

In particolare il PTA prevede la realizzazione di sistemi di abbattimento della carica batterica fecale, combinati a sistemi di pretrattamento per l'eliminazione dei solidi sospesi, in tutti gli impianti di trattamento dei reflui urbani aventi potenzialità di progetto > 2.000 A.E, misura che diviene obbligatoria per gli impianti di trattamento dei reflui urbani aventi potenzialità di progetto >10.000 A.E..

L'attuale filiera di depurazione ha una potenzialità depurativa di 25.000 AE e subirà delle modifiche atte a ottimizzare il processo e migliorare il monitoraggio dello stesso che prevedono l'introduzione di trattamenti terziari quali la filtrazione meccanica e la disinfezione mediante UV.

Nell'ambito dell'intervento l'impianto sarà dotato di strumenti di misurazione delle portate in ingresso, in uscita e in prossimità del by-pass.

Nella presente relazione vengono descritte le modifiche introdotte al processo di depurazione della linea liquami.

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO ATTUALE

L'impianto di depurazione, ampliato nel 2005, è costituito da un trattamento biologico a fanghi attivi ed è dimensionato per trattare i reflui urbani provenienti principalmente dal capoluogo per un numero di 25.000 abitanti equivalenti.

All'impianto viene conferito inoltre, il percolato proveniente dall'impianto di trattamento rifiuti di Gubbio Loc. Colognola, previo trattamento chimico-fisico realizzato direttamente in discarica.

Il medesimo impianto è poi autorizzato, ai sensi dell'art. 110 comma 3, a smaltire reflui non canalizzati quali fanghi liquidi provenienti da altri impianti di depurazione di acque reflue fognarie e stasamenti fognari.

L'effluente trattato viene convogliato nel torrente Saonda con recapito finale nel fiume Chiascio.

I dati di dimensionamento dell'impianto sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 1: Dati di dimensionamento dell'impianto (da ampliamento 2005)

Parametro	Udm	Valore
Abitanti Equivalenti	A.E.	25.000
Sistema di Fognatura		Mista
Dotazione idrica per abitanti serviti	$lt\ A.E.^{-1}\ g^{-1}$	300
Dotazione idrica per abitanti equivalenti	$lt\ A.E.^{-1}\ g^{-1}$	270
Coefficiente di afflusso in fognatura	%	0.80
Portata di calcolo in tempo secco	$m^3\ g^{-1}$	6000
Portata media oraria nelle 24h (Qm)	$m^3\ h^{-1}$	250
Portata di punta tempo secco (Q18)	$m^3\ h^{-1}$	375
Portata ammessa ai trattamenti primari (4Qm) in tempo di pioggia (Qpp)	$m^3\ h^{-1}$	1000
Portata ammessa ai trattamenti biologici (2,5Qm = Qp)	$m^3\ h^{-1}$	625
Carico organico specifico BOD	$g\ A.E.^{-1}\ g^{-1}$	70
BOD5 complessivo	$Kg\ g^{-1}$	1750
Carico specifico NTK	$g\ A.E.^{-1}\ g^{-1}$	13
NTK complessivo	$Kg\ g^{-1}$	325
Carico specifico fosforo	$g\ A.E.^{-1}\ g^{-1}$	3
Fosforo complessivo	$Kg\ g^{-1}$	75

L'impianto di depurazione è articolato su due linee di processo.

Linea liquami

- Grigliatura grossolana automatica – by-pass generale impianto;
- Grigliatura meccanica fine;
- Dissabbiatura–Disoleatura e ripartizione alle due linee ovvero by-pass comparto biologico (1.5Qm);
- n.2 unità combinate di Denitrificazione / Ossidazione-Nitrificazione / Sedimentazione finale;
- Defosfatazione mediante flocculazione chimica in linea (attualmente non in uso);
- Disinfezione di emergenza dell'effluente mediante clorazione (attualmente non in uso).

Linea fanghi

- Ispessimento dei fanghi in n.1 unità circolare meccanizzata;
- Disidratazione dei fanghi con centrifuga;
- Letti di essiccamento.



Figura 1: Vista aerea dell'impianto di depurazione di Sant'Erasmo – Gubbio.

In tabella sono riportati i valori medi mensili relativi alle concentrazioni in ingresso ed in uscita dall'impianto di depurazione dei parametri di qualità del refluo. Si riportano anche le efficienze medie di rimozione ottenute nel corso dell'anno 2014.

Parametro	Unità	Ingresso		Out		Rimozione (%)
		Medio	Max	Medio	Max	
BOD5	mg L-1	63.29	165	9.27	16	85.3
COD	mg L-1	171.54	405	23.00	52	86.6
SST	mg L-1	115.02	280	9.73	25	91.5
N tot	mg L-1	22.78	65.5	6.13	12.9	73.1
N ammo	mg L-1	22.61	75.86	0.85	4.81	96.3
N nitroso	mg L-1	0.42	0.97	0.56	0.47	-32.7
N nitrico	mg L-1	4.93	5.2	4.94	16.3	-0.2
P totale	mg L-1	8.89	6.42	2.49	2.37	72.0
E. Coli	CFU 100ml-1	13091666.67	43500000	34250.00	74000	99.7

Tabella 2: Parametri caratteristici dell'impianto di depurazione di S. Erasmo anno 2014

2.1 Linea Liquami

2.1.1 Grigliatura grossolana

I liquami provenienti dalla rete fognaria, prima del sollevamento, vengono sottoposti ad un trattamento di grigliatura grossolana tramite griglia verticale meccanizzata con spaziatura pari a 40 mm per solidi di grandi dimensioni. Il materiale grigliato viene compattato ed inviato in apposito contenitore (big-bag).

2.1.2 Grigliatura fine automatica

I liquami sono di seguito sottoposti ad un trattamento di grigliatura fine mediante griglia di tipo inclinato ed intubato. Il materiale grigliato viene scaricato in una coclea che trasferisce il rifiuto in un apposito contenitore.

2.1.3 Dissabbiatura, preareazione, disoleatura e pozzetto di ripartizione alle n.2 linee

La fase di dissabbiatura e disoleatura è costituita da un comparto realizzato in vasca rettangolare, con due tramogge (di superficie complessiva pari a 12 m³) dotata insufflazione di aria compressa in modo da tenere in sospensione le sostanze organiche, far flottare grassi, oli e consentire la sedimentazione della sabbia sul fondo.

Le sabbie vengono estratte mediante air-lift e gli oli vengono raccolti in un pozzetto separato per la successiva asportazione. Le sabbie estratte vengono trattate in un classificatore in acciaio inox e le acque vengono riportate in testa all'impianto di depurazione.

2.1.4 Unità combinata denitrificazione/ossidazione-nitrificazione/sedimentazione finale

Il liquame proveniente dalla dissabbiatura-disoleatura viene caricato nei n.2 manufatti combinati di denitrificazione, ossidazione/nitrificazione e sedimentazione secondaria.

L'areazione, mediante diffusori a piatti, è assicurata da soffianti, regolate da inverter.

Il ricircolo e lo spurgo dei fanghi attivi avvengono attraverso pompe alloggiare in compartimenti ricavati nel manufatto. Nella Figura 2 si riporta il layout dell'unità combinata.

Nel bacino di denitrificazione (volume pari a 1441 m³) assieme al liquido nitrificato riciclato dal bacino di ossidazione e ai fanghi biologici proveniente dal sedimentatore secondario e in assenza di apporto di ossigeno dall'esterno, i fanghi biologici sono in grado di utilizzare l'ossigeno dei nitrati per supportare il metabolismo. Per far ciò è necessaria una fonte di carbonio, in questo caso rappresentato dal BOD del liquame in ingresso. In questo bacino a fanghi attivi agitati costantemente in maniera da non trasferire ossigeno (mantenimento di un ambiente anossico) si realizza la riduzione dei nitrati (NO₃⁻) e nitriti (NO₂⁻) ad azoto, gas inerte che si libera in atmosfera.

Per garantire la miscelazione del liquame e per omogeneizzare la massa liquida, sono presenti n.2 mixer (miscelazioni sommerse).

La fase principale del ciclo del trattamento biologico, corrispondente all'areazione del liquame, avviene in una porzione della vasca ad anello. Il bacino di ossidazione-nitrificazione (di volume pari a 3230 m³) è un reattore biologico dove i fanghi attivi vengono mantenuti in agitazione e contemporaneamente viene fornito abbastanza ossigeno per consentire l'ossidazione biologica della sostanza organica e dell'azoto ammoniacale attraverso reazioni biologiche. L'areazione è assicurata da un sistema di ossigenazione del liquame mediante insufflazione di aria mediante diffusori di tipo tubolare in materiale poroso. L'ossigeno è fornito da n.2 soffianti dotate di inverter. Il funzionamento delle soffianti è regolato dall'ossigeno disciolto presente in ogni singola vasca di

ossidazione-nitrificazione, rilevato in continuo dall'apposita sonda a seconda del range di ossigeno impostato.

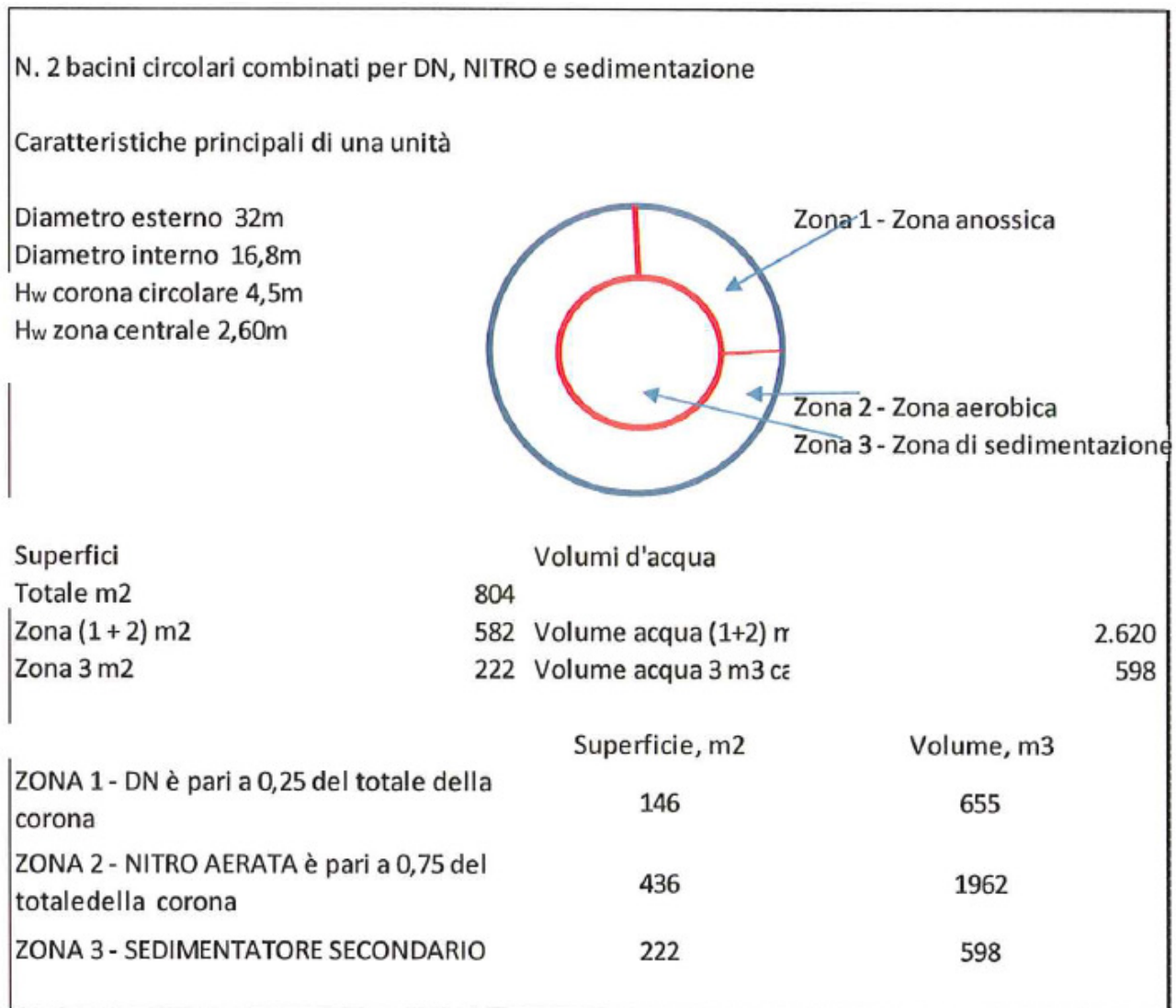


Figura 2: Layout vasca denitrificazione/ossidazione-nitrificazione/sedimentazione.

2.1.5 Sedimentazione

La fase di sedimentazione viene realizzata in n.2 sedimentatori circolari di circa 18 metri di diametro con una superficie di sedimentazione complessiva pari a 530 m² nei quali avviene la separazione tra il liquido depurato (effluente) e i fanghi che sedimentano sul fondo. Il fango depositato sul fondo dei sedimentatori viene addotto al manufatto del sollevamento fanghi e per gravità arriva al pozzetto ove sono situate le pompe di ricircolo e di supero dei fanghi.

2.1.6 Defosfatazione chimica simultanea (attualmente non in uso)

Per il trattamento di defosfatazione simultanea esistente vengono utilizzati i reagenti quali policloruro di alluminio, idrossido di calcio e polielettrolita.

2.1.7 Disinfezione di emergenza

La disinfezione di emergenza delle acque di scarico avviene mediante il dosaggio di ipoclorito di sodio nella vasca di clorazione (attualmente non in uso).

2.2 Linea fanghi

2.2.1 Ricircolo fanghi

Considerato che la depurazione del liquame avviene mediante l'utilizzo di fanghi attivi, è necessario ricircolare i fanghi depositati nei sedimentatori finali al fine di equilibrare in continuo il carico di massa. Il ricircolo dei fanghi è assicurato da pompe sommerse. Quota parte del ricircolo viene inviato alla fase di ispessimento (fango di supero).

2.2.2 Ispessimento del fango

Il fango di supero viene inviato all'ispessitore costituito da n.1 vasca circolare meccanizzata di circa 8 m di diametro e superficie pari a 50.24 m² a servizio di entrambe le unità combinate con il duplice scopo di ridurre ulteriormente l'umidità dei fanghi e di accumularli per la successiva fase di disidratazione meccanica.

2.2.3 Disidratazione meccanica

I fanghi ispessiti vengono periodicamente disidratati meccanicamente in una centrifuga con l'utilizzo di polielettrolita con preparatore in continuo installato all'interno di un locale di dimensioni di 46.75 m².

Il fango disidratato prodotto viene scaricato mediante coclea in un cassone per essere successivamente smaltito in impianto autorizzato. Il cassone di raccolta del fango disidratato è posizionato in una platea di cls. Le acque reflue di risulta tornano in testa all'impianto (linea liquami) per essere depurate. La quantità di fanghi disidratati prodotti dall'impianto di depurazione di Gubbio – Loc. Sant'Erasmo ammonta a circa 900 tonn./anno.

2.2.4 Letti di essiccamento

L'impianto di depurazione è inoltre dotato di n.3 letti di essiccamento per superficie pari a circa 318 m² di cui n.1 dedicati alla disidratazione naturale (essiccazione) del fango di supero e n.2 di sabbia proveniente dalla fase di dissabbiatura dell'impianto stesso e delle pulizie di fondo delle autobotti utilizzate per gli stasamenti fognari.

Tutti i rifiuti prodotti dall'impianto di depurazione vengono, prima dello smaltimento, classificati mediante analisi di caratterizzazione.

2.3 Campionamento del refluo in ingresso ed in uscita

Per quanto attiene al campionamento del refluo influente ed effluente sono in fase di installazione n.2 campionatori automatici refrigerati in grado di prelevare 24 campioni nell'arco delle 24 ore posizionati rispettivamente a monte della grigliatura grossolana e a valle del comparto di clorazione.

Il campionamento consentirà quindi l'attivazione di un sistema di autocontrollo.

Gli strumenti di campionamento automatici refrigerati sono del tipo WATEC-ISCO 5800, costruiti in accordo alle richieste delle normative ISO 5667-10 ed EPA ed hanno le seguenti caratteristiche costruttive:

- le parti elettroniche sono completamente separate dalle parti umide e le schede sono protette in modo stagno;
- Controllore ed elettronica: protezione IP 67, con pannello di controllo e tastiera avente l'elettronica riscaldata per evitare condense pericolose per i componenti elettronici;
- Resistenza all'umidità: 0 – 100%;
- corpo del campionatore: in polietilene antigraffio, realizzati in un unico pezzo con fusione rotazionale. L'isolamento termico è garantito anche in ambienti caldi ed umidi, da una doppia parete con isolante;
- Temperatura di lavoro: da – 29° a + 49° C.

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO NELLO STATO DI PROGETTO

L'adeguamento dell'impianto di depurazione di Sant'Erasmo nel Comune di Gubbio si inserisce nell'ambito di interventi ammissibili previsti dal P.A.R.-F.S.C. 2007-2013 (Programma Attuativo Regionale del Fondo per lo Sviluppo e la Coesione già fondo per le aree sottoutilizzate).

L'attuale filiera di depurazione ha una potenzialità depurativa di 25.000 AE e subirà delle modifiche atte a ottimizzare il processo e migliorare il monitoraggio dello stesso che prevedono l'introduzione di trattamenti terziari quali la filtrazione e la disinfezione mediante UV.

Attualmente la concentrazione media di E.Coli in uscita dalla sedimentazione è pari a 34250 UFC/100 mL, pertanto è necessario un abbattimento della carica batterica prima dello scarico finale ed il raggiungimento dei limiti previsti dalla normativa (5000 UFC di E.coli per 100 mL).

Per l'abbattimento dei coliformi si prevede la disinfezione dell'effluente mediante radiazioni UV.. La rimozione dei solidi sospesi, ottenuta tramite filtrazione meccanica, oltre che essere propedeutica all'abbattimento dei coliformi, contribuisce essa stessa direttamente al miglioramento della qualità ambientale dei corsi d'acqua.

Con la realizzazione delle opere in progetto i benefici ambientali ed i risultati attesi sono tali da consentire il rispetto dei limiti di legge allo scarico dell'impianto previsti dalla normativa.

Nel dettaglio gli interventi in progetto che influiscono con il sistema depurativo consistono in:

- inserimento di **misuratori di portata** per il monitoraggio del totale dei volumi in **ingresso** all'impianto e del totale di quelli inviati al **by-pass** del processo biologico;
- sostituzione del **misuratore di portata dell'effluente**;
- inserimento di una fase di **filtrazione meccanica** dell'effluente della sedimentazione secondaria prima dell'ingresso alla nuova fase di disinfezione;
- inserimento di una fase di **disinfezione con UV**;
- ripristino della fase di **disinfezione** tramite dosaggio di ipoclorito di sodio da utilizzarsi unicamente in caso **di emergenza**;
- sostituzione **sonda per Ossigeno Disciolto** in vasca di ossidazione sulla linea realizzata precedentemente all'ampliamento del 2005;
- predisposizione per **dosaggio antischiuma** nel comparto biologico;
- realizzazione di tettoia a protezione dei serbatoi di stoccaggio del polielettrolita;
- inserimento paratoie murali per sezionamento nuove fasi di impianto e sostituzione della paratoia sul canale in ingresso con paratoia motorizzata.

I principali interventi previsti la potenzialità dell'impianto e le rese depurative verranno meglio specificati nei paragrafi successivi.

3.1 Misura delle portate

Nell'impianto di Sant'Erasmus sono presenti due diverse linee di by-pass: un by-pass generale che scarica in corpo idrico le portate eccedenti quelle massime ammesse ai pretrattamenti e un by-pass interno per salvaguardare il comparto biologico.

Come meglio descritto nella relazione tecnica-illustrativa nell'impianto sono già presenti i misuratori di portata in ingresso (se ne prevede la sostituzione) ed in uscita e verranno installati nuovi misuratori di portate sulla condotta di by-pass generale e di by-pass del comparto biologico.

3.2 Sostituzione sonda Ossigeno Disciolto

Il cattivo funzionamento della sonda di ossigeno disciolto nel vecchio comparto di ossidazione, ne rende necessaria la sostituzione ai fini di un miglioramento del sistema depurativo. Tenendo conto delle attrezzature attualmente presenti in impianto e della centralina a cui la sonda dovrà essere collegata si è scelto di installare una sonda per Ossigeno Disciolto LDOsc.

La tecnologia LDO (Luminescent Dissolved Oxygen) consente un risparmio di tempo nella misura dell'ossigeno disciolto rispetto ai sensori elettrochimici e riduce notevolmente la necessità di manutenzione data l'assenza di elettroliti, elettrodi e membrane da sostituire.

Diversamente dai sensori elettrochimici, i sensori LDO non consumano ossigeno e non richiedono una pulizia o una calibrazione frequente, assicurando una maggiore durata e letture più stabili e precise.

Durante la misura (vedi Figura 3) un punto attivo fluorescente (1) viene eccitato mediante una luce blu (2) e una luce rossa luminescente (3) viene rilevata dal diodo luminoso (5). La presenza di ossigeno modifica l'indice di decadimento di fluorescenza e lo spostamento di fase che è direttamente collegato alla pressione parziale di ossigeno.

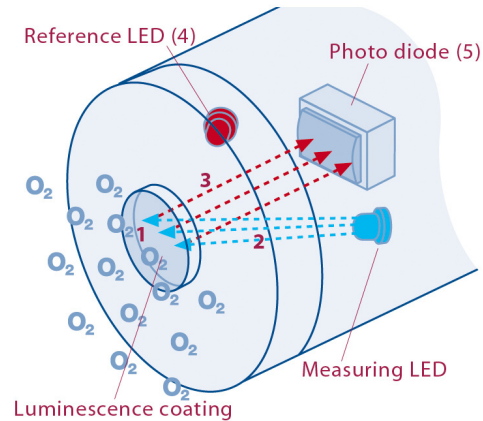


Figura 3: Funzionamento tecnologia LDO.

La sonda LDOsc permette un'accuratezza della misura pari a 0.1 ppm quando la concentrazione di ossigeno disciolto è inferiore a 5ppm e non presenta alcuna interferenza con le sostanze che normalmente si trovano negli impianti di depurazione. Si riportano di seguito le specifiche tecniche della sonda LDOsc.

Specifiche tecniche	Dettagli
Materiali umidi	Sonda standard, sonda standard Classe 1-Div. 2 <ul style="list-style-type: none"> • CPVC, estremità sensore e cavo • Poliuretano, sovrastampaggio sull'estremità e sulla guaina del cavo • Acciaio Inossidabile 316, corpo e viti • Viton, O-ring • Noryl, dado sull'estremità del cavo
	Sonda standard per acqua di mare, sonda per acqua di mare Classe 1-Div. 2 <ul style="list-style-type: none"> • CPVC, estremità sensore e cavo • Poliuretano, sovrastampaggio sull'estremità e sulla guaina del cavo • Corpo in PVC per acqua di mare • Sigillante epossidico per acqua di mare • Noryl, dado sull'estremità del cavo
Classificazione IP	IP68
Materiali a contatto con il liquido (Cappuccio del sensore)	Acrilico
Campo di misura (ossigeno disciolto)	Da 0 a 20 ppm (da 0 a 20 mg/l)
	Da 0 a 200% di saturazione
Accuratezza della misura (ossigeno disciolto)	Inferiore a 5 ppm: $\pm 0,1$ ppm
	Superiore a 5 ppm: $\pm 0,2$ ppm
Ripetibilità (ossigeno disciolto)	0,1 ppm (mg/l)
Tempo di risposta (ossigeno disciolto)	$T_{90} < 40$ secondi
	$T_{95} < 60$ secondi
Risoluzione del sensore (ossigeno disciolto)	0,01 ppm (mg/l); 0,1% di saturazione.
Campo di misura (temperatura)	Da 0 a 50 °C (da 32 a 122 °F)
Accuratezza della misura (temperatura)	$\pm 0,2$ °C ($\pm 0,36$ °F)
Interferenze	Nessuna interferenza dalle sostanze seguenti: H_2S , pH, K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Al^{3+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cr (totale), Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , CN^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , S^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , tensioattivi anionici, oli minerali, $Cl_2 < 4$ ppm

Tabella 3: Specifiche tecniche sonda LDO (1/2).

Specifiche tecniche	Dettagli
Temperatura di stoccaggio	Da -20 a 70 °C (da -4 a 158 °F)
Temperatura massima	Da 0 a 50 °C (da 32 a 122 °F)
Classificazione aree pericolose (solo sensore 9020000-C1D2)	Classe I, Divisione 2, Gruppi A-D, T4 / Classe I, Zona 2, Gruppo 2C, T4 <i>Nota: questo prodotto non è conforme ai requisiti della Direttiva 94/9/CE (Direttiva ATEX).</i>
Certificazioni (solo sensore 9020000-C1D2)	Omologato ETL conformemente alle norme ANSI/ISA, CSA ed FM per l'uso in aree pericolose. <i>Nota: questo prodotto non è conforme ai requisiti della Direttiva 94/9/CE (Direttiva ATEX).</i>
Portata minima	Non necessaria
Calibrazione/Verifica	Calibrazione in aria: ad un punto, aria satura d'acqua al 100%
	Calibrazione tramite campione: confronto con uno strumento standard
Limiti di profondità di immersione e pressione della sonda	Limiti di pressione massimi a 34 m (112 piedi), 345 kPa (50 psi); la precisione non può essere mantenuta a questa profondità
Cavo del sensore	Cavo integrato di 10 m (30 piedi) con connettore ad attacco rapido (tutti i tipi di sensori) Possibilità di utilizzare cavi di prolunga fino a 100 m (solo per i sensori non di Classe I, Divisione 2) Con scatola di derivazione fino a 1000 m (solo per i sensori non di Classe I, Divisione 2)
Peso della sonda	1,0 kg (2 libbre, 3 once)
Dimensioni della sonda	Sonda standard (diametro x lunghezza): 49,53 x 255,27 mm (1,95 x 10,05 polli.)
	Sonda per acqua di mare (diametro x lunghezza): 60,45 x 255,27 mm (2,38 x 10,05 polli.)
Requisiti di alimentazione	12 V c.c., 0,25 A, 3 W
Garanzia	Sonda: 3 anni per i difetti di fabbricazione
	Cappuccio sensore: 2 anni per i difetti di fabbricazione

Tabella 4: Specifiche tecniche sonda LDO (2/2).

3.3 Predisposizione dosaggio antischiuma

Il conferimento non costante di reflui industriali comporta la saltuaria formazione di schiume nel comparto biologico in corrispondenza della sezione aerobica di ossidazione/nitrificazione. La presenza di schiume, sebbene non impatti in maniera significativa sull'efficienza dei sedimentatori può compromettere parzialmente l'efficienza dei filtri a tela inseriti a valle della sedimentazione.

Per evitare la formazione di schiume nel comparto biologico si prevede il dosaggio di un antischiuma al termine del comparto anossico prima che il fango biologico passi in vasca aerobica.

Nella Figura 4 si riporta il punto di inserimento del dosaggio antischiuma nel comparto biologico.

Al fine di ottimizzare il processo di eliminazione delle schiume potranno rendersi necessari test specifici volti all'identificazione del prodotto ottimale per l'applicazione. Per ottenere un dimensionamento di massima sia del sistema di pompaggio che del serbatoio per lo stoccaggio del prodotto si fa riferimento ai quantitativi espressi in letteratura per un generico antischiuma a base di polialcoli (0.5 g /m³ di fango).

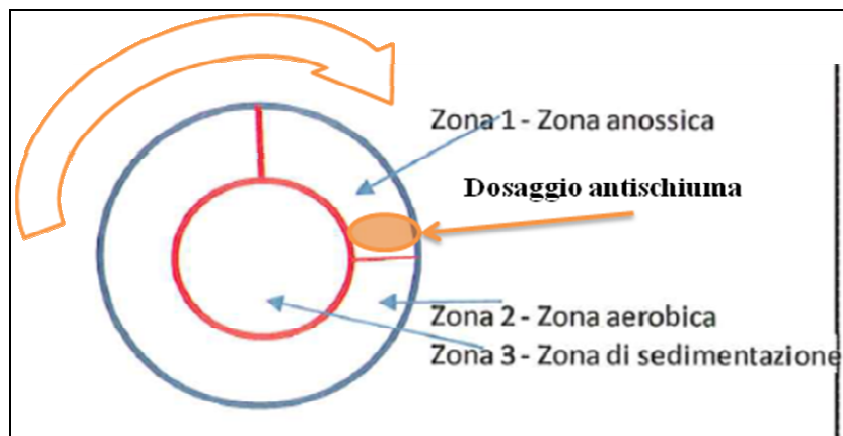


Figura 4: Schema comparto biologico con inserimento dosaggio antischiuma.

Sulla base della portata media affluente all'impianto e dei ricircoli interni sia di fango che di miscela areata, si stima un quantitativo di antischiuma da dosare quotidianamente pari a 350 g.

Relativamente al sistema di dosaggio si prevede l'installazione di n.1 pompe peristaltiche per ogni linea da far lavorare in modalità pausa/lavoro. Nell'ipotesi di preparare la soluzione con rapporto 1:10 tra antischiuma e acqua, dovrà essere garantita una portata pari a 4 L al giorno.

Date le volumetrie ridotte si può prevedere la preparazione di 100 litri di una soluzione di prodotto e acqua da dosare direttamente in vasca.

I 2 serbatoi da circa 100 l saranno realizzati in pead e saranno posizionati nei locali tecnici di ciascuna vasca di ossidazione.

3.4 Filtrazione meccanica

Per quanto riguarda i trattamenti terziari di depurazione di nuova realizzazione, si prevede l'installazione di un filtro meccanico a disco autopulente a valle della sedimentazione finale. Tale tipologia di filtri effettua una rimozione spinta dei solidi sospesi, grazie all'elevata superficie filtrante, migliorando sensibilmente la qualità dell'effluente consentendo al contempo un ingombro contenuto ed una grande superficie filtrante ed un elevato grado di filtrazione.

I filtri a disco sono costituiti da una serie di dischi paralleli che fungono da supporto per il materiale filtrante. Ogni disco è collegato al tubo di alimentazione centrale, il materiale filtrante è costituito da poliestere con diverse dimensioni di apertura della tela, mentre il carter è costituito da acciaio inossidabile.

Nel filtro a disco il liquido da trattare fluisce per gravità dal centro del tamburo verso gli elementi filtranti che trattengono i solidi. Il progressivo accumulo di solidi provoca un aumento del livello idrico di monte fino a provocare l'intervento di un sensore di livello che dà inizio alla rotazione del filtro e alle operazioni di controlavaggio. L'acqua di controlavaggio, immessa ad alta pressione, rimuove i solidi dai pannelli filtranti allontanandoli tramite una linea separata. Il

controlavaggio, effettuato con acqua già filtrata, richiede una portata variabile tra lo 0,5 ed il 2% della portata in ingresso.

Il dimensionamento della superficie filtrante richiesta è stato eseguito sulla portata di punta di tempo secco, pari a $375 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Le capacità filtranti dell'impianto sono definite dal Carico Idraulico Superficiale applicato (velocità di attraversamento per metro quadrato di superficie filtrante). Nel caso specifico, in letteratura si ha un valore medio di $22.5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$.

E' dunque possibile definire la superficie di filtrazione richiesta, pari a 17 m^2 .

Si propone l'installazione del filtro a dischi multipli ognuno costituito da una serie di pannelli filtranti. Tale schema impiantistico determina un incremento nell'area di filtrazione riducendo al contempo la superficie occupata.

L'acqua da trattare fluisce per gravità all'interno del tamburo centrale e filtra attraverso i pannelli dall'interno verso l'esterno dei dischi. I solidi sono separati dall'acqua per mezzo dei pannelli filtranti montati su ambo i lati dei settori che compongono il disco. I solidi sono trattiene all'interno dei dischi filtranti mentre l'acqua depurata fluisce all'esterno del disco nella vasca di contenimento della macchina stessa.

Durante il normale funzionamento, i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento dei pannelli per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel canale di alimentazione raggiunge un valore prefissato. A questo punto, il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono rimossi e scaricati all'interno della tramoggia di raccolta mentre il disco è posto in rotazione. Il flusso controcorrente e gli ugelli assicurano la pulizia del mezzo filtrante con un consumo minimo d'acqua (si utilizza l'acqua filtrata). I supporti degli ugelli per il controlavaggio sono realizzati in modo tale da facilitare la manutenzione e la sostituzione degli stessi.

I pannelli filtranti modulari sono composti da reti filtranti a geometria piana realizzate in acciaio AISI 316 e tenute in posizione da un telaio in materiale plastico. Il design dei pannelli filtranti, ancorati alla struttura di sostegno, ne permette la rimozione in modo semplice e rapido, consentendo tempi di intervento ridotti senza la necessità di svuotare la vasca o di rimuovere il filtro. Se vi fosse la necessità di modificare le condizioni di esercizio o i rendimenti, la struttura permette inoltre di passare facilmente ad un mezzo filtrante con aperture differenti.

La struttura del filtro a dischi, è costituita dall'unità filtrante, da una pompa per il controlavaggio e da un'unità di controllo costituita da:

- quadro elettrico di controllo che comprende la protezione per il motore del filtro ed il motore della pompa di lavaggio, rilevatore di livello e timer;
- inverter per il comando della rotazione dei dischi;
- sistema di avviamento della pompa di controlavaggio;
- asta di livello conduttimetrica per l'avviamento del controlavaggio;

Il filtro presenta le specifiche riportate in Tabella 5.

Numero dischi	7
Superficie filtrante effettiva	54.6 m ²
Dimensioni tubazioni ingresso/uscita	250 mm
Potenza pompa di contro lavaggio	kW 7.5 (380 V - 50 Hz)
Controlavaggio	0.5-2 % della portata filtrata
Spraybars	1
Numero di ugelli per spraybar	20
Numero di pompe di contro lavaggio	1
Pressione di contro lavaggio	7.7 bar
SST in uscita (valore tipico)	< 5 mg L ⁻¹
Dimensione dei pori	10 µm
Materiale dei filtri	Poliestere
Diametro dei dischi	2.2 m
Velocità di rotazione	Variabile
Potenza Motore	kW 1,1 (380 V - 50 Hz)

Tabella 5: Caratteristiche tecniche del filtro meccanico.

La scelta del posizionamento del nuovo comparto di filtrazione (TAV. 7) è stata dettata dalla conformazione attuale dell'impianto, in modo tale da garantire una sufficiente perdita di carico tra l'ingresso al filtro e l'uscita dallo stesso, a tale scopo si prevede l'interramento parziale della struttura al fine di posizionare il fondo del filtro a 1.2 m al di sotto del piano di campagna. La presenza del filtro causerà l'innalzamento del carico idraulico nella condotta che collegherà i sedimentatori con il filtro stesso di circa 40-50 cm. Tale innalzamento potrà essere facilmente assorbito dal sistema causando l'innalzamento del livello nei pozzetti di scarico delle canalette dei due sedimentatori. La tubazione di scarico del controlavaggio collegherà il filtro con il pozzetto che rilancia i drenaggi in testa all'impianto, posizionato in prossimità dei letti di essiccamento. Il dislivello tra l'inibizione della tubazione di controlavaggio e il fondo del pozzetto (circa 2 m) garantisce l'allontanamento a gravità del flusso.

Per l'alimentazione del filtro si prevede la realizzazione di un nuovo pozzetto di derivazione tra il misuratore di portata e il canale di clorazione nel quale verrà installata una paratoia per l'eventuale esclusione dei trattamenti terziari di nuova realizzazione. A monte del comparto di filtrazione verranno posizionate due paratoie che consentiranno il by-pass della filtrazione stessa nel caso si procedesse ad una manutenzione straordinaria dei filtri.

3.5 Disinfezione a raggi UV

Per l'abbattimento della carica batterica prima dello scarico finale ed il raggiungimento dei limiti previsti dalla normativa (5000 UFC di E.coli per 100 mL) si prevede l'inserimento di una fase di disinfezione a raggi ultravioletti con lunghezza d'onda di 254 nm. (TAV. 8).

Le principali condizioni al contorno per l'impianto di disinfezione sono di seguito riportati:

- Concentrazione media di E.Coli in uscita dalla sedimentazione : 34250 UFC/100 MI;
- Concentrazione limite di E.Coli: 5000 UFC/100 mL;
- Rimozione minima richiesta: 85%.

In riferimento ai valori massimi di concentrazione di E. Coli in uscita dal comparto biologico registrati nell'anno 2013 (74000 UFC/100 mL), è necessario prevedere una rimozione percentuale del 94%.

E' stata quindi calcolato l'impianto di disinfezione per ottenere una rimozione di progetto maggiore o uguale al 95%.

Per l'inattivazione del 95% dell'E.Coli è necessari prevedere una dose di UV a 254 nm pari a 4.8 mW*s/m².

Considerando un fattore di sicurezza pari a 1,5 si determina la dose necessaria per raggiungere il limiti di normativa, che è pari a 7.2 mW*s/m².

L'impianto di disinfezione verrà installato all'interno di un manufatto dedicato costruito ex-novo, costituito da un unico canale di lunghezza complessiva pari a 11,6 m e larghezza 1,0 m disposto a fianco del labirinto di clorazione. A monte e a valle del comparto verranno inserite delle paratoie che permetteranno l'eventuale esclusione del sistema di disinfezione in caso di manutenzione straordinaria.

3.6 Clorazione

L'inserimento del comparto di disinfezione mediante dosaggio di radiazioni UV permetterà di ridurre al minimo il dosaggio di composti clorurati per la riduzione della carica batterica dell'effluente. Il dosaggio di cloro nel labirinto di disinfezione verrà attivato esclusivamente in condizioni di emergenza o in concomitanza con le operazioni di manutenzione alle lampade UV.

Sulla base della filiera di trattamento dell'impianto di depurazione di S.Erasmo, la concentrazione di cloro attivo in fase di disinfezione deve essere compreso tra 2-8 mg/l. Il dosaggio di cloro attivo scelto è di 5 mg/l, con riferimento alla portata di punta (375 m³ h⁻¹).

Il dosaggio massimo di cloro attivo risulta perciò:

$$C_{MAXClattivo} = C_{Clattivo} \cdot Q_{pMAX} = 5mg/l \cdot 375m^3/h = 1875gr/h$$

Adottando ipoclorito di sodio in soluzione acquosa con concentrazione del 15% in volume di cloro attivo (CCI ipoclorito=15%), la portata massima di soluzione Q_{MAXipoclorito} da immettere ammonta a:

$$Q_{MAXipoclorito} = C_{MAXClattivo} / C_{Cl} = \left[\frac{\left(\frac{1875gr/h}{1000} \right)}{0.15} \right] = 12.5 L/h$$

I volumi di stoccaggio scelti permettono, in condizioni di attività della fase di clorazione, di lavorare senza ricambio della soluzione per circa 3 giorni.

L'erogazione di ipoclorito verrà effettuata con pompe dosatrici regolate tramite un sistema temporizzato.

Per valutare la dimensione della vaschetta di miscelazione rapida si assume un tempo di contatto (TMR) di 30 secondi, riferito alla portata massima di 375 m³/h. Date le dimensioni dei canali del labirinto del manufatto di clorazione si prevede di costruire una parete verticale lungo il primo tratto del labirinto a 1.2 metri dall'inizio del primo tratto del labirinto stesso.

- Volume vasca di miscelazione = 3.5 m³;

Relativamente alla vasca di clorazione si è provveduto a verificare il tempo di contatto del cloro con il liquame in condizioni di portata massima (T > 10 minuti).

- Tempo di contatto = 25 minuti;

Il contenitore dell'ipoclorito dovrà essere mantenuto su una piattaforma di cemento armato e sarà installato all'interno di un bacino di accumulo per il contenimento di sversamenti accidentali di volume utile pari a 1.35 m³ maggiori di quelle del contenitore stesso.

A lato del bacino di stoccaggio/accumulo verrà installata una doccia di emergenza per eventuali contatti con la sostanza chimica da parte degli operatori.

Firenze, Marzo 2015

Il Progettista
Ing. Leonardo Duranti