



REGIONE DEL VENETO



COMUNE DI CITTADELLA



**ADEGUAMENTO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CITTADELLA
Opere di 2° stralcio - Interventi area impianto**

PROGETTO ESECUTIVO

elab. **A.1** Relazione tecnica generale

PROGETTAZIONE:   STUDIO ALTIERI SPA <small>Via Colleoni, 52 - 36016 Thiene (VI) tel. 0445/375300 fax 0445/375375 e-mail: altieri@studioaltieri.it</small>	RESPONSABILE TECNICO DELLA PROGETTAZIONE: Ing. Guido Zanovello
--	--

CODICE ELABORATO STUDIO ALTIERI: **G · 0 0 4 7 · E B · R L · A · 0 0 1 0** REV. **0 6**

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	Gennaio 2008	EMISSIONE	S. Spiller	S. Russo	F. Parboni Arquati
06	Luglio 2012	AGGIORNAMENTO	S. Russo	S. Russo	S. Russo

<i>ESEGUITO:</i> Studio Altieri S.p.A.	<i>Data</i>	<i>codice ATO</i>	<i>FILE</i>
<i>CONTROLLATO Capo Commessa:</i> Ing. Alberto Liberatore	Luglio 2012	6.1 D	P212 S2 0A ESE 01R6
<i>APPROVATO Resp. Progetto:</i> Ing. Mario Passarini			


 ETRA S.p.A. Largo Parolini, 82/b - 36061 Bassano del Grappa (Vicenza)
 Ufficio Tecnico di Cittadella: via del Telarolo 9, 35013
 Internet: www.etraspa.it e-mail: info@etraspa.it
 ETRA S.p.A. si riserva la proprietà del disegno, vietandone la riproduzione e la divulgazione senza autorizzazione a' sensi delle vigenti leggi



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 1 di 107 totali</i>	

INDICE

1. PREMESSE	4
2. RECEPIMENTO INDICAZIONI E/O PRESCRIZIONI DELLA C.T.R.A.....	4
3. STATO DI FATTO	5
3.1. RETE FOGNARIA	5
3.2. IMPIANTO DI DEPURAZIONE	6
3.2.1. <i>Linea trattamento acque</i>	7
3.2.2. <i>Linea trattamento fanghi</i>	8
3.2.3. <i>Linea trattamento reflui extrafognari (bottini liquidi e caditoie stradali)</i>	8
3.3. CONSIDERAZIONI SULLE CRITICITÀ DELLO STATO DI FATTO	9
4. INDAGINI PRELIMINARI.....	10
4.1. RILIEVO TOPOGRAFICO	10
4.2. INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA	10
4.3. INDAGINE SOTTOSERVIZI ED INTERFERENZE	11
5. PORTATE E CARICHI ATTUALI.....	12
5.1. PREMESSE.....	12
5.2. ELABORAZIONE DATI.....	13
5.3. CONCLUSIONI	17
6. DATI DI PROGETTO.....	18
6.1. POTENZIALITÀ E PORTATE	18
6.2. CARICHI INQUINANTI.....	21
6.3. LIMITI GARANTITI ALLO SCARICO.....	23
7. CONCLUSIONI CIRCA IL MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI DEPURATIVE.....	25
8. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO.....	27
8.1. GENERALITÀ	27
8.2. NUOVA SEZIONE PRETRATTAMENTI.....	28
8.2.1. <i>Misura di portata in ingresso</i>	28
8.2.2. <i>Grigliatura fine iniziale</i>	29
8.2.3. <i>Grigliatura fine su soglia di by-pass</i>	30
8.2.4. <i>Impianto di sollevamento iniziale</i>	31
8.2.4.1. Scelta delle elettropompe.....	31
8.2.4.2. Verifica del volume di regolazione.....	32
8.2.5. <i>Bacino longitudinale di dissabbiatura e disoleatura aerata</i>	35
8.2.5.1. Dimensionamento idraulico dissabbiatore	35
8.2.5.2. Fabbisogno d'aria per la fase di dissabbiatura disoleatura aerata	37
8.2.5.3. Dimensionamento del gruppo compressione aria	37
8.2.5.4. Diffusori per l'aria.....	38
8.2.5.5. Estrazione / sollevamento sabbie.....	39
8.2.6. <i>Impianto di lavaggio e classificazione sabbia</i>	39



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 2 di 107 totali</i>	

8.2.7.	<i>Bacino di sedimentazione primaria.....</i>	<i>41</i>
8.3.	LINEA DI TRATTAMENTO BIOLOGICO	44
8.3.1.	<i>Generalità</i>	<i>44</i>
8.3.2.	<i>Generalità sul bilancio dell'azoto.....</i>	<i>44</i>
8.3.2.1.	Fase di denitrificazione.....	44
8.3.2.2.	Fase di nitrificazione	46
8.3.3.	<i>Adeguamento vasche esistenti per denitrificazione.....</i>	<i>48</i>
8.3.4.	<i>Nuova ossidazione - nitrificazione</i>	<i>49</i>
8.3.5.	<i>Verifica del funzionamento del comparto biologico:</i>	<i>50</i>
8.3.6.	<i>Calcolo del fabbisogno di ossigeno</i>	<i>53</i>
8.3.7.	<i>Calcolo del fabbisogno d'aria</i>	<i>53</i>
8.3.8.	<i>Soffianti produzione aria</i>	<i>57</i>
8.3.9.	<i>Sistema di distribuzione aria.....</i>	<i>57</i>
8.3.10.	<i>Funzionamento del sistema di aerazione e dei compressori</i>	<i>59</i>
8.3.11.	<i>Nuovo manufatto partitore ai sedimentatori finali e ricircolo miscela aerata.....</i>	<i>61</i>
8.4.	ABBATTIMENTO DEL FOSFORO	61
8.5.	ADEGUAMENTO SEDIMENTAZIONE FINALE	62
8.6.	AFFINAMENTO FINALE.....	64
8.6.1.	<i>Nuova sezione filtrazione su tela.....</i>	<i>65</i>
8.6.2.	<i>Disinfezione UV</i>	<i>67</i>
8.7.	POTENZIAMENTO LINEA TRATTAMENTO FANGHI	70
8.7.1.	<i>Generalità</i>	<i>70</i>
8.7.2.	<i>Stima della produzione di fanghi</i>	<i>70</i>
8.7.3.	<i>Adeguamento sedimentatore finale (ex linea 1B) per accumulo e ispessimento statico fanghi</i>	<i>72</i>
8.7.4.	<i>Nuova sezione ispessimento dinamico dei fanghi</i>	<i>73</i>
8.7.5.	<i>Nuovo gasometro per accumulo biogas</i>	<i>74</i>
8.7.6.	<i>Nuova torcia biogas.....</i>	<i>76</i>
8.8.	SEZIONE TRATTAMENTO REFLUI EXTRAFOGNARI	77
8.8.1.	<i>Generalità</i>	<i>77</i>
8.8.2.	<i>Filiera di trattamento.....</i>	<i>78</i>
8.8.3.	<i>Trattamento chimico fisico con flottatore</i>	<i>79</i>
8.8.4.	<i>Disidratazione meccanica fanghi.....</i>	<i>79</i>
8.9.	MODULO TRATTAMENTO PER RIUSO CON MBR.....	80
8.9.1.	<i>Generalità</i>	<i>80</i>
8.9.2.	<i>Dimensionamento sezione biologica MBR.....</i>	<i>81</i>
8.9.3.	<i>Sistema aerazione a piastre</i>	<i>86</i>
8.9.4.	<i>Gruppo soffianti produzione aria.....</i>	<i>87</i>
8.9.5.	<i>Moduli microfiltrazione a membrana</i>	<i>88</i>
8.9.6.	<i>Serbatoio accumulo e gruppo di pressurizzazione per rete servizio</i>	<i>90</i>
8.10.	SISTEMA TRATTAMENTO ARIA ESAUSTA	91
8.10.1.	<i>Generalità</i>	<i>91</i>
8.10.2.	<i>Stima dei volumi e dei ricambi orari aria</i>	<i>91</i>
8.10.3.	<i>Biofiltro</i>	<i>92</i>
8.10.4.	<i>Scrubber e sistema umidificatore per biofiltro.....</i>	<i>94</i>
8.10.5.	<i>Sistema di aspirazione aria</i>	<i>95</i>
8.10.6.	<i>Rendimenti depurativi biofiltro</i>	<i>95</i>

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 3 di 107 totali</i>	

8.11.	ADEGUAMENTO SEZIONE QUADRI ELETTRICI E LOCALE TRASFORMATORI	96
8.12.	SISTEMAZIONI AMBIENTALI E VIABILITÀ	97
9.	OPERE IN DIRETTA AMMINISTRAZIONE.....	97
9.1.	RIMOZIONE E RICOLLOCAMENTO MACCHINE ESISTENTI TRATTAMENTO EXTRAFOGNARI.....	97
9.2.	RIMOZIONE E RICOLLOCAMENTO IMPIANTO CHIMICO FISICO	97
9.3.	APPARECCHIATURE A CORREDO LINEA TRATTAMENTO EXTRAFOGNARI.....	99
9.4.	SOFFIANTI PRODUZIONE ARIA.....	100
10.	APPENDICE.....	101
10.1.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA.....	101
10.1.1.	<i>Profili di pelo libero.....</i>	<i>101</i>
10.1.2.	<i>Condotte in pressione.....</i>	<i>103</i>
10.2.	PROFILO IDRAULICO DI PROGETTO.....	105

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 4 di 107 totali</i>	

1. Premesse

La presente relazione si riferisce al progetto esecutivo dell'*Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella – Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto* che dà seguito al progetto preliminare e definitivo redatto da Studio Altieri S.p.A. in collaborazione con l'Ufficio Ingegneria della Società ETRA S.p.A (ex Seta), recepito il parere favorevole al progetto definitivo emesso in data 11 maggio 2006 dalla Commissione Tecnica Regionale - Sezione Ambiente con voto n°3376 e finanziamento regionale con Decreto n. 152 del 03/10/2006.

Le opere di 1° stralcio, non oggetto della presente relazione, riguardano la nuova viabilità esterna a servizio dell'impianto stesso.

La presente relazione descrive gli interventi di 2° stralcio che saranno realizzati parte in appalto e parte in diretta amministrazione.

2. Recepimento indicazioni e/o prescrizioni della C.T.R.A.

In seguito al parere favorevole della Commissione Tecnica Regionale ed in recepimento alle indicazioni e prescrizioni in esso presenti si è reso necessario apportare alcune parziali modifiche al progetto definitivo in oggetto.

In particolare, si è reso necessario inserire un'opportuna sezione di trattamento chimico fisico nella filiera prevista per i rifiuti da caditoie e bottini conferiti all'impianto. Tale integrazione non poteva avvenire, però, nell'edificio adiacente ai pretrattamenti dell'impianto tradizionale, per l'impossibilità di reperire spazi sufficienti; pertanto nel presente progetto si prevede di posizionare il trattamento chimico fisico all'interno dell'edificio di nuova realizzazione posto a sud-ovest dell'impianto, peraltro già indicato nel progetto definitivo come destinato a magazzino e ricovero mezzi eventualmente da destinare ad ampliamento del trattamento extrafognari con chimico fisico.

In tal modo, si dà seguito alla prescrizione del C.T.R. e si realizza all'interno dello stesso edificio l'intera sezione di trattamento reflui extrafognari, in maniera da confinare in un unico locale l'intero trattamento rendendo, di fatto, più agevole la realizzazione, il controllo e la gestione delle fasi nonché riducendo la necessità di collegamenti idraulici ed elettrici e migliorando nettamente la gestione operativa dell'intero impianto.

Le opere di 2° stralcio, oggetto del presente progetto, prevedono la rimozione ed il ricollocamento delle macchine esistenti del trattamento extrafognario ed impianto chimico fisico, come somme in diretta amministrazione. Analogamente sono escluse dal presente appalto anche le apparecchiature a corredo delle sezioni di trattamento bottini e trattamento caditoie.

In tal senso si è inteso equipaggiare la sezione anche delle fasi di trattamento fanghi provenienti dallo stesso impianto, anche in previsione dei recenti sviluppi normativi che indicherebbero, per il futuro,

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 5 di 107 totali</i>	

la gestione separata degli impianti di trattamento rifiuti extrafognari da quelli di trattamento reflui.

Inoltre, la realizzazione della nuova sezione di trattamento in unico edificio migliora la gestione dei flussi di traffico veicolare in ingresso e uscita dell'impianto; la nuova viabilità di accesso all'area interna limiterà il traffico veicolare alla sola percorrenza delle aree di manovra adiacenti all'edificio ed alla nuova pesa, evitando l'ingresso all'interno dell'area impianto, in maniera che siano agevolate le manovre di scarico e di movimentazione dei rimorchi e ridotte le interferenze con le altre attività presenti all'interno dell'area dell'impianto.

In ogni caso, tutte le lavorazioni e le fasi di scarico che risultano essere maggiormente odorigene verranno mantenute all'interno dell'edificio trattamenti e l'aria all'interno dei locali sarà opportunamente tenuta in depressione ed inviata a trattamento su biofiltri, in maniera che sia limitato al minimo lo sviluppo e la diffusione dei cattivi odori.

Il solo scarico delle caditoie, per i rimorchi di elevate dimensioni, potrà avvenire dall'esterno del capannone ma l'apertura dei locali si limiterà al tempo strettamente indispensabile all'operazione.

3. Stato di fatto

3.1. Rete fognaria

Le fognature dei comuni di Cittadella, Fontaniva, Tombolo, Galliera e S.Martino di Lupari fanno capo a due impianti di depurazione: quello di Cittadella e quello di Onara.

La rete fognaria esistente nell'area di Cittadella vede la presenza di un unico sistema consortile per la quasi totalità costituito da condotte separate e con struttura ad albero; attualmente tale rete è interessata dalla progettazione rientrante negli interventi per il disinquinamento della laguna di Venezia, che prevede, nel comune di Cittadella e Galliera Veneta, progetti che mirano all'estensione della rete esistente, vista la presenza di un sistema fognario separato, mentre nel comune di Tombolo e San Martino di Lupari dove la rete fognaria è invece del tipo unitario, prevede lavori di estensione della rete di raccolta e di separazione della stessa, dedicando le condotte esistenti (miste) al solo collettamento delle acque bianche e quelle di progetto alle acque nere.

Lo sviluppo della rete di raccolta consortile esistente prevede il trasferimento dei reflui agli impianti di depurazione di Cittadella e Onara.

Al depuratore di Cittadella attualmente, vengono convogliati i reflui del comune di Cittadella, del Comune di Tombolo, e della parte settentrionale dei comuni di Tombolo, San Martino di Lupari e Galliera; in particolare all'impianto di Cittadella, recapitano tre collettori di fognatura, due di tipo separato provenienti dal lato nord dell'impianto ed in particolare l'uno dalla zona Cittadella Ovest/ospedale e l'altro dalla zona Macello ed uno dalla zona a sud dell'impianto che raccoglie i reflui misti provenienti da Cittadella sud, ed in futuro da Onara, Tombolo e Galliera secondo quanto previsto dai progetti di fognatura sopraelencati.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 6 di 107 totali</i>	

Il trasferimento dei reflui del comune di San Martino di Lupari al depuratore di Cittadella avviene lungo la direttrice est-ovest (via Filzi) passando a sud di Tombolo ed attraversando località Rometta Bassa. Lungo il tragitto sono presenti numerosi manufatti: tre sfiori posti in serie lungo via Filzi a sud del centro di San Martino, tre impianti di sollevamento posti immediatamente a valle dei tre sfiori rispettivamente a sud di San Martino, all'incrocio di via Filzi con via Filzi-Peraro Onara e all'incrocio della strada bianca continuazione di via Filzi con la strada a nord di via De Cime.

Le acque nere di Galliera sono attualmente trasferite al depuratore di Cittadella attraverso un collettore principale che si estende da nord a sud fino al manufatto posto all'incrocio di via Filzi-Peraro Onara. Da qui, dopo essersi unite alle acque miste provenienti da San Martino di Lupari e da Tombolo, sono trasferite al depuratore di Cittadella attraverso la direttrice est-ovest sopra descritta.

Al depuratore di Onara, frazione posta a sud del comune di Tombolo, vengono convogliati i reflui delle frazioni meridionali dei comuni di Cittadella, Tombolo e San Martino di Lupari.

Il nuovo sistema di fognatura del comune di Onara, attualmente in fase di sviluppo progettuale, prevede una rete di raccolta a pelo libero lungo la maggior parte delle vie di Onara costituita da tubazioni in ghisa sferoidale DN 250 mm per una lunghezza complessiva di circa 13 km suddivisa in tre tratti principali ed il trasferimento in pressione all'impianto di depurazione di Cittadella, mediante i due nuovi impianti di sollevamento che si aggiungono a quello esistente di via Roncà (da adeguare), dei reflui dell'intero centro di Onara, dell'area sud dei comuni di Cittadella e Fontaniva (località Facca, Santa Maria e S. Giorgio in Brenta) e di una porzione del comune di S. Martino di Lupari che attualmente, mediante stazioni di sollevamento, recapitano all'impianto di depurazione di Onara.

3.2. Impianto di depurazione

Attualmente l'impianto di Cittadella risulta avere uno schema tradizionale costituito da un sollevamento iniziale, da una sezione di grigliatura meccanica e da una dissabbiatura e disoleatura aerata, per proseguire poi, con la sedimentazione primaria, predenitrificazione, ossidazione/nitrificazione e sedimentazione finale, lungo tre linee parallele rispettivamente realizzate nel tempo per circa 12.000 AE nominali la prima, e 25.000 AE nominali le altre due. Lo schema di processo è a fanghi attivi a medio carico con predenitrificazione, ma non viene effettuato il ricircolo della miscela aerata; l'apporto di nitrati necessari a questa ultima avviene soltanto attraverso il ricircolo dei fanghi dalla sedimentazione finale permettendo anche di realizzare le opportune concentrazioni di fango biologico nelle vasche di ossidazione; a valle della sedimentazione finale vi è una disinfezione in vasca di contatto a labirinto, suddivisa su due linee parallele ricavate in adiacenza dei sedimentatori finali del diametro 28 m.

L'estrazione dei fanghi di supero dai finali ed il loro invio a monte della sedimentazione primaria permette l'estrazione dei fanghi misti che vengono allontanati verso la linea trattamento fanghi.

La **linea di trattamento dei fanghi** prevede un ispessimento statico, la digestione anaerobica

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 7 di 107 totali</i>	

mesofila, e la disidratazione con nastro – presse. Il riscaldamento dei fanghi avviene attraverso due scambiatori di calore esterni ai digestori, del tipo a tubolari, realizzati in un locale in carpenteria metallica di recente costruzione posto tra i due digestori in esercizio.

Il biogas prodotto viene parzialmente stoccato all'interno del gasometro esistente (del tipo a campana flottante con guide telescopiche), che risulta essere visibilmente obsoleto, e parzialmente riutilizzato per l'alimentazione della centrale termica e per la cogenerazione oppure, se in eccesso, bruciato in torcia.

All'interno dell'area dell'impianto è presente inoltre una sezione di **trattamento dei reflui extrafognari** realizzata all'aperto nell'area ovest dell'impianto.

Nei paragrafi seguenti sono descritte in maggior dettaglio le apparecchiature esistenti a servizio delle attuali sezioni di trattamento.

3.2.1. Linea trattamento acque

L'attuale filiera di trattamento della linea acque prevede:

- sollevamento iniziale realizzato mediante n°4 pompe Flygt sommerse, tre da 700 m³/h aventi potenza nominale di 22 kW ed una da 300 m³/h avente potenza nominale di 12 kW
- grigliatura fine mediante griglia a nastro avente larghezza di circa 1500 mm e spaziatura 6 mm, completa di compattatore a pistone per materiale grigliato
- dissabbiatura - disoleatura aerata in manufatto circolare tipo Pista, del diametro di circa 9 m
- sedimentazione primaria su tre sedimentatori circolari con carroponete a trazione periferica, due dei quali aventi diametro interno di circa 20 m (linea 2 e linea 3) ed uno del diametro interno di circa 14 m, per una superficie utile totale di circa 780 m²
- pre-denitrificazione in tre linee parallele realizzate in tempi successivi, per un volume complessivo di circa 1260 m³, in cui sono installati 1 mixer Landia per la linea 1 e n°3 elettroagitatori CEMP per ciascuna delle linee 2 e 3
- ossidazione/nitrificazione su tre linee parallele aventi volume complessivo di circa 3000 m³ ed equipaggiate con sistema di aerazione a candele porose alimentate da 4 soffianti Robuschi (n°2 da 45 kW, una da 90 ed una da 75 kW) e da una Alup da 90 kW
- sedimentazione finale su quattro manufatti circolari con carroponete a trazione periferica, due a servizio della linea 1, del diametro interno di circa 15 m, e 2 a

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 8 di 107 totali</i>	

servizio delle linee 2 e 3 aventi diametro interno di circa 28 m, per una superficie totale utile di sedimentazione di circa 1600 m².

3.2.2. Linea trattamento fanghi

La linea trattamento fanghi esistente prevede:

- il sollevamento dei fanghi di ricircolo all'ossidazione mediante 6 pompe sommerse installate nei pozzetti di prelievo dei sedimentatori finali
- l'allontanamento dei fanghi di supero dai sedimentatori primari al pre ispessimento
- l'ispessimento statico dei fanghi misti di supero in un manufatto circolare avente volume di circa 175 m³, posto in prossimità dei pretrattamenti ed ampliato a seguito degli interventi del 1998 con una sezione di pre-ispessimento meccanico
- la digestione anaerobica mesofila ($T \cong 38$ °C) dei fanghi in due dei tre reattori circolari esistenti aventi diametro di circa 10 m per un volume complessivo in funzione di circa 1400 m³; l'ulteriore digestore da 600 m³ circa è attualmente in disuso
- lo stoccaggio dei fanghi digeriti in un volume a tre compartimenti per complessivi 600 m³ circa
- la disidratazione meccanica con n°3 nastro presse ad alto rendimento
- lo stoccaggio del biogas in eccesso in un gasometro a campana flottante avente diametro di circa 11 m per un volume di stoccaggio di circa 350 m³
- l'utilizzo del biogas (previa desolforazione) per riscaldamento e cogenerazione
- la combustione in torcia del biogas in eccesso.

I fanghi disidratati vengono smaltiti in discarica mentre le acque di drenaggio dei fanghi e quelle di lavaggio delle nastro presse sono rimandate in testa all'impianto.

3.2.3. Linea trattamento reflui extrafognari (bottini liquidi e caditoie stradali)

Attualmente l'impianto trattamento reflui extrafognari è realizzato nell'area ad ovest dell'impianto; le apparecchiature sono installate all'aperto e con una distribuzione planimetrica conseguente a continue modifiche ed ampliamenti della filiera.

L'impianto consente di trattare con autorizzazione una quantità massima di 250 t/d di reflui esterni, ovvero 72.000 t/a su due linee di trattamento opportunamente integrate che permettono la ricezione di bottini liquidi da autobotti e reflui solidi da caditoie stradali.

In particolare, il trattamento bottini liquidi prevede:

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 9 di 107 totali</i>	

- un impianto di ricezione e trattamento costituito da cestello con pettine rotante di potenzialità nominale di 100 m³/h per la separazione della frazione liquida dal materiale organico grigliato
- un classificatore con lavaggio sabbie avente potenzialità di trattamento di circa 60 m³/h ed una capacità estrattiva delle sabbie 1 t/h, per la separazione ed il lavaggio delle sabbie contenute nella frazione liquida di sottovaglio
- una vasca rilancio del liquido dissabbiato al volume di accumulo di circa 600 m³, ricavato dal parziale recupero del manufatto di digestione dismesso

Il trattamento caditoie stradali prevede, invece:

- una tramoggia da 6 m³ per la ricezione del materiale solido
- un vaglio a tamburo rotante avente diametro di circa 1200 mm e spaziatura di 6 mm, per la separazione del materiale grossolano dalla frazione liquida
- il lavaggio del materiale grossolano estratto dal vaglio a tamburo rotante mediante un sistema a coclea di asporto e lavaggio
- il sollevamento delle frazione liquida di sottovaglio alla dissabbiatura, eseguita con classificatore con lavaggio delle sabbie estratte avente capacità di trattamento di 60 m³/h e capacità di asporto delle sabbie di 3 t/h
- un impianto di separazione del limo per la separazione della frazione limosa dall'organico più leggero e l'invio mediante pompa monovite al cassone di raccolta
- una griglia a cestello rotante in contenitore per la separazione dell'organico sia dallo scarico del sedimentatore limi che dal lavaggio materiale grossolano
- l'invio alla vasca di accumulo comune al trattamento bottini liquidi.

Infine si prevede l'invio del refluo liquido così trattato all'impianto biologico tradizionale.

3.3. Considerazioni sulle criticità dello stato di fatto

L'impianto rispetta gli attuali limiti di legge per merito del ridotto flusso in arrivo.

Vi sono però alcuni elementi che rendono necessario provvedere al più presto all'ampliamento anche della linea acque:

- le opere fognarie in corso di costruzione e di progetto porteranno a breve un maggiore afflusso dovuto alla dismissione dell'impianto di Onara e ad un ulteriore ampliamento della rete di Cittadella rendendo con ciò problematico il rispetto dei limiti attuali

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 10 di 107 totali</i>	

- i limiti, particolarmente restrittivi per l'azoto totale nelle aree sensibili e particolari per gli impianti del bacino scolante in laguna di Venezia, rendono necessario adeguare l'impianto alle nuove prestazioni depurative richieste ed, in particolare, richiedono l'ampliamento della fase biologica
- la sezione pretrattamenti risulta sottodimensionata in particolar modo per la grigliatura che non assicura un'efficace protezione dai passaggi di materiale alla fasi successive e per la dissabbiatura esistente che determina una ridotta capacità di asporto delle sabbie
- i costi energetici del trattamento sono elevati a causa della bassa efficienza del sistema di trasferimento dell'ossigeno nelle vasche di ossidazione/nitrificazione e delle ridotte altezze delle vasche stesse
- i sedimentatori finali esistenti non sono dotati di scum-box ed i loro equipaggiamenti (carroponti a trazione periferica, lame paraschiuma e canalette di raccolta) appaiono in cattive condizioni tali da consigliarne la sostituzione
- l'impianto non risulta essere dotato di alcun sistema a presidio del malfunzionamento dei sedimentatori finali ed a garanzia della igienicità del refluo sfiorato, quale può essere considerata la filtrazione in abbinamento alla disinfezione UV.

4. Indagini preliminari

4.1. Rilievo topografico

Al fine di procedere alla progettazione esecutiva dell'intervento in oggetto ed affinché si avessero a disposizione precise informazioni circa la situazione plano-altimetrica dei luoghi, è stato condotto un accurato rilievo topografico nell'area interessata dagli interventi di progetto, ampliando ed integrando quanto già fatto in sede di progettazione definitiva.

Le quote, tutte riferite alla quota assoluta sul livello medio del mare, sono state misurate e poi livellate rispetto ai capisaldi presenti nelle zone oggetto del rilievo (v. elab.: *Rilievo topografico: libretto di campagna e monografie dei capisaldi*¹).

4.2. Indagine geologica e geotecnica

L'area oggetto degli interventi di progetto è stata interessata da un'indagine geologica e geotecnica al fine di valutare le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione.

¹ Rilievo eseguito nel Marzo 2004 e integrato nel giugno 2007

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 11 di 107 totali</i>	

In fase preliminare alla progettazione esecutiva è stata condotta una campagna di indagini mirata.

Per i risultati di tale indagine si rimanda all'elaborato progettuale allegato al presente progetto. (v. elab.: *Relazione geologica e geotecnica, idrogeologica*²).

4.3. Indagine sottoservizi ed interferenze

Nell'area interessata dalle opere di progetto sono state avviate indagini per valutare la presenza di strutture di sottoservizio esistenti ed interferenti con la progettazione, contattando gli enti gestori ed effettuando sopralluoghi con gli stessi; tali indagini sono state approfondite in fase codesta di progettazione esecutiva.

Resta inteso, comunque, che rimane a cura dell'appaltatore di prendere contatto con gli Enti pubblici o privati che esercitano o sono proprietari dei cavi o condotte (società elettriche, telegrafiche e telefoniche, comuni, province, ANAS, consorzi, società, ecc...) per verificare, sulla base della documentazione allegata al progetto, con i suddetti Enti, l'esatta ubicazione delle loro competenze e per informare i medesimi sui tempi e metodi di esecuzione dei lavori senza provocare danni e concordando tutti i provvedimenti necessari per garantire la continuità, e la sicurezza delle opere interessate.

Nei casi in cui l'esecuzione di parte o di tutti i lavori relativi ai cavi e condotte di Enti pubblici e privati sia da questi ultimi demandata a terzi, l'Appaltatore dovrà attivarsi con la massima cura e diligenza perché i suddetti lavori siano eseguiti con sollecitudine e non portino intralci e rallentamenti ai lavori principali di sua competenza.

Qualora, nonostante le cautele adottate, si dovessero manifestare danni a cavi ed alle condotte, l'Appaltatore dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma agli Enti comunque interessati nonché all'Ente Appaltante ed alla Direzione Lavori.

Rimane stabilito che, nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate, l'unico responsabile rimane l'Appaltatore restando del tutto estraneo l'Ente Appaltante e la Direzione Lavori da qualsiasi vertenza civile e penale. L'Appaltatore sarà quindi obbligato a tenere sollevato ed indenne l'Ente Appaltante da ogni pretesa ed azione di terzi.

² Si veda elab. A.2) *Relazione geologica e geotecnica, idrogeologica* redatta dal dott. Geol. Francesco Morbin nel Marzo 2007 e luglio 2007

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 12 di 107 totali</i>	

5. Portate e carichi attuali

5.1. Premesse

Al fine di valutare le portate ed i carichi inquinanti di progetto sono stati presi come riferimento i valori dei reflui attualmente in ingresso all'impianto, opportunamente elaborati.

Poiché, nelle previsioni future, all'impianto di depurazione di Cittadella confluiranno anche i reflui provenienti dalla dismissione dell'impianto di Onara, si è reso necessario estendere tale elaborazione anche ai dati di misura effettuati a quest'ultimo impianto.

Inoltre, per la presenza della sezione di trattamento dei rifiuti liquidi e caditoie stradali già in uso presso l'impianto di Cittadella ed al fine di poter valutare il carico complessivo in ingresso all'impianto di progetto, si è reso necessario analizzare ed elaborare anche questi ultimi.

Pertanto nei paragrafi seguenti si riportano i risultati dell'elaborazione effettuata sui reflui fognari corrispondenti agli impianti di depurazione di Cittadella e di Onara e dei rifiuti liquidi attualmente afferenti all'impianto di Cittadella, utilizzando i dati che si riferiscono al periodo Gennaio 2007 - Settembre 2009, relativi ai seguenti principali parametri di riferimento.

$Q_{m,d}$ = portata media giornaliera	SST_{in} = solidi sospesi totali
COD_{in} = domanda chimica di ossigeno	BOD_{in} = domanda biologica di ossigeno
TN_{in} = azoto totale	$P_{tot,in}$ = fosforo totale

Va comunque sottolineato che per le misure effettuate sui reflui di Cittadella sono stati trascurati i valori relativi all'anno 2008 poiché in tale periodo sono state riscontrate delle concentrazioni anomale. Per quanto riguarda gli extrafognari a Cittadella, invece, è stata considerata una media delle concentrazioni del triennio 2007 – 2009, con una portata giornaliera costante pari a 350 m³/d. In questo caso inoltre, vista la mancanza di misure per il BOD degli extrafognari, tale valore di concentrazione è stato considerato pari a metà di quello del COD misurato, in base ad indicazioni di letteratura tecnica.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 13 di 107 totali</i>	

5.2. Elaborazione dati

Gli abitanti equivalenti effettivamente allacciati a Cittadella ed Onara e le relative dotazioni pro capite sono stati determinati considerando i carichi medi misurati nel triennio 2007 – 2009 (fino a Settembre) ed escludendo l'anno 2008 per le misure di Cittadella, vista la presenza di valori anomali in quel periodo.

Le elaborazioni relative sono presentate nelle seguenti tabelle:

ANALISI STATO ATTUALE - 2007/2009							
CITTADELLA							
PORTATE		CONCENTRAZIONE / CARICO		APPORTO	A.E.		dotazione
Q		COD			calcolo	assunti	
m ³ /d	m ³ /h	mg/l	kg/d	gr/AE d	AE	AE	I/AE
12224	509	604	7379	120	61490	61500	199

Tab. 1 – Calcolo potenzialità depuratore Cittadella e dotazione idrica pro capite in base al carico misurato di COD

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 14 di 107 totali</i>	

ANALISI STATO ATTUALE - 2007-2009							
ONARA							
PORTATE		CONCENTRAZIONE / CARICO		APPORTO	A.E.		dotazione
Q		COD			calcolo	assunti	
m ³ /d	m ³ /h	mg/l	kg/d	gr/AE d	AE	AE	l/AE
2310	96	318	734	120	6116	6100	379

Tab. 2 – Calcolo potenzialità depuratore Onara e dotazione idrica pro capite in base al carico misurato di COD

Dalle tabelle precedenti risulta evidente che attualmente la dotazione idrica pro capite per Cittadella risulta essere in linea con quella tipica da letteratura per reti nere (200 l/ab giorno) ma ancora inferiore a quella ottimale prevista dal progetto definitivo (240 l/ab giorno). La dotazione determinata per Onara, invece, evidenzia un valore superiore alla norma (379 l/ab giorno) ma si spiega con la considerazione che la rete afferente ad Onara è di tipo misto e con probabili acque di infiltrazione.

La potenzialità nominale dei due depuratori risulta di circa 61500 AE (Cittadella) e 6100 AE (Onara), per un totale di 67600 AE, come indicato nella successiva tabella per i due depuratori.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 15 di 107 totali</i>	

ANALISI STATO ATTUALE - 2007-2009														
CITTADELLA + ONARA														
	A.E.	dotazione	PORTATE		CONCENTRAZIONE / CARICO		CONCENTRAZIONE / CARICO		CONCENTRAZIONE / CARICO		CONCENTRAZIONE / CARICO		CONCENTRAZIONE / CARICO	
			Q		COD		SST		Ntot		BOD		Ptot	
		l/Abd	m³/d	m³/h	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
CITTADELLA	61500	199	12224	509	604	7379	272	3322	57	692	327	4002	7,3	90
ONARA	6100	379	2310	96	318	734	187	433	44	101	173	400	4,7	10,8
TOTALE	67600	215	14534	606	558	8113	258	3755	55	793	303	4402	6,9	101

Tab. 3 – Portate, concentrazioni e carichi per i depuratori di Cittadella ed Onara nel periodo 2007 - 2009

La potenzialità dei 61500 AE attualmente stimata dalle misure al depuratore di Cittadella (praticamente uguale al valore di targa di 62000 AE indicato dal PRRA) è comprensiva di reflui fognari e reflui extrafognari pretrattati, poiché la stazione di campionamento risulta a valle del punto di immissione di tali reflui extrafognari pretrattati.

Nella tabella seguente è presentata la suddivisione dei carichi e delle concentrazioni tra reflui fognari ed extrafognari trattati al depuratore di Cittadella; per i carichi extrafognari è stato fornito un campione di misure di reflui pretrattati per il triennio 2007 – 2009. Per differenza sono state desunte le caratteristiche dei reflui provenienti dalla fognatura in termini di portate e carichi, da cui derivano poi le concentrazioni corrispondenti.

	E.T.R.A. S.p.A.		Altieri	G 0047 EB
	Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella		ETRA S.p.A.	P 212 S2
	Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto		A.T.O.	6.1 D
	Progetto esecutivo		Rev.	Data
	RELAZIONE TECNICA GENERALE		06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 16 di 107 totali</i>	

ANALISI STATO ATTUALE - 2007/2009																
CITTADELLA																
	PORTATE		CONCENT	CARICO	APPORTO	A.E.		dotazione								
	Q		COD		SST		Ntot		BOD		Ptot		COD	calcolo	assunti	
	m³/d	m³/h	mg/l	kg/d	gr/AE d	AE	AE	l/Abd								
fognari+extrafognari	12224	509	604	7379	272	3322	57	692	327	4002	7,3	90	120	61490	61500	199
extrafognari	350	14,6	1959	686	564,3	198	195,0	68	979	343	15	5,25	120	5713	5700	61
fognari	11874	495	564	6693	263	3124	53	624	308	3660	7,1	85		55800		213

Tab. 4 – Portate, concentrazioni e carichi per il depuratore di Cittadella e gli extrafognari ivi trattati nel periodo 2007 - 2009

Pertanto la potenzialità attuale al depuratore di Cittadella è composta da 55800 AE di reflui fognari (ricavata per differenza) e 5700 AE utilizzati come capacità residua per trattare reflui extrafognari.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 17 di 107 totali</i>	

5.3. Conclusioni

Dalle elaborazioni precedenti risulta che per il depuratore di Cittadella l'apporto idrico netto è di circa 200 l/AE/d, inferiore a quello ottimale ipotizzato per il futuro, pari a 240 l/AE/d. Le concentrazioni misurate risultano essere in linea con quelle di letteratura per acque reflue.

Al depuratore di Onara, invece, l'apporto risulta essere molto maggiore, pari a circa 379 l/AE/d, a conferma della tipologia di rete afferente all'impianto prevalentemente mista, con reflui aventi concentrazioni inferiori (per effetto della diluizione) rispetto a quelle caratteristiche da letteratura.

Inoltre la capacità residua del depuratore di Cittadella permette anche di conferirvi dei reflui extrafognari (valutati sul COD pari a circa 5700 AE in Tab. 4), tanto che la potenzialità stimata in tal caso è di 61500 AE (Tab. 1), praticamente uguale a quello di targa previsto dal P.R.R.A., pari a 62000 AE.

Facendo un confronto in termini di concentrazioni, per quanto riguarda l'Azoto al depuratore di Cittadella si riscontra un valore del rapporto BOD₅/TKN attorno a 6, che evidenzia apporti di Azoto relativamente bassi rispetto a quelli del substrato organico rapidamente biodegradabile. Al depuratore di Onara, invece, il rapporto BOD₅/TKN è circa pari a 4, evidenziando apporti di Azoto sensibilmente superiori alla media (BOD₅/TKN=5, apporto stechiometrico necessario per la reazione di denitrificazione), fatto che potrebbe essere indice di difficoltà nei processi di denitrificazione.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 18 di 107 totali</i>	

6. Dati di progetto

6.1. *Potenzialità e portate*

La configurazione del presente progetto esecutivo conferma il precedente progetto definitivo redatto da Studio Altieri S.p.A. in collaborazione con l'Ufficio Ingegneria della Società ETRA S.p.A (ex Seta), recepito il parere favorevole al progetto definitivo emesso in data 11 maggio 2006 dalla Commissione Tecnica Regionale - Sezione Ambiente con voto n°3376 e finanziamento regionale con Decreto n. 152 del 03/10/2006.

L'impianto è dimensionato per garantire il rispetto dei limiti allo scarico nella configurazione finale avente:

- potenzialità nominale 75000 AE
- portata idraulica 18000 m³/d
- carico di BOD5 7560 kg/d

Però, in considerazione della situazione attuale e prevedibile a medio termine, con apporti idraulici stimati in 200 l/AE/d, inferiori a quelli ottimali previsti dal progetto definitivo e non ancora raggiunti (240 l/AE/d netti), si prevede che l'impianto funzionerà con portate inferiori (15000 m³/d invece di 18000 m³/d) pur mantenendo la potenzialità prevista di 75000 AE, suddivisa tra apporto fognario e apporto da extrafognari.

Pertanto il presente progetto ha previsto la verifica dell'impianto nella configurazione costituita da:

- 61500 AE desunti dal trattamento attuale al depuratore di Cittadella, fra reflui fognari ed extrafognari, corrispondenti a circa 12300 m³/d
- 8200 AE per la dismissione futura del depuratore di Onara ed il suo collegamento al depuratore di Cittadella, corrispondenti a 1640 m³/d
- 5300 AE per eventuali altri ampliamenti della rete fognaria, corrispondenti a 1060 m³/d

per complessivi 75000 AE allacciati e 15000 m³/d, pari a 625 m³/h, di reflui afferenti al depuratore.

In particolare, mentre a Cittadella sono state considerate, a meno di arrotondamento, le portate attualmente misurate in ingresso al depuratore, per Onara e per i possibili futuri ampliamenti le portate complessive sono state determinate considerando una dotazione idrica di 200 litri/ab giorno tipica per le reti nere (inferiore a quella calcolata per lo stato di fatto in Tab. 2) in considerazione degli interventi previsti sulla rete per la separazione delle reti ed il trasferimento a Cittadella.

La tabella seguente riassume AE e portate di progetto, rispetto allo stato di fatto.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 19 di 107 totali</i>	

	STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO			
	Impianto Cittadella (rete nera)	Impianto Onara (rete mista)	totale	Impianto Cittadella			
				da Cittadella	da Onara	ampliamenti	totale
AE	61500	6100	67600	61500	8200	5300	75000
Q_m [m³/d]	12300	2310	14610	12300	1640	1060	15000

Tab. 5 – Abitanti equivalenti (determinati dalle concentrazioni misurate di COD e da un apporto specifico di 120 g/AE/d) e portate medie in stato di fatto e stato di progetto per il depuratore di Cittadella

L'impianto proposto si articola su due macrolinee:

- una linea biologica tradizionale per il rispetto allo scarico dei limiti previsti per aree sensibili (rif. paragrafo 6.3)
- una linea MBR per la produzione di acqua da riuso (rif. paragrafo 6.3) in acquedotto duale, per rete industriale, a servizio delle zone prossime al depuratore di Cittadella (come la futura zona commerciale prevista da P.R.G.) o per usi interni al depuratore stesso.

Nella configurazione di progetto, pertanto, le sezioni iniziali (sollevamento iniziale, pretrattamenti e sedimentazione primaria) vengono dimensionate con riferimento alla portata media totale di 14520 m³/d (605 m³/h) che coincide con la portata di progetto del depuratore pari a 15000 m³/d decurtata della portata dei reflui extrafognari, pretrattati e sollevati a parte verso il biologico MBR, pari a 480 m³/d (20 m³/h).

Le successive sezioni di trattamento sono dimensionate come di seguito riassunto:

- trattamento biologico tradizionale (denitrificazione, nitrificazione/ossidazione), sedimentazione finale, filtrazione e disinfezione UV – per la portata media di 10200 m³/d (425 m³/h)
- trattamento biologico MBR – per la portata di 4800 m³/d costanti (200 m³/h) composti da 20 m³/h di extrafognari pretrattati e 180 m³/h di reflui fognari (questi ultimi quota parte di quelli sollevati inizialmente e prelevati a valle della sedimentazione primaria)

La tabella seguente riassume le portate di progetto alle varie sezioni di trattamento del depuratore di Cittadella:

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 20 di 107 totali</i>	

Sezione	Q _{m,n}			Q _{max}			
	m ³ /d	m ³ /h	l/s	m ³ /d	m ³ /h	l/s	
Sollevamento iniziale Pretrattamenti (grigliatura e dissabbiatura/disoleatura) Sedimentazione primaria lamellare	14520	605	168	43560	1815	504	
Biologico tradizionale Sedimentazione finale Filtrazione Disinfezione UV	10200	425	118	24720	1030	286	
Biologico MBR	aliquota da fognari (dopo pretrattamenti)	4320	180	50	4320	180	50
	aliquota da extrafognari (sollevata dopo accettazione)	480	20	6	480	20	6
	totale	4800	200	55,6	4800	200	55,6

Tab. 6 – Portate di progetto per il depuratore di Cittadella

Si evidenzia che la portata di sfioro non inviata al trattamento biologico sia tradizionale che MBR (per Q ingresso $> 2 Q_m = 1210 \text{ m}^3/\text{h}$) sarà sfiorata dopo i pretrattamenti verso lo scolo Sansughe; essa risulterà aver comunque subito per intero i pretrattamenti (grigliatura fine, dissabbiatura/disoleatura, sedimentazione primaria).

Inoltre gli extrafognari saranno immessi e miscelati alla quota parte di reflui civili, per il loro trattamento al biologico MBR, solo a valle del suddetto sfioro, così da salvaguardare il corpo idrico ricettore in tempo di pioggia e sfiorare in esso solo i reflui civili opportunamente trattati e diluiti.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 21 di 107 totali</i>	

6.2. Carichi inquinanti

Secondo quanto già detto e dalle elaborazioni effettuate nei paragrafi precedenti, considerando dunque le misure negli anni 2007 e 2009 per Cittadella e nel triennio 2007 – 2009 per Onara, sono stati determinati i carichi inquinanti di progetto, tenendo anche conto degli ampliamenti prevedibili ai depuratori stessi.

Le concentrazioni ed i carichi totali in impianto, di riferimento per la progettazione in oggetto, sono riassunti nelle tabelle seguenti:

Valori in ingresso - Concentrazioni medie e carichi totali giornalieri dei principali inquinanti								
STATO DI PROGETTO								
	12300 m ³ /d da Cittadella		1640 m ³ /d da Onara		1060 m ³ /d ampliamenti		15000 m ³ /d tot	
	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]
BOD₅	336	4.130	300	492	300	318	329	4.940
COD	621	7.633	600	984	600	636	617	9.253
SST	276	3.395	400	656	400	424	298	4.475
TKN	58	717	60	98	60	64	59	879
Ptot	7,5	92	10	16	10	11	7,9	119

Tab. 7 – Concentrazioni medie e carichi totali giornalieri di progetto dei principali inquinanti

Dai valori di dimensionamento il rapporto BOD₅/COD è di 0,53, maggiore del valore minimo 0,33 utilizzato per definire la biodegradabilità delle sostanze in ingresso ai trattamenti di depurazione biologica: è dunque garantita una efficiente applicazione del trattamento biologico, grazie alla buona biodegradabilità dei composti nei reflui addotti al depuratore di Cittadella. Nella tabella seguente è indicato l'usuale range di variazione del rapporto BOD₅/COD per diversi tipi di reflui:

tipo effluente	industriale	industriale	prevalentemente domestico	da industrie agroalimentari	acque bianche
BOD₅/COD	< 0,2 (soglia di allarme)	0,2 ÷ 0,33 (soglia di guardia)	0,33 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,67	0,71 ÷ 0,77
degradabilità biologica	pessima	scarsa	discreta	buona	ottima

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 22 di 107 totali</i>	

Per quanto riguarda l'Azoto al depuratore di Cittadella di progetto si riscontra un valore del rapporto BOD₅/TKN attorno a 5,6, il che evidenzia apporti di Azoto relativamente bassi rispetto a quelli del substrato organico rapidamente biodegradabile, fatto che garantisce un buon sviluppo dei processi di denitrificazione, comunque potenziata nello stato di progetto rispetto allo stato di fatto.

Infine il carico di fosforo in ingresso all'impianto non pare trascurabile, pertanto si può pensare che un'aliquota (circa il 30 %) venga rimossa per via biologica per sintesi batterica del BOD₅ nel fango di supero, mentre per il resto sarà necessario un adeguato abbattimento chimico con cloruro ferrico (FeCl₃) e solfato ferroso (FeSO₄) o fosfato ferroso (FePO₄).

Relativamente ai carichi totali trattabili, indicati in Tab. 7, essi verranno suddivisi nelle due linee di trattamento (biologico tradizionale ed MBR) dopo che i reflui in ingresso avranno subito i pretrattamenti necessari.

In particolare dei carichi e concentrazioni totali trattabili all'impianto di depurazione secondo la configurazione di progetto (colonna totale Tab. 7), per una portata di 15000 m³/d, si avrà la ripartizione indicata nella seguente Tab. 8.

Valori in ingresso alle sezioni di trattamento - Concentrazioni medie e carichi totali giornalieri								
STATO DI PROGETTO								
	Totale		Ai pretrattamenti ⁽¹⁾		Al biologico tradizionale ⁽²⁾		Al biologico MBR⁽³⁾	
portata	15000 m³/d		14520 m³/d		10200 m³/d		4800 m³/d	
	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]	C [mg/l]	Car [kg/d]
BOD₅	329	4.940	308	4.470	246	2.512	320	1.534
COD	617	9.253	573	8.313	458	4.672	608	2.919
SST	298	4.475	290	4.204	116	1.181	161	771
TKN	59	879	54	786	46	469	61	292
Ptot	7,9	119	7,7	112	6,5	67	7,4	35

(1) Valori ricavati decurtando l'aliquota di reflui extrafognari (480 m³/d) con carichi inquinanti secondo Tab. 4

(2) Valori ricavati a valle dei pretrattamenti considerando i seguenti rendimenti di abbattimento: 60 % per SST, 20 % per BOD e COD, 15 % per TKN e Ptot

(3) Valori ricavati tenendo al conto dell'aliquota di reflui extrafognari (20 m³/h) con carichi inquinanti secondo Tab. 4

Tab. 8 – Concentrazioni medie e carichi totali giornalieri di progetto alle linee di trattamento

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 23 di 107 totali</i>	

In detta Tab. 8 si osserva che:

- i carichi e le concentrazioni trattabili ai pretrattamenti sono ricavati decurtando, dai carichi totali previsti, l'aliquota di portata extrafognaria (480 m³/d) ed i relativi valori di inquinanti secondo quanto indicato in Tab. 4
- i carichi e le concentrazioni trattabili al biologico tradizionale sono ricavati considerando, a partire dai carichi iniziali ai pretrattamenti, i rendimenti di rimozione previsti nei pretrattamenti stessi (60 % per SST, 20 % per BOD e COD, 15 % per TKN e P_{tot}) con riferimento alla portata inviata al biologico tradizionale (10200 m³/d)
- i carichi e le concentrazioni trattabili al biologico MBR, sono stati valutati considerando la media pesata rispetto alle portate degli inquinanti. I valori sono stati ricavati a partire dalle caratteristiche di Tab. 4, per i reflui extrafognari (480 m³/d), e di Tab. 8 per l'aliquota dei reflui fognari già pretrattati (4320 m³/d), per una portata complessiva di 4800 m³/d.

6.3. Limiti garantiti allo scarico

L'impianto di depurazione di Cittadella garantirà, in scarico dall'impianto tradizionale, il rispetto dei limiti di cui alla colonna A3 di tabella 2 allegata alle Norme di Attuazione del P.R.R.A. della Regione Veneto, eccetto che per i limiti prescritti, per i parametri BOD₅, COD, SST, P_{tot} e N_{tot}, dalle tab. 1, 2 di cui all'allegato 5 "Limiti di emissione degli scarichi idrici" al D. Lgs. 03.04.2006, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni, tenendo conto dei limiti previsti per aree sensibili.

Pertanto, il liquame depurato effluente dall'impianto di depurazione di Cittadella rispetterà i seguenti limiti di Tab. 9 e Tab. 10, riferiti ai parametri principali, in termini di concentrazione:

Parametro di riferimento (media giornaliera)	Limite di legge		Valore atteso	
	ID > 10.000 AE			
	Concentrazione [mg/l]	% di riduzione	Concentrazione [mg/l]	% di riduzione
BOD ₅ (senza nitrificazione)	≤ 25	≥ 80	15	95
COD	≤ 125	≥ 75	35	94
Solidi Sospesi	≤ 35	≥ 90	8	97

Tab. 9 – all.5, tab. 1 D.Lgs. 152/06: valori limite di emissione per gli impianti di acque reflue urbane (potenzialità ID > 10000 AE) e valori attesi di progetto in uscita al depuratore di Cittadella

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 24 di 107 totali</i>	

Parametro di riferimento (media annua)	Limite di legge		Valore atteso		
	ID 10.000 < AE < 100.000				
	Concentrazione [mg/l]	% di riduzione		Concentrazione [mg/l]	% di riduzione
Fosforo totale (P)	≤ 2	80	Ptot	0,5	93
Azoto Totale ³ (N)	≤ 15	70 ÷ 80	NO ₃ -NO ₂	8,5	\
			NH ₄	3,0	\
			Ntot	11,5	80

Tab. 10 – all. 5, tab. 2 D. Lgs. 152/06: valori limite di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili (per potenzialità ID 10.000 < AE < 100.000) e valori attesi di progetto in uscita al depuratore di Cittadella

Infine, con l'inserimento della sezione di trattamento con MBR, saranno garantiti, a valle dello stesso, i limiti di seguito indicati per i principali parametri di riferimento, previsti dal D.Lgs 185/03 per il riuso industriale:

Parametro	Unità di misura	Valore limite di emissione
pH		6 – 9,5
Materiali grossolani		assenti
SST	mg/l	≤ 10
BOD ₅	mg/l	≤ 20
COD	mg/l	≤ 100
Fosforo totale	mg/l	≤ 2
Azoto totale	mg(N)/l	≤ 15
Azoto ammoniacale	mg(NH ₄)/l	≤ 2
Escherichia coli	UFC/100 ml	≤ 100 max puntuale ≤ 10 (80 % dei campioni)

Tab. 11 – D. Lgs. 185/03: principali valori limite delle acque reflue all'uscita dell'impianto di recupero

³ Per Azoto Totale si intende la somma dell'azoto Kjeldahl (N. organico + NH₃) + azoto nitrico + azoto nitroso. Il metodo di riferimento per la misurazione è la spettrofotometria di assorbimento molecolare.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 25 di 107 totali</i>	

7. Conclusioni circa il miglioramento delle prestazioni depurative

L'adeguamento dell'impianto di depurazione di Cittadella ai limiti di legge allo scarico garantirà, ovviamente, un miglioramento delle prestazioni depurative complessive.

Nella seguente Tab. 12 vengono riportati i miglioramenti in termini di riduzione di scarico annuo (o mensile) di inquinanti previsti dalla configurazione di progetto rispetto alla configurazione attuale.

In particolare si è valutato l'apporto di inquinanti in scarico qualora l'impianto di Cittadella e quello di Onara avessero garantito gli stessi rendimenti attuali ma con potenzialità complessiva del progetto (75000 AE) continuando a funzionare separatamente. In tal caso, gli apporti in scarico sono stati ricavati per proporzione rispetto ai carichi attuali nella configurazione da 75000 AE.

Ad essi sono stati paragonati quelli previsti e garantiti dal funzionamento di progetto con l'unico impianto di Cittadella avente potenzialità di 75000 AE, con riferimento allo scarico complessivo in uscita dal biologico tradizionale e dal biologico MBR.

Scarico annuo inquinanti										
<i>Valori medi</i>										
	<i>SST</i>		<i>BOD₅</i>		<i>COD</i>		<i>Ntot</i>		<i>Ptot</i>	
	(t/anno)	(kg/mese)	(t/anno)	(kg/mese)	(t/anno)	(kg/mese)	(t/anno)	(kg/mese)	(t/anno)	(kg/mese)
<i>Scarico ID Cittadella esistente</i>	72,7	6061	65,6	5466	131,2	10931	49,1	4090	5,4	446
<i>Scarico ID Onara esistente</i>	5,9	492	10,4	868	20,8	1735	6,9	576	1,7	141
<i>Scarico totale esistente (62.000 AE)</i>	78,6	6552	76,0	6333	152,0	12667	56,0	4666	7,0	587
<i>Scarico totale (rapportato a 75.000 AE)</i>	86,3	7190,9	84,7	7055,3	169,3	14110,6	62,2	5181,1	8,0	669,6
<i>Scarico ID Cittadella progetto bio tradizionale</i>	29,8	2482	55,8	4654	111,7	9308	42,8	3568	5,6	465
<i>Scarico ID Cittadella progetto bio MBR</i>	8,8	730	17,5	1460	43,8	3650	14,0	1168	1,8	146
<i>Scarico totale progetto (75.000 AE)</i>	38,5	3212	73,4	6114	155,5	12958	56,8	4736	7,3	611
% di riduzione allo scarico	55,3		13,3		8,2		8,6		8,7	

Tab. 12 – Impianto di depurazione di Cittadella – Confronto tra i carichi allo scarico attuali e di progetto

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 26 di 107 totali</i>	

Dalla tabella precedente si evince che, con i parametri di dimensionamento assunti nei paragrafi precedenti, in termini di scarico di inquinanti in idrografia superficiale si otterrà una sensibile riduzione rispetto allo stato di fatto, principalmente per quanto riguarda SST, BOD₅, ma anche per COD e relativamente alle sostanze eutrofizzanti azoto e fosforo (indicate come carichi espressi in t/anno oppure kg/mese).

Va comunque considerato che tale tabella rappresenta solo un confronto operato comunque a vantaggio di sicurezza per il fatto che si è ipotizzato, sia per Cittadella che per Onara, un rendimento di abbattimento uguale all'attuale che difficilmente sarebbe stato possibile, soprattutto ad Onara, con riferimento alle nuove potenzialità richieste.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 27 di 107 totali</i>	

8. Descrizione delle opere di progetto

8.1. Generalità

Gli interventi di progetto saranno realizzati nell'area attuale e nell'aria adiacente di ampliamento già individuata dal progetto definitivo.

In particolare, nell'area esistente si realizza:

- un *edificio servizi area centrale* che ha lo scopo di confinare gli attuali spazi tra i manufatti di trattamento esistenti e realizzare, nella parte sottostante opportuni locali tecnici di servizio e nella parte esterna posta a livello del solaio di copertura un'opportuna piastra di accesso alle vasche per le ordinarie manutenzioni ed ispezioni. La quota di coronamento del blocco centrale sarà tale da formare un parapetto per gli operatori posti sul solaio. L'accesso al solaio avverrà con una rampa carrabile. Sui fronti posti verso l'area esterna dell'impianto la muratura di progetto, seppur di aspetto gradevole per la finitura a faccia vista dei mattoni, sarà comunque contornata da siepi arboree ed arbustive realizzate con specie autoctone per la mitigazione visiva.
- un *nuovo edificio pretrattamenti e modulo riuso MBR* – che si sviluppa parallelamente al confine lato ovest dell'area esistente e viene realizzato con finiture in muratura a faccia vista del tutto simile al blocco centrale

Nell'area di ampliamento dell'impianto, posta sul lato sud, si realizza:

- un *nuovo edificio di trattamento reflui extrafognari* – posto in allineamento con il nuovo edificio pretrattamenti
- il posizionamento del *nuovo gasometro* di accumulo del biogas di forma sferica
- le opportune *sistemazioni dell'area* di ampliamento con la realizzazione dei tombinamenti del fiumicello Tergola per la realizzazione della viabilità di servizio all'impianto, della sistemazione del tratto di alveo tra essi compresi e della realizzazione dei piazzali di manovra e delle aree a verde adiacenti. L'asfaltatura risulterà limitata alle aree di movimentazione dei veicoli mentre la restante area sarà lasciata a verde. In particolare, vista la natura delle lavorazioni realizzate nella sezione extrafognari, i piazzali asfaltati saranno comunque confinati con cordoli in calcestruzzo e le acque di pioggia su essi raccolti saranno inviate a trattamento in impianto collettate attraverso la rete a tal scopo realizzata sui piazzali.

Nei lati est ed ovest sarà inoltre effettuata la piantumazione di essenze autoctone in armonia e continuità con il territorio circostante.

Di seguito vengono descritte in maggior dettaglio le opere di progetto.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 28 di 107 totali</i>	

8.2. Nuova sezione pretrattamenti

La nuova sezione pretrattamenti verrà realizzata nell'area attualmente occupata dalle apparecchiature di trattamento bottini e caditoie stradali, poste lungo il lato ovest dell'impianto esistente, all'interno di un edificio chiuso.

In esso verranno ubicate:

- la sezione di grigliatura fine iniziale, mediante due stacci a cestello rotante aventi diametro di circa 1600 mm e spaziatura di 3 mm, posti lungo 2 canali principali di adduzione; una griglia di sfioro, che si attiverà solo in tempo di pioggia per portata superiore a quella trattata dalle griglie a cestello o in emergenza in by-pass delle stesse, consentirà di garantire che il refluo in ingresso alla successiva vasca di sollevamento iniziale abbia subito comunque una grigliatura minima di 6 mm. Pertanto anche in tempo di pioggia l'eventuale eccesso inviato in sfioro, e non sollevato ai pretrattamenti, sarà comunque trattato con grigliatura fine 6 mm in ottemperanza a quanto previsto dal Piano Tutela delle Acque della Regione Veneto
- la sezione di sollevamento iniziale, costituita da quattro pompe centrifughe aventi un volume di invaso e regolazione di circa 95 m³, per una portata complessiva di 3Qm
- la sezione di dissabbiatura/disoleatura aerata, prevista su due bacini longitudinali funzionanti in parallelo, ciascuno dotato di un ponte pulitore con movimento "va e vieni", di diffusori d'aria e setto di separazione e raccolta delle sostanze galleggianti, quali schiume ed oli, nonché di pompa di estrazione delle sabbie per l'invio al lavaggio delle stesse mediante apparecchiatura di classificazione e lavaggio sabbie tipo "Coanda"
- la sezione di sedimentazione primaria con pacchi lamellari prevista su due bacini quadrati, aventi sagomatura circolare ed attrezzati con carroponete pulitore a trazione centrale.
- la canaletta di partizione della portata inviata al successivo trattamento con MBR (Membrane Bio Reactor) sino a 200 m³/h, della portata inviata al successivo trattamento biologico tradizionale (sino al massimo di 2 Qm) e di quella eventualmente inviata in sfioro.

La sezione pretrattamenti risulterà essere completamente coperta all'interno dell'edificio pretrattamenti sino alle vasche di dissabbiatura, mentre le vasche di sedimentazione primaria, esterne ad esso, saranno comunque coperte con moduli asportabili in PRFV, in maniera tale che l'aria, opportunamente tenuta in depressione, sia inviata a trattamento su biofiltro.

8.2.1. Misura di portata in ingresso

Il sistema di comando e controllo del sollevamento iniziale consentirà di valutare la portata sollevata ai pretrattamenti. La misura del livello sulla soglia di sfioro delle acque grigliate, eventualmente

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 29 di 107 totali</i>	

sfiorate in tempo di pioggia, consentirà di valutare l'attivazione di quest'ultimo e la portata totale in ingresso all'impianto.

8.2.2. Grigliatura fine iniziale

La grigliatura fine sarà realizzata mediante due griglie a cestello rotante con coclea coassiale d'asportazione, lavaggio e compattazione del grigliato prima dello scarico in apposito cassonetto.

La singola apparecchiatura è costruita interamente in acciaio inossidabile, compresa la coclea di trasporto con albero ed è sottoposta per intero, prima dell'assemblaggio, ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata.

Il quadro elettrico IP55 in acciaio verniciato a polvere contiene tutti i componenti indispensabili al funzionamento automatico della macchina: PLC Siemens, visualizzazione interfaccia macchinante polifunzionale, interruttore elettropneumatico differenziale di livello, teleruttori, limitatore di coppia, spie e pulsanti (o selettori) di marcia e arresto, interruttore generale, sicurezze magnetotermiche, morsettieria comprendente contatti privi di potenziale per la segnalazione a distanza dello stato di funzionamento. Il tutto eseguito nel rispetto delle norme CEI – IEC.

Le acque reflue fluiscono all'interno della gabbia cilindrica inclinata di 35° sull'orizzontale ed attraversando le luci libere tra le barre (dall'interno all'esterno) vengono grigliate. La gabbia filtrante, generalmente ferma, compie una rotazione solidalmente con la coclea coassiale solo quando il massimo intasamento determina un aumento della perdita di carico oltre i limiti impostati. Con tale rotazione vengono raccolti i solidi trattenuti facendoli cadere nella tramoggia della coclea.

La coclea, posta in rotazione, determina il sollevamento dei solidi e, nel contempo, lo sgrondo di parte del refluo contenuto. Inoltre lungo tale tragitto, prima di giungere nella camera di compattazione, i solidi vengono lavati tramite un apposito dispositivo di lavaggio. Infine, nella parte terminale della coclea, i solidi grigliati giungono in una camera di compattazione, in cui vengono disidratati fino a raggiungere un tenore di secco minimo del 35%.

Un particolare sistema di controlavaggio a pressione, mediante ugelli di spruzzo durante la rotazione, garantisce inoltre la pulizia del cestello filtrante.

Vista la totale assenza d'organi di sfregamento e/o attriti vari (pettini, catene, ecc...), questa griglia è particolarmente adatta anche all'applicazione su reflui contenenti notevoli quantità di materiali abrasivi (sabbie, ghiaie, scorie metalliche, ecc...), mantenendo inalterate nel tempo le proprie caratteristiche d'affidabilità, sia dal punto di vista dei rendimenti che degli interventi di manutenzione.

La grigliatura fine a cestello rotante rappresenta uno dei sistemi costruttivamente più semplici presenti sul mercato che, per quanto detto, presenta il vantaggio di effettuare nella stessa

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 30 di 107 totali</i>	

apparecchiatura anche il lavaggio e la compattazione del materiale grigliato senza la necessità di dover abbinare alla griglia una apparecchiatura dedicata, come avviene in altre tecnologie di grigliatura. Ciò, oltre a determinare una minore occupazione di spazio, costituisce una semplificazione impiantistica che conferisce al sistema maggior affidabilità complessiva, anche per la presenza di minori apparecchiature, minori organi in movimento e minor numero di parti usurabili.

Pertanto il sistema proposto presenta il vantaggio di effettuare nella stessa apparecchiatura sia la grigliatura del refluo che il lavaggio e la compattazione del materiale grigliato, senza la necessità di dover abbinare un'altra apparecchiatura dedicata al lavaggio.

Le caratteristiche dimensionali della griglia sono di seguito riassunte in tabella.

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>Diametro cestello rotante</i>	1600	mm
<i>Spaziatura</i>	3	mm
<i>Portata massima trattata (per singola griglia)</i>	1250	m ³ /h
<i>Lunghezza totale lungo l'asse della macchina</i>	10,5	m
<i>Altezza di scarico del grigliato</i>	circa 1800	mm
<i>Angolo di inclinazione della macchina</i>	35°	
<i>Grado di compattazione del grigliato</i>	35	%SS
<i>Potenza del motore elettrico</i>	1,5	kW
<i>Tensione di alimentazione trifase</i>	50 Hz 400 V	
<i>Giri al minuto della coclea</i>	8,3	n° giri /min
<i>Protezione del motore</i>	IP 55	

Tab. 13 – Grigliatura fine – principali caratteristiche

Ciascun canale sarà coperto con grigliato in vetroresina chiuso, in modo da limitare l'emissione di cattivi odori e sarà dotato, a monte, di apposite paratoie di intercettazione.

8.2.3. Grigliatura fine su soglia di by-pass

Il canale di ingresso dei reflui alla grigliatura fine iniziale verrà dotato di soglia di sfioro.

Tale soglia di sfioro permetterà di inviare i reflui in ingresso alla vasca di accumulo e sollevamento iniziale sia in condizioni di magra, allorquando si dovesse verificare l'intasamento delle griglie a cestello, sia in condizioni di pioggia qualora dovesse giungere in impianto una portata superiore a

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 31 di 107 totali</i>	

quella massima trattata dalle griglie.

Tale soglia di sfioro sarà attrezzata con griglia longitudinale di sfioro che attivandosi garantirà comunque che il refluo in ingresso alla successiva vasca di sollevamento iniziale abbia subito almeno una grigliatura minima di 6 mm.

Tale apparecchiatura è costituita da un cestello semicircolare con foratura circolare a 6 mm, del diametro di 500 mm e della lunghezza di 2500 mm di luce filtrante, per installazione con flusso verticale dal basso verso l'alto, secondo gli elaborati grafici di progetto e le indicazioni della D.L.

Il flusso, attraversando il cestello semicircolare, deposita su esso il materiale in esso contenuto che è trattenuto dalla griglia a monte del canale di ingresso e periodicamente allontanato dal cilindro filtrante mediante un'apposita coclea pulitrice che ne determina il convogliamento nel canale principale e la rimozione attraverso la grigliatura principale.

Pertanto anche in tempo di pioggia l'eventuale eccesso inviato in sfioro, e non sollevato al biologico, sarà comunque trattato con grigliatura fine 6 mm in ottemperanza a quanto previsto dal Piano Tutela delle Acque della Regione Veneto.

8.2.4. Impianto di sollevamento iniziale

8.2.4.1. Scelta delle elettropompe

Note le portate di progetto, valutate come detto nei paragrafi precedenti, occorre stabilire tra quante pompe sia opportuno suddividere la portata stessa e, di conseguenza, effettuare la scelta del tipo di elettropompe da utilizzare.

Tenendo in giusto conto i fattori che condizionano tale scelta, quali quello idraulico, economico e pratico di effettiva reperibilità nel mercato della soluzione proposta, si è deciso di suddividere il sollevamento della portata massima tra quattro elettropompe sommergibili (3 attive + 1 riserva).

La sequenza di funzionamento prevede il funzionamento massimo contemporaneo di tre delle quattro elettropompe di sollevamento, ognuna dotata di singolo collettore premente a sbocco libero nella canaletta di carico della dissabbiatura.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche delle elettropompe sommergibili di sollevamento iniziale.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 32 di 107 totali</i>	

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
Tipo	<i>Flygt NP 3171 LT 611 o equivalenti</i>	
Unità installate	2	
Portata unitaria	135 – 150 - 172	l/s
Prevalenza	8,3 – 7,8 – 7,0	m
Potenza nominale motore	15	KW

Tab. 14 - sollevamento iniziale – principali caratteristiche pompe

8.2.4.2. *Verifica del volume di regolazione*

Il corretto dimensionamento dell'impianto di sollevamento non può prescindere dal dimensionamento della forma e del volume della camera di accumulo, per far fronte a due esigenze:

- far sì che il flusso verso la pompa sia uniforme, costante e senza trascinarsi di aria nelle pompe e nei collettori, per quel che riguarda la forma
- limitare ad un numero accettabile gli attacchi/stacchi delle elettropompe ed evitare trasformazioni biologiche maleodoranti del refluo, per quel che riguarda il volume della camera.

Alla prima esigenza rispondono le opportune sagomature realizzate nella camera di accumulo ed i livelli minimi di refluo garantiti in vasca dai livelli di stacco delle pompe, mentre alla seconda esigenza si fa fronte assegnando alla camera di accumulo un opportuno volume di regolazione.

Infatti, le dimensioni interne della camera di accumulo devono essere tali che il massimo numero orario di attacchi e stacchi delle pompe risulti compatibile con il tempo necessario al raffreddamento degli avvolgimenti dei motori elettrici ed, allo stesso tempo, compatibile con il tempo di permanenza del refluo all'interno dell'impianto perché non si incorra in sgradevoli fenomeni di trasformazioni biologiche maleodoranti ed aggressive.

Occorre determinare un volume di regolazione tale che sia garantito un intervallo di ciclo delle pompe pari al massimo a 10 attacchi/ora ed in modo da non far risiedere i reflui per più di un'ora e mezza all'interno dello stesso impianto.

Tale volume di regolazione dipende dal tipo di pompa prescelto e, nel caso di impianto dotato di più pompe, dal tipo di sequenza di funzionamento scelto per le pompe.

Nelle stazioni di sollevamento equipaggiate con più pompe, infatti, sono possibili due sequenze di attacco/stacco delle elettropompe.

Una sequenza, chiamata sequenza 1, prevede l'attacco di ogni pompa quando il livello dell'acqua

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 33 di 107 totali</i>	

raggiunga nella vasca una prefissata quota ed il suo stacco quando il livello scenda fino a quello di avviamento della pompa che opera a livello inferiore (o si raggiunga il livello minimo in vasca); la sequenza 2, con l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello e lo stacco per tutte le pompe al livello minimo previsto in vasca.

A seconda della sequenza di funzionamento adottata è possibile determinare il volume di regolazione richiesto; in particolare si può ricavare il rapporto tra il volume totale di regolazione ($\sum v_i$) ed il volume di regolazione della singola elettropompa (v_i), in relazione alla sequenza di funzionamento prevista.

Noto, infatti, il volume di regolazione della singola elettropompa (v_i) dalla relazione $T_{ci} = 4 \cdot \frac{v_i}{Q_i}$

in cui

Q_i = portata della pompa (media nell'intervallo di prevalenza di funzionamento)

v_i = volume di regolazione utile dell'impianto di sollevamento con la singola pompa

T_{ci} = tempo di ciclo della pompa (tempo che intercorre fra due successivi attacchi)

è possibile ricavare la tabella seguente che riporta i valori del rapporto $\frac{(\sum v_i)}{v_i}$ per un impianto di sollevamento dotato di n pompe uguali.

<i>n° pompe uguali</i>	$\frac{(\sum v_i)}{v_i}$	
	<i>Sequenza 1</i>	<i>Sequenza 2</i>
1	1	1
2	2	1,392
3	3	1,688
4	4	1,919

Tab. 15 valori del rapporto $\frac{(\sum v_i)}{v_i}$ per un impianto di sollevamento dotato di n pompe uguali nelle sequenze 1 e 2

Nel caso specifico si ritiene di dover utilizzare la **sequenza di funzionamento di tipo 1** proprio in virtù della maggiore costanza della portata sollevata, a tutto vantaggio del funzionamento dell'impianto di depurazione.

La valutazione del volume minimo di regolazione è stata effettuata nelle diverse condizioni di funzionamento previste, risultando pari a quello massimo tra i minimi valutati nelle diverse

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE			Altieri	G 0047 EB
				ETRA S.p.A.	P 212 S2
				A.T.O.	6.1 D
				Rev.	Data
				06	Luglio 2012
				05	Febbraio 2012
				00	Gennaio 2008
				Pag. 34 di 107 totali	

combinazioni di funzionamento previste per le elettropompe installate, in relazione alla portata da sollevare.

Di seguito si riporta un riepilogo dei calcoli effettuati per la verifica del volume di regolazione.

Dimensionamento				
Caratteristiche pompa				
Qi	168,1	l/s		
Dati funzionamento				
numero massimo attacchi/ora	n	10	n/h	
tempo minimo di ciclo	tci	360	s	
Volume regolazione singola pompa	Vi	15,125	m ³	
	<i>Sequenza 1</i>		<i>Sequenza 2</i>	
<i>n° pompe</i>	<i>Vtot/vI</i>	<i>Vtot</i>	<i>Vtot/vI</i>	<i>Vtot</i>
-	-	m ³	-	m ³
1	1	15,1	1	15,1
2	2	30,2	1,392	21,1
3	3	45,4	1,688	25,5
4	4	60,5	1,919	29,0

Verifica								
Caratteristiche pompa								
Portata media pompa	Qi	168,1	l/s					
Dati funzionamento								
larghezza	B	5,6	m					
lunghezza	L	17	m					
altezza	H	1	m					
Volume disponibile	V disp	95,2	m ³					
	<i>Sequenza 1</i>				<i>Sequenza 2</i>			
<i>n° pompe</i>	<i>Vtot/vI</i>	<i>VI</i>	<i>Tci</i>	<i>n/ora</i>	<i>Vtot/vI</i>	<i>VI</i>	<i>Tci</i>	<i>n/ora</i>
-	-	m ³	sec	-	-	m ³	sec	-
1	1	95,2	2265,9	1,6	1	95,2	2265,9	1,6
2	2	47,6	1133,0	3,2	1,392	68,4	1627,8	2,2
3	3	31,7	755,3	4,8	1,688	56,4	1342,4	2,7
4	4	23,8	566,5	6,4	1,919	49,6	1180,8	3,0

Tab. 16 – Verifica volumi di regolazione – tempi di ciclo

Il relativo volume minimo necessario alla regolazione risulta essere di circa 61 m³, comunque

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 35 di 107 totali</i>	

inferiore a quello a disposizione (pari a circa 95 m³) che consente di operare con livelli di minimo e massimo livello idrico in vasca compatibili con le quote di progetto.

Inoltre, con tale volume a disposizione si garantisce un tempo di permanenza in vasca, comunque inferiore al limite massimo sopra indicato (1,5 h), perché non si abbia lo sviluppo di fenomeni di trasformazioni biologiche maleodoranti ed aggressive.

8.2.5. Bacino longitudinale di dissabbiatura e disoleatura aerata

A valle del sollevamento iniziale il refluo giunge nella canaletta di carico delle vasche di dissabbiatura/disoleatura aerata, sviluppate su due linee parallele di funzionamento.

Da essa il refluo può essere deviato direttamente alle sezioni successive, mediante l'apertura della paratoia di by-pass, oppure essere inviato al manufatto di trattamento mediante l'apertura delle paratoie di intercettazione, atta ad isolare ognuna delle due vasche.

Nella sezione terminale di entrambi i bacini longitudinali una soglia di sfioro, dotata di lama paraschiuma e profilo Thompson, permetterà lo sfioro nella canaletta di uscita, realizzata anch'essa a sbalzo dalla vasca.

I bacini saranno equipaggiati di carroponete va e vieni per il convogliamento delle sabbie in tramoggia di sollevamento e delle altre carpenterie accessorie quali setto di calma per gli oli, ecc ...

8.2.5.1. Dimensionamento idraulico dissabbiatore

Per il dimensionamento dei dissabbiatori aerati la letteratura tecnica indica:

- carico idraulico specifico massimo $C_i \text{ (max)} \leq 20 \div 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{h}$
- tempo di detenzione in vasca = $T_d = 2 \div 5 \text{ min}$

valutati entrambi con riferimento alla portata massima in tempo di pioggia.

Se si assumono tempi di detenzione maggiori, riferiti anche alla portata di picco oraria in tempo di pioggia, si garantisce un'aerazione più spinta del refluo, con notevole miglioramento dei successivi trattamenti biologici.

Inoltre, per le caratteristiche geometriche delle vasche di dissabbiatura disoleatura aerata, le indicazioni fornite dalla letteratura tecnica consigliano di rispettare alcuni rapporti dimensionali ottimali.

In particolare, dimensioni ottimali sono:

Profondità = 2 ÷ 5 m

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		Pag. 36 di 107 totali	

Lunghezza = $7,5 \div 20$ m

Larghezza = $2,5 \div 7$ m

Rapporto larghezza / profondità = da 1:1 a 5:1

Rapporto lunghezza / larghezza = da 3:1 a 5:1

In particolare la sezione è articolata su due bacini del tipo longitudinale aerato, a pulizia meccanizzata con carroponte va e vieni, aventi le dimensioni di seguito riassunte in tabella.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE				
Descrizione voce	Simbolo	valore	U.M.	Intervallo
larghezza	B	3	m	
Lunghezza	L	14	m	
Larghezza zona flottazione	L2	0,85	m	
profondità	H	3	m	
Rapporto larghezza altezza media	B/H	1,00		1:1 - 5:1
Rapporto larghezza lunghezza	B/L	0,21		0,2 - 0,3
Superficie unitaria				
longitudinale	S	42	m ²	
trasversale	St	9	m ²	
zona flottazione	Sf	12	m ²	
Superficie totale				
longitudinale		84	m ²	
trasversale		18	m ²	
zona flottazione		24	m ²	
Volume				
unitario		126	m ³	
totale		252	m ³	

Tab. 17– Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata – Principali caratteristiche geometriche vasche

Con le portate di progetto ne derivano i parametri di funzionamento idraulico riassunti di seguito.

Descrizione voce	Simbolo	Valore	Unità di misura
Portata media nera	$Q_{m,n}$	605	m ³ /h
Portata di punta	$Q_{p,n}$	1210	m ³ /h
Portata massima	Q_{max}	1815	m ³ /h

Tab. 18 – Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata – Portate di calcolo

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 37 di 107 totali</i>	

DATI DI FUNZIONAMENTO					
Descrizione voce	Simbolo	valore	U.M.	Intervallo	Note
<i>Carico idraulico</i>	Ci	7,2	m ³ /m ² x h	20	a Qm
	Ci	14,4	m ³ /m ² x h		a Qp
	Ci	21,6	m ³ /m ² x h		a Qpp
<i>Tempo di permanenza</i>	td	25,0	min	5	a Qm
	td	12,5	min		a Qp
	td	8,3	min		a Qpp
<i>Velocità longitudinale</i>	Vo	0,009	m/s	0,3-0,5	a Qm
	Vo	0,019	m/s		a Qp
	Vo	0,028	m/s		a Qpp

Tab. 19 – Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata - Dati idraulici di funzionamento di ognuno dei due dissabbiatori

8.2.5.2. *Fabbisogno d'aria per la fase di dissabbiatura disoleatura aerata*

Secondo le indicazioni presenti in letteratura tecnica, il fabbisogno d'aria necessario per il corretto funzionamento del comparto di dissabbiatura aerata è di circa $0,5 \div 1$ [m³/h m³] di capacità della vasca o, similmente, la portata specifica di aria è di circa $0,2 \div 0,5$ [m³/min x m di lunghezza bacino], pari a $9 \div 27$ m³/h x m di lunghezza del bacino.

In entrambi i casi, ne deriva un fabbisogno d'aria di circa **300 mc/h** per ogni vasca, che risulta essere cautelativo; l'eventuale apporto minore d'aria sarà fornito agendo sulla capacità di modulazione delle soffianti.

CALCOLO FABBISOGNO DI ARIA					
Descrizione voce	Simbolo	valore	U.M.	Intervallo	Note
<i>portata spec aria/ lunghezza vasca</i>	qa	20	m ³ /h x m	9-27	a Qm
	qa	20	m ³ /h x m		a Qp
	qa	27	m ³ /h x m		a Qpp
<i>portata aria (per singola vasca)</i>	Qa	280	m ³ /h		
<i>portata aria totale</i>	Qat	560	m ³ /h		

Tab. 20– Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata - Calcolo fabbisogno aria

8.2.5.3. *Dimensionamento del gruppo compressione aria*

Per i valori di portata d'aria suddetti e per l'applicazione in oggetto in vasca di dissabbiatura disoleatura aerata, sono adatte le soffianti volumetriche rotative a lobi; in particolare, nel nostro caso saranno forniti n°2 gruppi compressione aria, uno per linea ed 1 gruppo di riserva comune, che saranno posizionati all'interno dell'adiacente locale grigliatura e sollevamento iniziale.

Il gruppo compressione aria proposto, è costituito da un soffiatore volumetrico rotativo a lobi, da un motore elettrico di azionamento e da trasmissione a cinghie, dagli accessori quali basamento,

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 38 di 107 totali</i>	

silenziatori reattivi di aspirazione con filtro di scarico, valvola di non ritorno, valvola di sicurezza, raccordo elastico, supporti antivibranti e carter, e da cabina di insonorizzazione costituita da pannelli autoportanti in acciaio zincato con tamponamento fonoisolante in poliuretano autoestinguente.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche della soffiante proposta.

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>Portata massima aria atmosferica</i>	300	m³/h
<i>Pressione differenziale di esercizio</i>	400	mbar
<i>Potenza motore elettrico</i>	7,5	kW
<i>RPM motore</i>	2890	giri/min
<i>RPM soffiante</i>	2380	giri/min
<i>Massimo livello pressione sonora</i>	70±3	dB(A)

Tab. 21 - Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata – Caratteristiche soffianti

8.2.5.4. Diffusori per l'aria

L'aria all'interno delle vasche di dissabbiatura disoleatura viene assicurata da un sistema di diffusione costituito da una tubazione portadiffusori, disposta lungo il lato maggiore del dissabbiatore e realizzata in acciaio inossidabile AISI 304, a cui sono collegati gruppi diffusore d'aria a bolle fini su cui sono avvitati i diffusori tubolari a membrana a bolle fini tipo ITT Flygt TMF 750 S o equivalenti.

Il gruppo si compone di tubolare in acciaio inox AISI 316 per l'installazione dei diffusori, n. 2 coppie di diffusori a bolla fine tubolari a membrana (n° 4 diffusori per gruppo), per una lunghezza totale netta di aerazione di 3 m.

I diffusori sono composti da tre parti principali: un corpo diffusore in PP, di forma cilindrica opportunamente sagomata e forata per il passaggio dell'aria, la membrana microfustellata in EPDM, fissata al corpo diffusore tramite due fascette stringitubo in acciaio inossidabile, e un attacco filettato 3/4" femmina.

In particolare, all'interno della vasca longitudinale, ci saranno 9 calate aria a servizio di 9 gruppi diffusori, per complessivi 36 diffusori a bolla fine tubolari a membrana; nelle condizioni di funzionamento previste si valuta una portata d'aria necessaria di $Q = 300 \text{ m}^3/\text{h} = 284 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Si ricavano i parametri di funzionamento di seguito riassunti in tabella per la singola vasca:

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 39 di 107 totali</i>	

VERIFICA SISTEMA AERAZIONE					
<i>Portata aria necessaria</i>	unitaria		Nm ³ /h	300	
	totale		Nm ³ /h	600	
<i>Gruppi diffusori</i>	per bacino		n°	9	
<i>n° diffusori per gruppo</i>			n°	2	
n° diffusori per vasca	totali		n°	18	
n° diffusori per fase	totali		n°	36	
<i>Portata specifica per diffusore</i>	unitaria		Nm ³ /h cad	16,7	min 4
					medio 6 - 16
					max 20

Tab. 22 – Fase di dissabbiatura / disoleatura aerata - Verifica sistema di aerazione

8.2.5.5. Estrazione / sollevamento sabbie

L'estrazione delle sabbie depositate sul fondo del comparto avverrà per mezzo di una elettropompa sommersibile installata nella tramoggia di raccolta e collegata all'apparecchiatura di classificazione e lavaggio sabbie per funzionamento intermittente in presenza di liquidi fortemente abrasivi.

Le caratteristiche dell'apparecchiatura sono di seguito descritte.

8.2.6. Impianto di lavaggio e classificazione sabbia

Le sabbie estratte dal bacino longitudinale di dissabbiatura disoleatura aerata verranno inviate ad un classificatore con lavaggio delle sabbie a principio "Coanda", per la separazione di sabbie dalle sostanze organiche e dall'acqua ed invio in cassoni per la loro raccolta.

L'apparecchiatura di classificazione e lavaggio sarà costruita interamente in acciaio inossidabile (tranne il motoriduttore), compresa la coclea di trasporto con albero, e sottoposta per intero, prima dell'assemblaggio, ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata.

In tale apparecchiatura la miscela contenente le sabbie viene introdotta attraverso una camera spiroidale e quindi attraverso un calice "COANDA". Si genera così una corrente radiale che consente la separazione dei corpi pesanti nel minor spazio possibile. Le sabbie si depositano sul fondo del contenitore costituito da una lastra forata; qui è immessa l'acqua di lavaggio in direzione dal basso verso l'alto che, con l'ausilio di un lento mescolatore, investe completamente il letto delle sabbie e lo lava, trasportando le sostanze organiche, dotate di densità minore rispetto alle sabbie, verso l'alto.

Una parte del materiale organico stramazza insieme alle acque e viene rinviato in testa al trattamento di grigliatura, mentre l'organico separato, che si deposita sopra il letto di sabbia, è scaricato separatamente, tramite l'azionamento di una valvola motorizzata.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 40 di 107 totali</i>	

Le sabbie, lavate dall'organico, passano attraverso il foro centrale e giungono alla base della coclea; questa ultima, comandata da sensori di densità, provvede, una volta che lo strato di sabbie ha raggiunto lo spessore determinato in fase di taratura dell'impianto, all'asportazione e, grazie all'inclinazione di 45° della coclea di trasporto, alla disidratazione per gocciolamento delle stesse, fino allo scarico nel cassone di raccolta.

Tutto questo consente di ottenere sabbie con un contenuto di sostanze organiche, espresso in termini di PF% (perdita a fuoco), abbondantemente inferiore ai limiti previsti dalla normativa CEE n° 61/962, che classifica le sabbie con queste caratteristiche (materiale organico < 3%) come inerti, e con un'umidità residua altrettanto bassa (nell'ordine del 10-12%).

La macchina sarà completa di quadro elettrico di comando IP55, realizzato in acciaio verniciato a polvere, che conterrà tutti i componenti indispensabili al funzionamento automatico della macchina, PLC Siemens, visualizzazione interfaccia macchina utente polifunzionale: teleruttori, limitatore di coppia, spie e pulsanti (o selettori) di marcia e arresto, interruttore generale, sicurezze magnetotermiche, morsettiera comprendente contatti privi di potenziale per la segnalazione a distanza dello stato di funzionamento, il tutto eseguito nel rispetto delle norme CEI – IEC. Poiché il quadro di comando sarà in posizione remota (all'interno del locale quadri elettrici), la macchina sarà dotata di **Scatola di comando locale** per l'azionamento del classificatore in funzione manuale, comprendente: interruttore a chiave per l'abilitazione all'esercizio, selettore AVANTI - 0 - INDIETRO, tasto a fungo STOP EMERGENZA.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche tecniche dell'apparecchiatura proposta:

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>Portata massima trattata</i>	16	l/s
<i>Grado di separazione sabbia con granulometria $\geq 0,2$ mm</i>	≥ 95	%
<i>Contenuto organico della sabbia separata</i>	≤ 3	%
<i>Capacità di asporto sabbie</i>	1	t/h
<i>Potenza motore elettrico coclea</i>	1,1	kW
<i>Giri al minuto coclea</i>	11,5	giri/min
<i>Potenza motore elettrico agitatore</i>	0,55	kW
<i>Giri al minuto agitatore</i>	5,6	giri/min
<i>Grado protezione motori</i>	IP 65	
<i>Portata acqua di lavaggio</i>	2	l/s
<i>Pressione di esercizio acqua di lavaggio</i>	5	bar

Tab. 23 – Apparecchiatura classificazione e lavaggio sabbie – Principali caratteristiche tecniche

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 41 di 107 totali</i>	

8.2.7. Bacino di sedimentazione primaria

In sostituzione dell'attuale sedimentazione primaria, il progetto prevede la realizzazione di due manufatti a pianta quadrata aventi ognuno lato di circa 10 m e altezza idrica di circa 5 m.

I bacini saranno equipaggiati con carroponte a trazione centrale composto da testa di comando costituita da riduttore epicicloidale lubrificato ad olio, cella dinamometrica elettromeccanica tra riduttore epicicloidale e riduttore a vite senza fine lubrificato a grasso, motore elettrico, sistema di blocco del motore realizzato con segnale elettrico da cella dinamometrica posizionata tra il riduttore a vite senza fine ed il riduttore epicicloidale, albero di trazione lento realizzato in tubo meccanico di forte spessore con attacchi per i due bracci raschianti e per i tiranti di sostegno e di reazione, n°2 bracci di acciaio rigidamente collegati all'albero di comando dotato di tiranti e controventature, lame convogliatrici a profilo logaritmico in modo da garantire il trasferimento del fango al pozzetto centrale in 270°, regolabili lungo l'asse verticale mediante manovra manuale e dotate di gomme di fondo, convogliatore centrale per scarico fanghi, tiranteria, bulloneria, guarnizioni ed accessori per il montaggio completo dell'apparecchiatura, il tutto sorretto superiormente dal cuscinetto di base ed inferiormente guidato da boccola lubrificata ad acqua e realizzato per le parti immerse in acqua in acciaio inox AISI 304 e per le parti emerse (gruppo di comando) sabbiatura a metallo bianco con zincante inorganico avente spessore minimo 50 micron e finish in cloro-caucciù, spessore minimo 100 micron, per spessore minimo totale di 150 micron a film secco, nonché bulloneria ed accessori di montaggio in acciaio inox AISI 304.

Inoltre, gli stessi bacini saranno dotati di pacchi lamellari a condotti tubolari continui autoportanti inseriti in opportuni telai perimetrali di contenimento, struttura ed accessori per il sostegno degli elementi, canalette di sfioro e raccolta del refluo sedimentato, setti e pozzetto di raccolta materiale flottato e schiume. I pacchi lamellari autoportanti sono costituiti da elementi ottenuti mediante l'affiancamento e la saldatura di lastre verticali, sagomate realizzate in polistirene atossico rigido antiurto additivato con carbon-black (a protezione dai raggi U.V.), tali da formare condotti tubolari a fondo tondo aventi inclinazione sull'orizzontale di circa 60° e forniti in moduli dotati di struttura di contenimento perimetrale realizzata mediante telai in acciaio inox AISI 304 dotati di ganci di sollevamento.

In tal modo le lastre sagomate che compongono il pacco non risultano essere sovrapposte e, pertanto, ogni lastra sarà soggetta unicamente al proprio carico, non essendo gravata da quello delle lastre che l'affiancano; inoltre, proprio in quanto verticale, essa offrirà la massima resistenza strutturale, indispensabile per garantire l'indefornabilità nel lungo periodo.

Di seguito si riporta la verifica del funzionamento sia con un solo sedimentatore funzionante per l'intera portata che con entrambi i bacini in parallelo:



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 42 di 107 totali	

VERIFICA SEDIMENTAZIONE PRIMARIA (con pacchi lamellari)					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
Dati di ingresso					
<i>Portata media nera</i>	Q m,n	605	m ³ /h		
<i>Portata di punta nera</i>	Q p,n	1210	m ³ /h		
<i>Portata massima al trattamento</i>	Q max	1815	m ³ /h		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
<i>Larghezza interna</i>	L	10			
<i>Lunghezza interna</i>	B	10	m		
<i>Superficie reale</i>	S	100	m ²		
<i>Altezza media idrica</i>	h	5,3	m		
<i>Volume</i>	V	530	m ³		
<i>Numero moduli(pacchi lamellari)</i>	n	24			
<i>Superficie specifica pacchi lamellari</i>	Ss	38	m ² /pacco		
<i>Superficie equivalente</i>	St	915	m ²		
<i>Numero canalette doppio sfioro</i>	n	6	---		
<i>Lunghezza sfioro</i>	lsf	10	m		
<i>Lunghezza totale sfioro</i>	Lsf	120	m		
DATI DI FUNZIONAMENTO					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
<i>Carico idraulico</i>	Ci	0,7	m ³ /m ² x h	a Qm	max 1,0 - 1,3
		1,3	m ³ /m ² x h	a Qp	
		2,0	m ³ /m ² x h	a Qpp	
<i>Portata specifica allo sfioro</i>	qs	5,0	m ³ /m x h	a Qm	max 8,0 -16,0
		10,1	m ³ /m x h	a Qp	
		15,1	m ³ /m x h	a Qpp	
<i>Tempo di permanenza</i>	td	0,9	h	a Qm	min 1,0 -3,0
		0,4	h	a Qp	
		0,3	h	a Qpp	

Tab. 24 – Parametri funzionamento sedimentazione primaria – un solo bacino funzionante (10x10 m con pacchi lamellari)



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 43 di 107 totali	

VERIFICA SEDIMENTAZIONE PRIMARIA (con pacchi lamellari)					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
Dati di ingresso					
<i>Portata media nera</i>	Q m,n	302,5	m ³ /h		
<i>Portata di punta nera</i>	Q p,n	605	m ³ /h		
<i>Portata massima al trattamento</i>	Q max	907,5	m ³ /h		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
<i>Larghezza interna</i>	L	10			
<i>Lunghezza interna</i>	B	10	m		
<i>Superficie reale</i>	S	100	m ²		
<i>Altezza media idrica</i>	h	5,3	m		
<i>Volume</i>	V	530	m ³		
<i>Numero moduli(pacchi lamellari)</i>	n	24			
<i>Superficie specifica pacchi lamellari</i>	Ss	38	m ² /pacco		
<i>Superficie equivalente</i>	St	915	m ²		
<i>Numero canalette doppio sfioro</i>	n	6	---		
<i>Lunghezza sfioro</i>	lsf	10	m		
<i>Lunghezza totale sfioro</i>	Lsf	120	m		
DATI DI FUNZIONAMENTO					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>		<i>Intervallo</i>
<i>Carico idraulico</i>	Ci	0,3	m ³ /m ² x h	a Qm	max 1,0 - 1,3
		0,7	m ³ /m ² x h	a Qp	
		1,0	m ³ /m ² x h	a Qpp	
<i>Portata specifica allo sfioro</i>	qs	2,5	m ³ /m x h	a Qm	max 8,0 - 16,0
		5,0	m ³ /m x h	a Qp	
		7,6	m ³ /m x h	a Qpp	
<i>Tempo di permanenza</i>	td	1,8	h	a Qm	min 1,0 - 3,0
		0,9	h	a Qp	
		0,6	h	a Qpp	

Tabella 25 – Parametri funzionamento sedimentazione primaria – due bacini funzionanti (2x10x10 m con pacchi lamellari)

I bacini risultano coperti mediante moduli in PRFV piani bombati autoportanti, fissati ai muri perimetrali in cls con tasselli in acciaio inox AISI 316 e guarnizioni neopreniche espanse di tenuta, dimensionati per sopportare carichi atmosferici previsti dal D.M. 16/01/1996 (neve + vento) o comunque un carico minimo concentrato in mezzera di 2,5 kN in ogni modulo (pedonabilità).

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 44 di 107 totali</i>	

8.3. *Linea di trattamento biologico*

8.3.1. Generalità

Per la linea di trattamento biologico gli interventi di progetto prevedono la riconversione in denitrificazione delle vasche esistenti di denitrificazione/nitrificazione ed una nuova sezione di ossidazione nitrificazione in un nuovo manufatto profondo.

8.3.2. Generalità sul bilancio dell'azoto

La quantità di azoto da eliminare nel trattamento biologico è calcolata sulla base dei valori di azoto totale entrante (praticamente uguale al valore di TKN) e dei valori ammessi allo scarico dalla normativa vigente. Tale quantità entrante va decurtata di quella abbattuta nei pretrattamenti, in particolare nella sedimentazione primaria, assunta cautelativamente pari al 15 % del TKN in ingresso all'impianto di depurazione.

Inoltre, si può tener conto che una parte di azoto totale viene eliminata per sintesi dei microrganismi che effettuano l'ossidazione biologica; tale aliquota è valutabile in percentuale rispetto alla quantità totale di BOD rimosso nella fase biologica, di solito assunta pari al 3 ÷ 5 % del BOD eliminato.

Nello schema attuato di pre-denitrificazione la quantità di azoto da nitrificare risulta pari alla differenza di azoto totale in ingresso TKN e la quantità ammessa in scarico per l'azoto ammoniacale espresso come azoto N; definita in tal modo la quantità da dover nitrificare, tale quantità sarà presente in uscita dalla nitrificazione come azoto nitrico (nitrati); poiché la normativa fissa valori per lo scarico dei nitrati e dell'azoto totale, occorre valutare la quantità di azoto da denitrificare, per rientrare nei limiti di legge; pertanto dei nitrati formati in nitrificazione occorrerà eliminare quell'aliquota eccedente la quantità massima ammessa allo scarico.

8.3.2.1. *Fase di denitrificazione*

Per la rimozione dei nitrati dallo scarico occorre procedere con la denitrificazione degli stessi, ossia la loro trasformazione in azoto gas.

La situazione più critica per il dimensionamento ed il funzionamento del comparto di denitrificazione si verifica durante il periodo invernale (temperatura $T = 12 \text{ }^\circ\text{C}$).

Anche qui si valuta la velocità di denitrificazione che, nell'ipotesi di utilizzare liquame grezzo quale substrato organico per i batteri denitrificanti, è data dalla seguente equazione:

$$(V_D)_t = (v_D) \cdot \frac{N - \text{NO}_3}{K_D + N - \text{NO}_3} \cdot \frac{S_1}{K_{SD} + S_1}$$

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 45 di 107 totali</i>	

dove: $(v_D) = (v_D)_{20} * \vartheta^{(t-20)}$ con $\vartheta = 1,12$

Ne deriva l'espressione

$$(V_D)_t = (v_D)_{20} * 1,12^{(t-20)} * \frac{N-NO_3}{K_D + N-NO_3} * \frac{S_1}{K_{SD} + S_1}$$

in cui

$(V_D)_t$ = velocità di denitrificazione nelle condizioni operative di esercizio;

$(v_D)_{20}$ = velocità di denitrificazione teorica a 20 °C, pari a 0,072 kgN/(kgSS*d) = d⁻¹

K_{SD} = costante di semisaturazione del substrato organico biodegradabile disponibile per il processo di denitrificazione = 0,15 g (BOD₅)/m³

K_D = costante di semisaturazione dell'azoto nitrico (nitrati) = 0,1 g (N-NO₃)/m³

N-NO₃ = concentrazione di azoto nitrico (nitrati) in uscita, imposta da noi per rientrare nei limiti di legge

S_1 = concentrazione di substrato organico in ingresso (BOD₅)

Il rapporto fra la quantità di nitrati da denitrificare e la velocità di denitrificazione fornisce la quantità M di biomassa necessaria per la denitrificazione, secondo la formula:

$$M = (\text{kgN-NO}_3 / \text{d}) / (\text{kgN-NO}_3 / \text{kgSSV}) * \text{d}.$$

Ammettendo che, similmente alla nitrificazione, i solidi sospesi volatili siano il 75% dei solidi sospesi totali, la concentrazione di solidi in vasca necessaria per la denitrificazione risulta espressa dalla relazione:

$$Ca = M / (V * 0,75), \text{ essendo } V \text{ il volume del comparto.}$$

Se si ipotizza che la concentrazione di solidi sia mantenuta pari a $X_d = 4,5 \text{ kgSST/m}^3$, ne consegue che per la denitrificazione è necessario un volume minimo totale di:

$$V_d = M / (X * 0,70) = M / (4,5 * 0,75)$$

Nel trattamento di denitrificazione si ha una riduzione del BOD₅ entrante, che viene utilizzato per il metabolismo dei batteri denitrificanti, in ragione di 4,0 kgBOD₅ per kg(N-NO₃) ridotti in denitrificazione, mentre al successivo trattamento biologico ossidativo viene inviato il restante BOD₅. Per ottenere la concentrazione di azoto nitrico (nitrati) voluta in uscita occorrerà ricircolare, in testa alla denitrificazione, una portata sufficiente e proporzionale al volume della denitrificazione prevista; di tale portata ne verrà ricircolata una aliquota direttamente dalla sedimentazione finale, mentre la restante grazie a ricircoli interni alle vasche (miscela aerata).

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 46 di 107 totali</i>	

8.3.2.2. Fase di nitrificazione

Per il dimensionamento dei comparti di ossidazione/nitrificazione si calcola la velocità di nitrificazione, riferita alla sola popolazione di batteri autotrofi nitrificanti, in base alla seguente formula:

$$(v_N)_t = (v_N)_{ph} \cdot \frac{NH_4}{K_1 + NH_4} \cdot \frac{OD}{K_2 + OD}$$

dove: $(v_N)_{ph} = (v_N) \cdot [1 - 0.833 \cdot (7.2 - pH)]$ e $(v_N) = (v_N)_{20} \cdot \vartheta^{(t-20)}$ con $\vartheta = 1,12$

Ne deriva l'espressione

$$(v_N)_t = (v_N)_{20} \cdot 1,12^{(t-20)} \cdot [1 - 0.833 \cdot (7.2 - pH)] \cdot \frac{NH_4}{K_1 + NH_4} \cdot \frac{OD}{K_2 + OD}$$

in cui

$(v_N)_t$ = velocità di nitrificazione in condizioni operative;

$(v_N)_{20}$ = velocità di nitrificazione teorica a 20 °C, pari a 100 gN/kgSSVN*h; 1,5÷2 kgN/(kgSS*d) = d⁻¹

K1, K2 = costanti di semisaturazione, rispettivamente relative all'ammoniaca e alla respirazione. Valgono entrambe 1 mg/l;

NH4 = concentrazione di ammoniaca in uscita, imposta in base al limite di legge.

OD = concentrazione di ossigeno disciolto nei fanghi attivi, che si può assumere pari a 2 ÷ 3 mg/l per avere una nitrificazione ottimale.

La massa di batteri necessari alla nitrificazione della quantità di azoto ammoniacale da rimuovere, calcolata in precedenza, espressa in Kg di SSVN (solidi sospesi volatili nitrificanti), risulta pertanto pari a:

$$(SSV)_{nitr} = Kg N / v_N = kg (SSV)_{nitr}$$

Questa grandezza va riferita alla biomassa complessiva presente nella vasca di nitrificazione.

La quota parte di batteri nitrificanti presenti nella popolazione batterica mista è funzione del rapporto tra BOD e azoto in ingresso al sistema.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 47 di 107 totali</i>	

In particolare la frazione di batteri nitrificanti nella biomassa totale (f), in funzione del rapporto BOD/N, può essere valutata con la relazione seguente:

$$f = Y_A N_{OX} / [Y_A N_{OX} + Y_H (S_0 - S)]$$

in cui

- Y_A = tasso di crescita dei batteri autotrofi: 0,23 gSSV/gN_{ossidato}
- N_{OX} = quantità di azoto ammoniacale ossidato (kgNH₄-N/d) nella fase
- Y_H = tasso di crescita dei batteri eterotrofi: 0,64 gSSV/gBOD₅
- S_0 = BOD₅ in ingresso al reattore biologico
- S = BOD₅ in uscita dal reattore biologico

A titoli indicativo, per diversi valori del rapporto BOD/N, si ottiene:

BOD ₅ /N	f
2	0,120
3	0,083
4	0,064
5	0,054
6	0,043

dove f rappresenta la percentuale di biomassa nitrificante rispetto alla biomassa complessiva presente nel reattore.

Pertanto, conoscendo la quantità di massa di batteri necessari alla nitrificazione, calcolata come sopra, è possibile valutare la quantità complessiva di batteri necessari, secondo l'espressione seguente:

$$(SSV)_{tot} = (SSV)_{nitr} / f.$$

Poiché, però, i SSV sono solo una parte dei SST presenti nel reattore e a cui riferiamo la concentrazione di biomassa operante in vasca, dobbiamo valutare i SST; si stima infatti che $(SSV)_{tot}$ siano una percentuale p dei SST (all'incirca $p = 75\%$). Inoltre, fissata una concentrazione X_{tot} in vasca di 4,5 kgSST/m³, il volume minimo del reattore necessario per la nitrificazione ed ossidazione combinata deve essere pari a:

$$V = (KgSST/X).$$

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 48 di 107 totali</i>	

In particolare, dal confronto dei volumi attuali a disposizione per le fasi di denitrificazione (1.260 m³) e di quelli a disposizione per l'ossidazione/nitrificazione (3.000 m³), si evince la necessità di ridistribuire ed ampliare i volumi esistenti, come di seguito indicato.

8.3.3. Adeguamento vasche esistenti per denitrificazione

Gli interventi di progetto prevedono la riconversione in denitrificazione delle vasche esistenti di trattamento biologico; gli attuali volumi destinati in parte a denitrificazione ed in parte a nitrificazione/ossidazione, su tre linee a funzionamento parallelo, saranno interamente destinati a vasche anossiche miscelate tramite opportuni mixer per consentire lo sviluppo di condizioni adeguate ai microrganismi denitrificanti.

I manufatti saranno adeguati con setti interni per determinare un flusso idraulico ottimale e saranno dotati di manufatti di collegamento che consentiranno il funzionamento in serie lungo la filiera di progetto, nonché le operazioni di by-pass necessarie alla gestione dell'impianto.

Attualmente il comparto biologico dell'impianto di Cittadella è costituito da tre vasche di predenitrificazione, per un volume complessivo di circa 1260 m³ (180+500+580) e da tre vasche di ossidazione-nitrificazione di volume complessivo pari a circa 3000 m³ (550+1000+1450).

La riconversione di tali volumi alla sola denitrificazione determina un volume complessivo di circa 4260 m³.

Ciascun bacino di denitrificazione sarà equipaggiato con agitatori sommergibili tali da fornire la necessaria potenza di miscelazione dei liquami, valutata in circa 5÷15 W/m³.

In particolare si prevede l'installazione dei seguenti mixer ad agitazione lenta:

- ex linea 1 – comparto denitro (V=180 m³): n°1 miscelatori di potenza 1,5 kW
- ex linea 1 – comparto nitro/ox (V=550 m³): n°2 miscelatori di potenza 1,5 kW
- ex linea 2 – comparto denitro (V=500 m³): n°2 miscelatori di potenza 1,5 kW
- ex linea 2 – comparto nitro/ox (V=1000 m³): n°2 miscelatori di potenza 3 kW
- ex linea 3 – comparto denitro (V=580 m³): n°2 miscelatori di potenza 1,5 kW
- ex linea 3 – comparto nitro/ox (V=1450 m³): n°4 miscelatori di potenza 2,2 kW

Il dimensionamento della sezione è tale da assicurare lo svolgimento del processo biologico di denitrificazione alla temperatura minima di 12 °C, con concentrazione di fango attivo di 4,5 kgSST/m³. In tali condizioni la velocità massima di denitrificazione richiesta risulta pari a 0,029 kgN-NO₃/kgSSxd, contro un valore effettivo di 0,072 kgN-NO₃/kgSSxd a 20 °C.

La portata necessaria ad un adeguato ricircolo di nitrati sarà fornita in parte dai fanghi di ricircolo e,

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 49 di 107 totali</i>	

per la restante aliquota, dal ricircolo miscela aerata.

Per il ricircolo miscela aerata nella canaletta di valle del manufatto di ossidazione viene ricavato un pozzetto di sollevamento per l'inserimento di n°3 pompe sommergibili ad elica, regolate da inverter ed asservite alla misura di potenziale redox in vasca di denitrificazione; in tal modo viene regolato il ricircolo stimandosi che comunque possa essere necessario far variare tale valore nel campo di portata tra 3÷4 Q_m. La configurazione del pozzetto di sollevamento della miscela di ricircolo consente di limitare la prevalenza di sollevamento e la misura della portata ad una misura del livello sulla soglia di sfioro.

8.3.4. Nuova ossidazione - nitrificazione

Il nuovo comparto di ossidazione/nitrificazione sarà realizzato nell'area attualmente occupata dal sollevamento iniziale, dai manufatti di pretrattamento, dal sedimentatore primario a servizio dell'attuale linea 1, nonché dall'edificio pesa ed uffici e magazzino. Tali manufatti saranno opportunamente demoliti, secondo le fasi indicate, per permettere lo scavo e la realizzazione del nuovo manufatto.

La nuova vasca, sebbene costituita da un unico corpo di fabbrica, sarà suddivisa longitudinalmente a formare tre linee completamente indipendenti di trattamento, ognuna delle quali sarà a sua volta suddivisa, in senso trasversale, in quattro comparti disposti in serie, separati con setti aperti sul fondo ed in superficie.

L'alimentazione alla vasca avverrà da un'unica canaletta di testa, sulla quale si realizzeranno gli ingressi alle 3 linee di trattamento, equipaggiati con paratoie per l'esclusione della singola linea di trattamento.

Tale configurazione dei comparti di nitrificazione biologica a miscelazione completa ridurrà gli effetti inibenti degli eventuali scarichi tossici, mentre la presenza della sezione di denitrificazione, realizzata con l'adeguamento delle vasche esistenti e con funzionamento del tipo a "plug-flow" (flusso a pistone), incrementerà l'efficienza dei processi di denitrificazione biologica.

In sintesi l'intero volume di trattamento biologico di ossidazione/nitrificazione sarà costituito da 3 linee indipendenti, ognuna delle quali costituita da 4 comparti a pianta quadrata (lato 9 m) ed altezza liquida di 7,5 m (per complessivi 12 comparti) per un volume di circa 2.400 m³ per ogni linea per un complessivo di 7200 m³ corrispondente a circa 10,5 AE/m³, sostanzialmente in linea con quanto prescritto dal Piano Direttore (5÷10 AE/m³).

In tal modo si garantisce che alla portata media di progetto vi sia un tempo di detenzione idraulico di del tutto in linea con i valori previsti in letteratura tecnica.

In ogni comparto sarà possibile parzializzare l'insufflazione di ossigeno, così da ottenere differenti condizioni di aerazione, consentendo una gestione elastica dell'impianto che meglio potrà adattarsi

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 50 di 107 totali</i>	

alle esigenze stagionali e alle variazioni di carico.

In sintesi le caratteristiche peculiari della vasca di nitrificazione/ossidazione di progetto sono:

- la profondità utile delle vasche è di 7,50 m e permette di ottenere, utilizzando piattelli diffusori a membrana, rendimenti di trasferimento dell'ossigeno superiori al 30% con corrispondenti risparmi energetici
- la presenza di tre linee funzionanti in parallelo con comparti in serie aventi la possibilità di erogazione differenziata dell'ossigeno per permettere, tra le altre cose, il controllo della crescita degli organismi filamentosi e quindi la migliore sedimentabilità dei fanghi
- la possibilità, di effettuare un'aerazione ridotta negli ultimi comparti, in modo da portare l'ossigeno disciolto verso lo zero prima del ricircolo della miscela aerata, a seconda delle necessità e delle richieste in denitrificazione nei vari periodi dell'anno, consentendo di inviare a denitrificazione un refluo con scarso apporto di ossigeno disciolto.

Si prevede di operare in condizioni di ossidazione a basso carico, con una concentrazione di fango attivo di $Ca = 4,5 \text{ kgSST/m}^3$,

mantenendosi, per quanto riguarda il fattore di carico organico ed il fattore di carico volumetrico, entro il range tipico di tali impianti ($0,7 \div 1,05 \text{ kgBOD}_5/\text{m}^3/\text{d}$ e $0,2 \div 0,3 \text{ kgBOD}_5/\text{kgSST}/\text{d}$).

8.3.5. Verifica del funzionamento del comparto biologico:

Ricordiamo che per l'adeguamento del comparto biologico, stante i criteri di dimensionamento descritti allo specifico paragrafo (cfr. paragr. 8.3.2) e la configurazione di progetto prevista, sono stati ricavati i seguenti volumi di trattamento, rispetto a quelli esistenti riassunti sempre in tabella.

<i>Descrizione voce</i>	<i>configurazione attuale</i>		<i>configurazione di progetto</i>	
	<i>denitrificazione</i>	<i>ossidazione/ nitrificazione</i>	<i>denitrificazione</i>	<i>ossidazione/ nitrificazione</i>
	<i>m³</i>	<i>m³</i>		
<i>Volume linea esistente (n°1)</i>	180	550	730	\
<i>Volume linea esistente(n°2)</i>	500	1.000	1.500	\
<i>Volume linea esistente(n°3)</i>	580	1.450	2.030	\
<i>Volume totale nuova linea</i>	\	\	\	7.290
<i>Volume totale trattamento biologico</i>	1.260	3.000	4.260	7.290

Tab. 26 – Fase di trattamento biologico – volumi complessivi



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 51 di 107 totali</i>	

Ne derivano i parametri di funzionamento del comparto biologico di seguito riportati.

DENITRIFICAZIONE BIOLOGICA						
	Descrizione voce			u. m.	Valore	
DATI DI PROGETTO						
Dati di ingresso	Portata	Qm	media	m ³ /h	425	
		Qmax	max	m ³ /h	1030	
	Nitrati	da denitrificare		kgN-NO3/d	262,8	
		in uscita		mg/l	7	
	Caratteristiche fango	Concentrazione in vasca		kgSST/m ³	4,5	
Temperatura min		°C	12			
CARATTERISTICHE SEZIONE						
DIMENSIONI CARATTERISTICHE	Bacini			n°	1	
	Dimensioni utili	unitarie		m x m x m	\	
	Volume	unitario		m ³	4260	
	Volume	totale		m ³	4260	
DATI FUNZIONAMENTO						
PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO	Denitrificazione					
	Tempo di permanenza	a Qm			h	10,0
		a Qmax			h	4,1
	Velocità Denitrificazione	Effettiva	a 20°C	g N-NO3/kgSST x d		72,0
			a Tmin	g N-NO3/kgSST x d		28,7
		Max richiesta a Tmin	g N-NO3/kgSST x d		13,7	
RICIRCOLO NITRATI						
	Portata	richiesta		m ³ /h	1564	
		fango di ricircolo		m ³ /h	425	
		miscela aerata		m ³ /h	1139	
POMPE RICIRCOLO FANGHI						
Pompe previste	titolari		n°	0		
	riserva		n°	0		
Portata	unitaria		m ³ /h	425		
	totale		m ³ /h	425		
POMPE RICIRCOLO MISCELA AERATA						
Pompe miscela aerata	titolari		n°	3		
	riserva		n°	0		
Portata	unitaria		m ³ /h	650		
	totale		m ³ /h	1950		
SISTEMA DI AGITAZIONE						
<i>Agitatori installati</i>				n°	13	
Tipo				-	mixer somm.	
Potenza installata	unitaria		kW	\		
	totale		kW	25,3		
<i>Verifica agitazione bacino</i>						
Densità di energia	su potenza installata		W/m ³	5,9		

Tab. 27 – Parametri di funzionamento del comparto di denitrificazione biologica

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 52 di 107 totali</i>	

OSSIDAZIONE - NITRIFICAZIONE BIOLOGICA				
	Descrizione voce	u. m.	Valore	
DATI DI PROGETTO				
Dati di ingresso	BOD	ingresso	kgBOD/d	2 509
		uscita	kgBOD/d	153
		da rimuovere	kgBOD/d	2 356,2
		efficienza richiesta	%	93,9
	Azoto	da nitrificare	kgN/d	334,2
	Portata		m³/d	10 200
		Qm	m³/h	425
	Qmax	m³/h	1 030	
CARATTERISTICHE SEZIONE				
DIMENSIONI CARATTERISTICHE	Bacini esistenti		n°	0
	Dimensioni singolo bacino	Lxlxh	mxmxm	0
	Volume tot bacini	nuovo	m³	0
	Bacini nuovi (conversione dentro)		n°	12
	Dimensioni singolo bacino	Lxlxh	mxmxm	9x9x7,5
	Volume tot bacini nuovi	nuovo	m³	7 290
	totale	m³	7 290	
DATI FUNZIONAMENTO				
PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO	Carico volumetrico		kgBOD/m³xd	0,323
	Concentrazione Fango Attivo		kgSST/m³	4,5
	Carico del fango		kgBOD/kgSSTxd	0,072
	Tempo di permanenza	Qm	h	17,2
		Qmax	h	7,1
FANGHI DI RICIRCOLO				
	Concentrazione fango		kgSST/m³	9,0
	Portata richiesta		m³/h	425
	Pompe previste	titolari	n°	0
		riserva	n°	0
	Portata	unitaria	m³/h	425
		totale	m³/h	425
FANGHI DI SUPERO				
PRODUZIONE TOTALE			kgSST/d	2 093
	Età del fango (complessiva)		d	19,6
	Concentrazione fango		kgSST/m³	9,0
	Portata		m³/d	232,6
	Pompe previste	titolari	n°	1
		riserva	n°	1
		unitaria	m³/h	30
		totale	m³/h	30
	tempo di funzionamento		h/d	7,8

Tab. 28 – Parametri di funzionamento del comparto di ossidazione – nitrificazione biologica

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 53 di 107 totali</i>	

8.3.6. Calcolo del fabbisogno di ossigeno

Il fabbisogno di ossigeno del processo biologico è valutato in riferimento all'abbattimento del BOD₅ ed alla nitrificazione dell'azoto ammoniacale, considerando che sia mantenuto un valore di concentrazione di ossigeno residuo in vasca di 2,0 mgO₂/l e verificando il dimensionamento per le condizioni operative peggiori, cioè quelle estive con T = 20 °C.

La richiesta di ossigeno del processo biologico (espressa in KgO₂/d) è data dalla seguente relazione:

$$O_2 = a' * F_a + b'(T) * C_a * V + c' * (N-NH_3)$$

dove:

F_a = BOD₅ abbattuto, espresso in kg/d

C_a = concentrazione di solidi sospesi totali in vasca espressa in kgSST/m³

V = volume vasca ossidazione – nitrificazione, espresso in m³

C_a * V = massa complessiva di microrganismi presenti, espressa in kgSST

(NH₄) = azoto da nitrificare, espresso in kg(NH₄)/d

a' = coefficiente di ossidazione per sintesi o coefficiente di respirazione attiva, pari a 0,5 kgO₂/kgBOD₅

b'(T) = coefficiente di respirazione endogena alla temperatura T di esercizio, valutata secondo la relazione

$$b'_T = b'_{20} \cdot 1,084^{T-20}$$

in cui b'(20) = coefficiente di respirazione endogena alla temperatura di 20 °C, pari a 0,1 (kgO₂/kgSST x d)

c' = coefficiente di ossigenazione per la nitrificazione = 4,6 kgO₂/kgNH₄

Non è stata considerata la quantità di ossigeno che viene rilasciata dalle molecole dei nitrati in denitrificazione, quantità che ridurrebbe la richiesta di ossigeno; il risultato che si ottiene è pertanto cautelativo.

8.3.7. Calcolo del fabbisogno d'aria

Stabilito quale è il fabbisogno totale di ossigeno e la corrispondente capacità di ossigenazione richiesta nelle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto, occorre valutare dapprima la capacità di ossigenazione, misurata in kg O₂/h, che il sistema di aerazione deve possedere nelle condizioni standard, cioè con acqua pulita, temperatura di 20 °C, concentrazione di ossigeno disciolto

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		Pag. 54 di 107 totali	

di 0 mg/l e pressione di 760 mm Hg.

In particolare, per valutare la richiesta di ossigeno in condizioni standard di funzionamento, utilizziamo l'espressione seguente:

$$OC^* = \frac{OC}{K} = \frac{O_2}{K} = \frac{O_2}{\left(\frac{C_{Sl}^* - C_e}{C_s}\right) * 1,024^{(t-20)}} * \frac{1}{\alpha} = \frac{O_2}{\left(\frac{0,95 * C_{Sl} - C_e}{9,2}\right) * 1,024^{(t-20)}} * \frac{1}{\alpha}$$

Tale espressione lega il fabbisogno di ossigeno in condizioni standard (OC^*) a quello in condizioni generiche di esercizio (OC), quest'ultimo corrisponde alla richiesta teorica di ossigeno già valutata (O_2).

Nella relazione abbiamo:

- α = fattore di trasferimento dell'ossigeno che tiene conto della minor capacità di trasferire ossigeno nella miscela aerata piuttosto che in acqua pulita, alle stesse condizioni di esercizio (concentrazione di ossigeno disciolto, temperatura, pressione di esercizio), che può essere assunto pari a 0,65
- C_{Sl}^* = concentrazione di saturazione dell' O_2 , nella miscela aerata a 760 mm Hg ed alla temperatura di esercizio, che viene assunta circa uguale a (0,95) volte la concentrazione di saturazione dell' O_2 in acqua pulita a 760 mmHg ed alla temperatura di esercizio T (per T = 20 °C, $C_{Sl} = 9,17$ mg/l)
- C_s = concentrazione di ossigeno disciolto a saturazione, in acqua pulita, alla temperatura di 20 °C e pressione di 760 mm Hg, ossia in condizioni standard
- C_e = concentrazione effettiva di esercizio di ossigeno disciolto nella miscela aerata, posta pari a 2,0 mg/l.

Valutata la portata di ossigeno da fornire in condizioni standard, calcolata con la formula precedente, occorre valutare la corrispondente portata d'aria da fornire nelle diverse condizioni di esercizio; essa viene calcolata con la seguente formula:

$$Q_{aria} = \frac{OC^*_{max}}{\eta_{diffusori} * C_{O_2}}$$

Tale formula lega la quantità di aria da fornire a quella di ossigeno richiesta in condizioni standard, tenendo conto del rendimento η del sistema di aerazione e della concentrazione massica di O_2 nell'aria.

In essa:

- η = rendimento di dissoluzione dell'ossigeno in acqua pulita alla profondità di progetto per i diffusori scelti.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 55 di 107 totali</i>	

- $C_{O_2} = 0,28 \text{ kgO}_2/\text{Nm}^3$ concentrazione massica di ossigeno in aria nelle condizioni standard, ossia contenuto di ossigeno per m^3 di aria insufflata (kgO_2/Nm^3), pari anche a 0,30 se valutiamo la concentrazione massica di ossigeno in aria nelle condizioni normali (kgO_2/Nm^3)
- OC^* = portata massica di ossigeno necessario (kgO_2/h) ricavata in condizioni normali di funzionamento dalla relazione precedente.

Prevedendo di utilizzare diffusori a membrana caratterizzati da un rendimento di trasferimento cautelativo (operando a vantaggio di sicurezza) del 36 % e tenuto conto del fabbisogno teorico massimo già ricavato in precedenza, si ottengono i valori seguenti, riferiti al volume complessivo della fase di trattamento biologico tradizionale, nelle condizioni più gravose di esercizio ($T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) e con coefficiente di punta pari a 1,3:



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 56 di 107 totali</i>	

FABBISOGNO DI OSSIGENO					
Coef. respirazione	attiva	kgO ₂ /kgBOD	0,5		
	endogena T=20	kgO ₂ /kgBOD	0,1		
	endogena T estate	kgO ₂ /kgBOD	0,100		
	endogena T inverno	kgO ₂ /kgBOD	0,052		
	coefficiente punta BOD		1,3		
	coefficiente punta N		1,3		
	Fabb. ossigeno AOR	respirazione attiva	kgO ₂ /d	1532	
		respirazione endogena estate	kgO ₂ /d	3281	
		respirazione endogena inverno	kgO ₂ /d	1721	
		nitrificazione	kgO ₂ /d	1985	
		TOTALE estate	kgO ₂ /d	6797	
		TOTALE inverno	kgO ₂ /d	5237	
	Trasferimento effettivo O₂	Coefficiente correzione acqua pulita/fango			
		diffusione (a)		0,65	
		saturatione (b)		0,95	
		Temp.ra fango attivo	min	°C	12
			max	°C	20
		Concentrazione saturazione O ₂	a T min	mg/l	10,83
			a T max	mg/l	9,17
		Concentrazione O ₂ residua in vasca		mg/l	2,50
Quota media impianto			km	0,043	
Pressione barometrica a quota 0 m.s.m.m.			mmHg	760	
Pressione barometrica a quota media impianto		mmHg	755,8		
SOR/AOR	a T min		2,21		
	a T max		2,29		
Fabb. max. ossigeno SOR	max estivo	kgO ₂ /d	15 559		
	min invernale	kgO ₂ /d	11 553		
	med	kgO ₂ /d	13 556		
AERAZIONE CON PIATTELLI DIFFUSORI A MEMBRANA					
Profondità nuovo bacino ossidazione		m	7,5		
Rendimento dissoluzione ossigeno al metro		%	4,80		
Rendimento totale piattelli diffusori		%	36,0		
Concentrazione massica ossigeno in aria		kgO ₂ /Nm ³	0,28		
Portata d'aria giornaliera	max estivo	Nm ³ /d	115623		
	min invernale	Nm ³ /d	95038		
Portata d'aria oraria	max estivo	Nm ³ /h	4818		
	min invernale	Nm ³ /h	3960		
Piattelli diffusori porosi					
	Numero	per bacino	n°		
			n°		
Portata aria unitaria	max	Nm ³ /h	2,79		
	min	Nm ³ /h	2,29		
Soffianti previste	titolari (con inverter)		n°		
	riserva		n°		
Portata di funzionamento					
Portata a 50 Hz	unitaria	Nm ³ /h	3500		
	totale	Nm ³ /h	7000		
Potenza inst. soffianti	unitaria	kw	132,0		
	totale	kw	264,0		

Tab. 29 – Richiesta totale aria per trattamento biologico

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 57 di 107 totali</i>	

8.3.8. Soffianti produzione aria

Il fabbisogno d'aria per l'ossidazione, la nitrificazione e stabilizzazione nella condizione più gravosa di funzionamento risulta essere quello a temperatura massima estiva; per garantire un sufficiente quantitativo d'aria si prevede l'installazione di n°3 soffianti a lobi (tutte attive o con una riserva a seconda dei carichi in arrivo, delle condizioni stagionali e delle modalità di funzionamento dell'impianto) poste all'interno del locale soffianti esistente, in sostituzione delle esistenti.

L'acquisto e l'installazione del gruppo soffianti a lobi per la vasca di ossidazione/nitrificazione saranno gestiti dalla S.A. in diretta amm.ne e sono, pertanto, esclusi dal presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

L'installazione delle nuove soffianti avverrà in maniera comunque da garantire la continuità al servizio, secondo quanto riportato nell'elaborato di progetto specifico.

8.3.9. Sistema di distribuzione aria

Il nuovo manufatto di ossidazione/nitrificazione sarà equipaggiato, con sistema d'aerazione ad aria compressa costituito da diffusori a disco a membrana microforata tipo ABS Nopon (mod. PIK 300) o equivalente, aventi le seguenti caratteristiche:

- diffusori fissati con attacco rapido a slitta (i diffusori non sono quindi incollati alle tubazioni o fissati con presa a staffa) e muniti di una vera e propria valvola di non ritorno che impedisce la penetrazione del liquame in caso di danneggiamento della membrana
- sistema ad anello chiuso tale da limitare le perdite di carico imposte sui diffusori, soprattutto a portate elevate, con conseguente risparmio energetico, diminuendo la necessaria prevalenza dei soffiatori; con l'anello chiuso il sistema risulta perfettamente equilibrato nell'erogazione dell'aria ed è inoltre possibile eliminare le condense con un unico sistema di spurgo per ogni gruppo di piattelli installato.

Ciascun gruppo di aerazione di fondo sarà completo dei collettori di fondo di mandata dell'aria, completi di raccordi flangiati per il collegamento alla calata di alimentazione, di tubi portadiffusori tagliati a spezzoni e forati nella parte alta per l'alimentazione dei diffusori, di supporti regolabili per il fissaggio del gruppo alla platea del bacino, costituiti da gambo filettato, piattello di appoggio, sella di appoggio in PVC, fascetta in PEHD e tassello ad espansione in AISI 316 per i collettori principali costituiti da collari e barre filettate in AISI 304, giunti speciali compensatori e stringi tubo in nylon per il collegamento degli spezzoni di tubo e per compensare le dilatazioni; sistema di raccolta condense, costituito da collettore di chiusura sul quale è fissato un pezzo speciale ed al quale si fissa

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 58 di 107 totali</i>	

la tubazione di scarico fino a bordo vasca, con relativa valvola di intercettazione a sfera

Il diffusore sarà del tipo a membrana microforata inintasabile, avente diametro di circa 335 mm e capacità di insufflare una portata d'aria massima di 10 m³/h.

Esso risulta composto da una membrana in speciale gomma EPDM antiacida appositamente studiata per resistere alle alte temperature ed alle elevate sollecitazioni meccaniche, avente un diametro di 304 mm ed una superficie utile di 0,06 m², un corpo di sostegno in polipropilene completo di codolo di alimentazione con guarnizione conica in gomma termoplastica, una valvola di non ritorno a sfera, incorporata nel corpo diffusore, con corpo in polipropilene, sfera in AISI 304 e O-ring in VITON, un anello di protezione della membrana in materiale plastico (POM - polycetal), una ghiera di serraggio a baionetta in polipropilene per il fissaggio della membrana e del disco, una controsella di fissaggio in polipropilene per il fissaggio diretto del corpo del diffusore al tubo, senza l'impiego di collanti e/o di viti di fissaggio.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del sistema di distribuzione aria previsto.

<i>Descrizione voce</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>
<i>numero di comparti per linea</i>	4	-
<i>numero delle linee di trattamento</i>	3	-
<i>numero totale di comparti</i>	12	-
<i>numero totali di gruppi diffusori</i>	12	-
<i>numero di diffusori per gruppo</i>	144	-
<i>numero di diffusori totali</i>	1728	-
<i>superficie totale netta delle membrane</i>	104	m ²
<i>portata media di alimentazione diffusori</i>	4	Nm ³ /h
<i>profondità di insufflazione</i>	7,5	m

Si osservi che, nonostante il rendimento di trasferimento di ossigeno medio e di punta in condizioni standard sia elevato viste le ottime prestazioni dei piattelli previsti nelle condizioni di progetto, cautelativamente però, nel calcolo della portata d'aria da insufflare e quindi nel dimensionamento dei compressori, si è ritenuto di utilizzare un rendimento di trasferimento inferiore, pari al 36 % per le profondità di insufflazione in oggetto.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 59 di 107 totali</i>	

8.3.10. Funzionamento del sistema di aerazione e dei compressori

La letteratura tecnica è concorde nell'affermare che la richiesta di ossigeno per la fase biologica decresce con il tempo di permanenza in vasca e pertanto nei primi comparti della filiera la richiesta di ossigeno risulta esser maggiore che negli ultimi. Dunque, in uno schema di distribuzione che non tenga conto di tale considerazione, si rischia di fornire negli ultimi comparti della filiera di trattamento ossidativo un eccesso di ossigeno a svantaggio delle economie sul funzionamento dei compressori e dei relativi costi energetici.

Pertanto nel presente progetto si è pensato di distribuire nei vari comparti di ogni linea un quantitativo d'aria decrescente in senso longitudinale al trattamento, che può essere stimato, per ogni singola linea, secondo le proporzioni di seguito indicate:

- primo comparto: 40 % della richiesta totale della linea
- secondo comparto: 30 % della richiesta totale della linea
- terzo comparto: 20 % della richiesta totale della linea
- terzo comparto: 10 % della richiesta totale della linea

dove i valori indicati si riferiscono alla richiesta d'aria per l'ossidazione /nitrificazione come valutata nei paragrafi precedenti nella condizione più gravosa di funzionamento.

Inoltre si nota che le vasche alimentate in parallelo, anche se perfettamente identiche e simmetriche, possono avere notevoli differenze di ossigeno tra una vasca e l'altra e pertanto risulta comunque necessario prevedere la possibilità di regolazione individuale delle stesse.

Pertanto l'impianto di distribuzione aria è composto da 1 linea DN 500 (circa) nella quale immettono l'aria 3 compressori da 3500 Nm³/h (4200 m³/h) cadauno, dei quali 2 di servizio ed 1 di riserva a seconda delle modalità di funzionamento dell'impianto, dei carichi e delle richieste stagionali di ossigeno; da tale collettore l'aria si riparte su 3 linee, ognuna delle quali alimenta 4 comparti, per il totale dei 12 comparti complessivi della vasca di ossidazione/nitrificazione; le tubazioni di alimentazione dei singoli comparti (in totale 12) sono dotate di valvole di regolazione comandate da misuratori di ossigeno in modo da ottenere il controllo e la regolazione individuale dell'ossigeno nei singoli comparti delle 3 linee, secondo i vari set point impostati.

Tale sistema di distribuzione aria, integrato dal sistema di regolazione previsto, realizza la regolazione della portata aria alle 12 zone indipendenti, costituite dai comparti delle vasche di ossidazione/nitrificazione, con regolazione del funzionamento a pressione costante dei 3 compressori.

Tale regolazione sarà ottenuta mediante implementazione del sistema di automazione e controllo, attraverso la misura del trasmettitore di pressione sul collettore di mandata delle soffianti.

Tale sistema dovrà consentire la regolazione automatica in cascata (in serie) della portata dei 3 compressori, di cui uno di riserva con inserimento automatico, in base alla pressione rilevata dal

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		Pag. 60 di 107 totali	

trasduttore di pressione installato sul collettore di mandata generale e dovrà gestire automaticamente la variazione di portata e l'avvio/arresto dei compressori, con compensazione automatica della portata in fase di avviamento ed arresto.

Ad ogni compressore potrà essere assegnata qualsiasi priorità di avviamento compresa tra 1 e 3 con aggiunta di 0 (zero), con significato di macchina non avviabile in automatico. La regolazione dei compressori dovrà avvenire in cascata senza vuoti o strappi e l'avvio o l'arresto di un compressore verrà compensato automaticamente; la regolazione avverrà sempre su un solo compressore alla volta e dovrà essere garantito il numero minimo possibile di compressori in funzione.

Il sistema dovrà consentire la regolazione delle elettrovalvole di alimentazione dei 12 comparti (zone) indipendenti delle vasche di ossidazione/nitrificazione, prevedendo 12 "loop" di regolazione per il posizionamento delle valvole motorizzate in funzione della misura dell'ossigeno disciolto nei 12 comparti delle vasche. Il sistema riceverà in ingresso N. 12 segnali 4÷20 mA (o Profibus) provenienti dai trasmettitori di ossigeno disciolto, i segnali della posizione delle valvole, i segnali dei finecorsa degli attuatori elettrici ed emetterà in uscita segnali ad impulsi per il comando dei servomotori delle valvole di regolazione. Il valore complessivo di Set Point dell'ossigeno dovrà poter essere variato a distanza con segnale 4÷20 mA. Ogni singola valvola potrà essere comandata manualmente oppure in automatico. La chiusura o apertura totale (0° - 90°) sarà possibile solamente in manuale, mentre in automatico verranno rispettate le posizioni di massimo e minimo riferite al funzionamento automatico (es. 30° - 60°).

Il trasmettitore di pressione per la misurazione della pressione, installato sul collettore principale di mandata per l'invio del segnale ai moduli suindicati, sarà del tipo ad alta precisione (campo di misura 0÷1 bar) con segnale 4÷20 mA, con tecnica a due fili, alimentazione dal quadro e attacco alla tubazione R ½".

Il funzionamento del sistema complessivo può essere descritto sinteticamente nelle due situazioni tipiche di riduzione delle richieste di aria nel comparto o aumento della stessa.

In caso di **riduzione della richiesta di ossigeno** il sistema comporterebbe la lenta e parziale chiusura della valvola con la conseguente diminuzione di portata a valle della stessa e contemporaneamente un immediato aumento di pressione a monte. Questo aumento di pressione (anche se minimo) viene rilevato dal trasmettitore di pressione che, tramite il modulo di regolazione dei compressori, diminuisce la portata erogata dal compressore che in quel momento è posto sotto regolazione, ristabilendo così il Set Point di pressione impostato.

Nel caso di **aumento della richiesta di ossigeno** la lenta e parziale apertura della valvola provoca un aumento di portata a valle della stessa e contemporaneamente una immediata diminuzione di pressione a monte. Questa diminuzione di pressione (anche se minima) viene rilevata dal trasmettitore di pressione che, tramite il modulo di regolazione dei compressori, aumenta la portata

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 61 di 107 totali</i>	

erogata dal compressore che in quel momento è posto sotto regolazione, ristabilendo così il Set Point di pressione impostato.

8.3.11. Nuovo manufatto partitore ai sedimentatori finali e ricircolo miscela aerata

Il manufatto di partizione ai sedimentatori finali verrà realizzato a valle della canaletta di raccolta della miscela aerata dalla vasca di ossidazione, nella parte centrale della canaletta stessa in uscita dalla vasca.

Sulla parete esterna della canaletta di raccolta, infatti, saranno realizzate quattro soglie attrezzate con paratoia sfiorante che permetteranno di isolare e regolare la portata inviata a ciascun sedimentatore; misure di livello sulle soglie permetteranno la misura istantanea della portata inviata a ciascuna linea di sedimentazione finale.

Nello stesso manufatto verrà integrato il pozzetto di sollevamento della miscela aerata per il ricircolo a monte della denitrificazione; infatti all'interno della canaletta di raccolta della miscela aerata verranno installate 3 elettropompe di ricircolo ad elica regolate da inverter ed asservite alla misura di potenziale redox in vasca di denitrificazione; in tal modo viene regolato il ricircolo stimandosi che comunque possa essere necessario far variare tale valore nel campo di portata tra 3÷4 Q_m . Tali elettropompe permetteranno il sollevamento in un manufatto adiacente al torrino di carico della denitrificazione e da qui, mediante lo sfioro attraverso una soglia, l'invio in quest'ultimo che effettua il carico della denitrificazione e la miscelazione con il refluo in arrivo dalla sedimentazione primaria; la misura dell'altezza di sfioro sulla soglia permetterà la misura della portata di ricircolo della miscela aerata.

Un altro comparto adiacente del pozzetto consentirà la raccolta dei fanghi sollevati dai sedimentatori finali ed il loro sfioro nel torrino di carico per la denitrificazione, per realizzare il necessario ricircolo fanghi; l'eccesso verrà sollevato a monte della sedimentazione primaria per essere estratto come fango misto di supero.

8.4. Abbattimento del fosforo

In un impianto tradizionale, senza specifiche fasi di trattamento, il fabbisogno di P per sola sintesi batterica è pari all'1% del BOD₅ abbattuto e cioè, nel nostro caso, pari a circa 50 kgP/d.

A fronte di un carico totale di fosforo entrante all'impianto pari a circa 119 kg/d, risulta necessario un trattamento aggiuntivo al fine di abbattere ulteriormente la concentrazione di fosforo totale a valori inferiori a 2 mg/l. Nel caso di progetto si prevedrà una sezione integrativa di trattamento chimico del fosforo con dosaggio di cloruro ferrico e di solfato o fosfato ferroso, così da abbatte la concentrazione sino al valore di 1,5 mgP/l.

Infine, il fatto di dotare l'impianto di depurazione di una sezione di filtrazione finale a dischi dei

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 62 di 107 totali</i>	

reflui trattati, garantirà a maggior ragione, con la riduzione dei SST a concentrazioni attorno agli 8 mg/l, il rispetto del limite fissato allo scarico per il fosforo (< 2 mg/l).

8.5. *Adeguamento sedimentazione finale*

La sezione di sedimentazione finale è attualmente costituita da due bacini circolari di diametro utile pari a 15 metri e da due bacini di diametro esterno pari a 28 metri, per una superficie utile di circa 1.600 m².

Il progetto prevede di mantenere in funzione gli attuali manufatti a servizio delle linee 2 e 3 (aventi diametro 28 m circa) opportunamente riqualificati negli equipaggiamenti elettromeccanici ed ampliati con i pozzetti di recupero e rilancio materiali galleggianti raccolti dallo scum box (attualmente non presente).

A tali manufatti di sedimentazione si prevede di affiancare gli attuali manufatti esistenti per la sedimentazione primaria delle linee 2 e 3, aventi diametro di circa 20 m, che funzioneranno da sedimentazione finale con livello idrico inferiore di circa 1 m rispetto all'attuale, opportunamente riqualificati negli equipaggiamenti elettromeccanici e dotati anch'essi di scum-box e relativo pozzetto di rilancio dei materiali raccolti.

Ne deriva una superficie totale di sedimentazione di circa 1700 m², a fronte degli attuali 1600 m², valutata tenendo conto della riduzione di diametro conseguente all'inserimento, all'interno del manufatto civile, della canaletta di raccolta del chiarificato.

La ripartizione della portata sui sedimentatori avverrà in proporzione alla superficie degli stessi e pertanto:

- 1/3 della Q ingresso – ad ognuno dei 2 sedimentatori di diametro maggiore (28 m)
- 1/6 della Q ingresso – ad ognuno dei 2 sedimentatori di diametro minore (20 m).

Di seguito si descrivono in maggior dettaglio le caratteristiche di funzionamento dei sedimentatori finali, nella configurazione di progetto:

<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>
<i>Portata media nera</i>	Qm	605	m ³ /h
<i>Portata massima al biologico</i>	Q max	1030	m ³ /h
<i>Portata media di ricircolo (fanghi)</i>	Qr	605	m ³ /h
<i>Concentrazione biomassa in miscela aerata</i>	X	4,5	KgMLSS/m ³

Tab. 30 – Valori in ingresso portate totali alla sedimentazione finale



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 63 di 107 totali	

VERIFICA SEDIMENTAZIONE FINALE - diam. 20 m					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		
Dati di ingresso					
Portata media nera	Q m,n	71	m ³ /h		
Portata massima al biologico	Q max	172	m ³ /h		
Portata media di ricircolo fanghi	Qfr	71	m ³ /h		
Concentrazione biomassa in miscela aerata	X	4,5	KgMLSS/m ³		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		
Diametro bacino circolare	D	20	m		
Diametro utile sedimentazione	Du	18,9	m		
Superficie	S	281	m ²		
Altezza media	h	2	m		
Volume	V	628	m ³		
Diametro sfioro	Dsf	18,9	m		
Lunghezza stramazzo sfioro	Lsf	59	m		
DATI DI FUNZIONAMENTO					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		<i>Intervallo</i>
Carico idraulico	Ci	0,25	m ³ /m ² x h	a Qm	0,8 ÷ 1,2
	Ci	0,61	m ³ /m ² x h	a Qpp	1,7 ÷ 2,6
Carico solido	Css	2,3	KgMLSS/m ² x h	a Qm	max 5÷8
	Css	3,9	KgMLSS/m ² x h	a Qpp	
Portata specifica allo sfioro		1,2	m ³ /m x h	a Qm	<10
		2,9	m ³ /m x h	a Qpp	
Tempo di permanenza	td	9	h	a Qm	
	td	4	h	a Qpp	

Tab. 31 – Parametri funzionamento sedimentazione finale – ex linea 2 ed ex linea 3 primaria esistente (diam. 20 m)



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 64 di 107 totali	

VERIFICA SEDIMENTAZIONE FINALE - diam. 28 m					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		<i>Intervallo</i>
Dati di ingresso					
Portata media nera	Q m,n	142	m ³ /h		
Portata massima al biologico	Q max	343	m ³ /h		
Portata media di ricircolo fanghi	Qfr	142	m ³ /h		
Concentrazione biomassa in miscela aerata	X	4,5	KgMLSS/m ³		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		<i>Intervallo</i>
Diametro bacino circolare	D	28,0	m		
Diametro utile sedimentazione	Du	26,9	m		
Superficie	S	568	m ²		
Altezza media	h	2	m		
Volume	V	1232	m ³		
Diametro sfioro	Dsf	26,9	m		
Lunghezza stramazzo sfioro	Lsf	85	m		
DATI DI FUNZIONAMENTO					
<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u. m.</i>		<i>Intervallo</i>
Carico idraulico	Ci	0,25	m ³ /m ² x h	a Qm	0,8 ÷ 1,2
	Ci	0,60	m ³ /m ² x h	a Qmax	1,7 ÷ 2,6
Carico solido	Css	2,2	KgMLSS/m ² x h	a Qm	max 5÷8
	Css	3,8	KgMLSS/m ² x h	a Qmax	
Portata specifica allo sfioro		1,7	m ³ /m x h	a Qm	<10
		4,1	m ³ /m x h	a Qmax	
Tempo di permanenza	td	9	h	a Qm	
	td	4	h	a Qmax	

Tab. 32 – Parametri funzionamento sedimentazione finale – linea 2 e 3 esistente (diam. 28 m)

8.6. Affinamento finale

La filtrazione dei reflui depurati, oltre ad essere necessaria per garantire il rispetto dei limiti previsti dal Decreto Legislativo 152/99 per i Solidi Sospesi in uscita dagli impianti (pari a 35 mg/l), può intendersi a presidio dello scarico nelle condizioni di malfunzionamento della sezione di sedimentazione finale. Infatti la sezione di filtrazione diventa un'ulteriore barriera alla fuoriuscita di SST nell'effluente nelle condizioni più gravose dell'impianto, allorquando eventi di pioggia e relativi sovraccarichi idraulici o patologie dei fanghi dovessero rilasciare del fango sedimentato nell'effluente.

La stessa sezione diventa ulteriormente indispensabile per il successivo trattamento di disinfezione, previsto in diretta amministrazione mediante l'inserimento di un trattamento UV; perché il processo

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 65 di 107 totali</i>	

di disinfezione UV sia efficiente è infatti necessario che l'acqua sia povera di solidi sospesi (in concentrazione inferiore a 10 mgSST/l).

La filtrazione e la debatterizzazione sono pertanto da considerarsi tra loro complementari e insieme costituiscono il modulo di affinamento finale dell'impianto.

8.6.1. Nuova sezione filtrazione su tela

La sezione di filtrazione finale sarà realizzata mediante l'installazione di n°1 filtro a dischi, funzionante a gravità, che consente di realizzare un presidio allo scarico, sino alla portata massima trattata, per il superamento dei limiti per i SST; inoltre, in condizioni normali di funzionamento dei sedimentatori finali, consente di ridurre la concentrazione di solidi sospesi nell'acqua da disinfettare al di sotto di 10 mg/l (valore ottimale per la successiva disinfezione mediante UV).

L'installazione dei filtri avverrà nel manufatto civile ricavato dall'adeguamento del sedimentatore esistente finale (ex linea 1/A); in esso verrà ricavato un solaio di posa ed i setti per l'installazione delle apparecchiature di filtrazione, nonché saranno realizzati i canali di ingresso, uscita e by-pass delle stesse.

Attualmente si prevede che sia necessario installare solo n°1 apparecchiatura, prevedendo comunque che le opere civili siano già realizzate per l'installazione di n°3 apparecchiature in parallelo, in grado di garantire maggiore sicurezza allo scarico o garantire il rispetto di limiti più restrittivi qualora esigenze normative o gestionali richiedessero la loro installazione.

Il filtro si compone dell'unità filtrante, del sistema di controlavaggio e dell'unità di controllo.

L'*unità filtrante* è costituita da dischi del diametro di 2,2 m, immersi in acqua per ca. il 60% dell'altezza.

Ciascun disco, avente funzione di camera filtrante, è composto da una serie di pannelli, costituiti da una tela filtrante in poliestere plissettato. I pannelli, montati su ambo i lati della camera, sono trattenuti da un telaio e sono ancorati al disco di supporto in ABS, tramite un unico morsetto che ne rende facile la manutenzione.

L'acqua da trattare fluisce per gravità dentro al tamburo centrale, che la distribuisce all'interno delle camere filtranti, passando quindi nella vasca di raccolta, dopo aver attraversato i pannelli filtranti. I solidi separati sono trattenuti all'interno dei dischi filtranti.

L'uscita dell'acqua filtrata dalla vasca di raccolta avviene per sfioro; risulta così assicurata la desiderata immersione dei filtri, a meno delle trascurabili variazioni di livello legate all'escursione del battente sullo stramazzo.

Durante il normale funzionamento i dischi rimangono fermi fino a che, a causa dell'intasamento delle superfici filtranti per l'accumulo di solidi, il livello dell'acqua nel tamburo centrale non raggiunge un

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 66 di 107 totali</i>	

valore prefissato (50-200 mm); a questo punto il ciclo di controlavaggio è avviato automaticamente ed i solidi sono controlavati all'interno della tramoggia di raccolta, mentre il disco è posto in rotazione.

Il *sistema di controlavaggio* è costituito da una pompa ad alta pressione che utilizza la stessa acqua filtrata, prelevata all'interno della vasca di contenimento e da una rete di ugelli pulitori oscillanti. Il flusso controcorrente e gli ugelli in movimento assicurano una continua pulizia del mezzo filtrante con un consumo minimo d'acqua.

L'*unità di controllo* è costituita da un quadro elettrico che comprende la protezione per il motore del filtro ed il motore della pompa di lavaggio, l'inverter per il comando della rotazione dei dischi, il rilevatore di livello, il timer, il convertitore di frequenza per il soft start della pompa di controlavaggio, l'asta di livello per la misurazione dell'influente e per l'avvio del controlavaggio.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecnico dimensionali della singola apparecchiatura installata:

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>materiale struttura</i>	acciaio inox Aisi 304	-
<i>materiale copertura</i>	plastico	-
<i>materiale dischi di supporto pannelli</i>	ABS	-
<i>materiale struttura pannelli filtranti</i>	acciaio inox Aisi 304	-
<i>materiale struttura pannelli filtranti</i>	tele in poliestere	-
<i>spaziatura tele filtranti</i>	18 microns	-
<i>diametro dischi</i>	2,2	m
<i>numero dischi installati</i>	20	-
<i>area filtrante totale</i>	156	m ²
<i>potenza motore: (380 V - 50 Hz)</i>	1,1	kW
<i>portata pompa lavaggio</i>	11	l/sec. a 7,5 bar
<i>potenza pompa lavaggio (380 V - 50 Hz)</i>	11	kW

Tab. 33 – Filtrazione a dischi: principali caratteristiche tecniche

La miscela acqua/fango, prodotta dal controlavaggio, verrà raccolta nell'attuale pozzetto di scarico fanghi posto tra i due sedimentatori esistenti e rinviata a monte impianto attraverso la rete di raccolta dei controlavaggi.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 67 di 107 totali</i>	

Di seguito si riporta la tabella di verifica del dimensionamento del filtro.

Sezione	Superficie filtrante	Portata media		Carico medio	Portata max		Carico max
	S	Q _{m,n}		v	Q _{max}		v
	m ²	m ³ /d	m ³ /h	m/h	m ³ /d	m ³ /h	m/h
Filtrazione a tela	156	10200	425	2,7	24720	1030	6,6

Il filtro è dimensionato per trattare i reflui con carico idraulico massimo cautelativamente non superiore a 7 m/h.

8.6.2. Disinfezione UV

Secondo quanto prescritto dal D.Lgs.152/06, è prevista, prima dello scarico, la fase di disinfezione, finalizzata all'ottenimento di valori di Escherichia Coli inferiori a 5.000UFC/100ml.

Le opere di progetto prevedono, per le acque in uscita dalla filtrazione (2Q_m), un trattamento di disinfezione realizzato con *lampade UV*, installate in canale, pur pensando che in futuro possa essere realizzata l'aggiunta di una disinfezione con potere residuo quale, ad esempio, quella ottenuta mediante dosaggio di *acido peracetico* come agente disinfettante.

Infatti, i collegamenti idraulici esistenti e la conformazione della vasca di contatto limitrofa al sedimentatore finale della linea 3, consentiranno di effettuare, qualora fosse necessario, una doppia disinfezione in serie *UV+peracetico*.

L'impianto di disinfezione UV posto a valle della filtrazione sarà articolato su n°2 canali aperti funzionanti in parallelo, ricavati mediante la ri-configurazione interna della vasca di contatto del sedimentatore finale (ex linea 2). Il progetto prevede n°2 banchi di lampade UV (uno per canale) disposti orizzontalmente lungo l'asse del canale, costituiti ciascuno da n°3 moduli da 4 lampade, per un totale di 24 lampade aventi ciascuna potenza nominale di consumo di 330W e resa UV-C (254 nm) di 150W.

L'impianto sarà dotato di sistema automatico di misura della portata e mantenimento del livello nei canali UV, costituito da una paratoia mobile motorizzata comandata da una sonda di livello ad ultrasuoni, in grado di mantenere costante il livello nei canali al variare della portata.

Le lampade saranno del tipo a bassa pressione di mercurio con involucro al quarzo e sistema di pulizia automatico costituito da n. 2 pulitori a raschiamento per ciascuna lampada, azionati da un sistema pneumatico, per l'eliminazione dei depositi di materiale organico ed inorganico sulle lampade e sui sensori UV.

L'impianto sarà dotato di sistema di monitoraggio dell'intensità UV e di quadro elettrico di comando

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 68 di 107 totali</i>	

e controllo, gestito da PLC, che consente inoltre l'acquisizione dei principali dati di funzionamento. La misura della portata in uscita da ciascun canale di disinfezione verrà acquisita tramite misura del battente sulla paratoia ad abbassamento motorizzata (sonda a ultrasuoni solidale con lo scudo della paratoia) posta in uscita del canale ed asservita alla misura di livello precedentemente descritta per il mantenimento dell'altezza liquida necessaria nel canale di disinfezione.

L'impianto di disinfezione UV sarà provvisto inoltre di sistema di rendimento ed autoregolazione della dose UV-C nel range 50-100%, in funzione della portata in transito nel canale e dell'intensità UV misurata.

I banchi con le lampade UV saranno installati su canali all'aperto, mentre i quadri elettrici di potenza e di comando e controllo saranno alloggiati all'interno del cunicolo servizi.

Le ipotesi di progetto prevedono per l'acqua in ingresso una concentrazione batterica di 100.000 UFC/100 ml di Escherichia Coli ed una trasmittanza UV-C > 65% (ca. 10 mg/ di SST), a fronte delle quali si prevede di ottenere concentrazioni batteriche < 5.000 UFC/100 ml, grazie ad una dose a fine vita > 23 mJ/cmq.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dimensionali della sezione di disinfezione UV:

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>Larghezza canale</i>	0,8	<i>m</i>
<i>Livello idrico massimo</i>	0,25	<i>m</i>
<i>Numero canali</i>	2	-
<i>Numero banchi per canale</i>	1	-
<i>Numero moduli per banco</i>	3	-
<i>Numero lampade per modulo</i>	4	-
<i>Numero lampade totali per canale</i>	12	-
<i>Numero lampade totali</i>	24	-

Tab. 34 – Disinfezione mediante UV - Principali caratteristiche tecniche

La filtrazione su tela e la disinfezione UV sono da considerarsi tra loro complementari e insieme costituiscono il modulo di affinamento finale dell'impianto nella configurazione finale di progetto.

Di seguito si riportano brevemente alcune note generali sul trattamento battericida e virulicida UV.

La radiazione UV nel campo di lunghezza d'onda tra 240÷260 nm agisce direttamente sull'RNA e

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 69 di 107 totali</i>	

sul DNA del nucleo della cellule microbiche, disattivandole. La lunghezza d'onda ottimale è pari a 254 nm e l'irraggiamento ottimale viene prodotto con lampade al mercurio a bassa pressione ed alta intensità.

L'efficacia del trattamento con gli UV si basa sulla dose di UV alla quale i microrganismi sono esposti; la dose di UV (o dosaggio) è definita dalla relazione:

$$D = I \cdot t$$

in cui:

- **D** è la dose di UV espressa in mJ/cm² o in mW x s/cm²
- **I** è l'irradianza UV (intensità) che raggiunge la cellula batterica espressa in mW/cm² o mW/cm² x s
- **t** è il tempo di esposizione espresso in secondi (s).

La frazione di batteri che sopravvive al tempo t di esposizione può esprimersi con l'equazione:

$$N = N_0 e^{-k(I \cdot t)}$$

dove:

- N_0 è N al tempo t = 0
- **K** è il coefficiente di rimozione batterica: dipende dalla specie batterica e dalla frequenza di radiazione impiegata, nonché da altre variabili (turbolenza, ecc...)
- $D = I \times t$ è il dosaggio come definito sopra.

L'efficienza di disinfezione varia da 3 a 5 log per i batteri con dosi di 30 ÷ 45 mW s/ cm²; per i Coliformi Totali il valore di 2 UFC/100 ml si può raggiungere con dosi di UV di 100 ÷ 160 mW s/ cm².

L'estinzione dei raggi UV nella fase liquida dipende specificatamente dal grado di trasparenza della medesima. In altri termini essa cresce con la torbidità, ossia con la concentrazione dei solidi sospesi SS presenti nella fase stessa. Alcune esperienze hanno mostrato che, a parità di t, N è funzione di SS secondo l'espressione:

$$N = a \cdot (SS)^b$$

dove a e b sono costanti riferibili ai singoli casi possibili; il valore di b è circa pari a 2: ciò significa che la riduzione della rimozione batterica, al tempo t, essendo pari a

$$N_t - (N_t)^b = 0 = a \cdot [(SS)^b - 1]$$

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 70 di 107 totali</i>	

risulta pressoché proporzionale al quadrato della concentrazione dei solidi sospesi. Ciò mostra l'importanza delle caratteristiche di trasparenza dell'acqua da trattare, così come già indicato in precedenza.

8.7. *Potenziamento linea trattamento fanghi*

8.7.1. Generalità

Nel presente progetto si prevedono alcuni interventi di adeguamento della linea fanghi, resi necessari sia dalla necessità di demolizione dell'attuale sezione di ispessimento fanghi e sia dalla vetustà di alcune opere, primi tra tutti il gasometro e la torcia esistenti.

Nello schema di progetto i fanghi di supero e di ricircolo, estratti dai sedimentatori finali, saranno sollevati al comparto fanghi ricavato nell'estremità del manufatto di alimentazione della denitrificazione; qui una parte dei fanghi, sfiorando, si miscelerà col refluo pretrattato in ingresso e con la miscela di ricircolo, andando ad alimentare la successiva fase di denitrificazione e realizzando l'opportuno ricircolo dei fanghi alla stessa fase.

La misura di livello sulla soglia di sfioro permetterà di valutare la portata di fango ricircolato; l'eccesso (fango di supero dai finali) sarà risollevato a monte della sedimentazione primaria: da qui il fango di supero sarà estratto quale fango misto (primario e secondario) concorrendo a migliorare la sedimentabilità del primo.

Il manufatto di sollevamento dei fanghi misti di supero, realizzato in prossimità della canaletta di partizione al biologico, permetterà l'invio tramite sollevamento all'accumulo fanghi e pre-ispessimento, realizzato con l'adeguamento del sedimentatore finale (ex linea 1/B). Da qui il fango pre-ispessito sarà prelevato dalle pompe monovite e inviato al sistema di riscaldamento esistente.

Lo stesso manufatto di sollevamento dei fanghi misti di supero, connesso idraulicamente al manufatto di raccolta della miscela MBR, consentirà l'estrazione del supero da questa ultima sezione e l'invio all'unica filiera fanghi.

Resta inteso che opportuni collegamenti idraulici permetteranno di realizzare i by-pass delle sezioni di pre-ispessimento dei fanghi, qualora esigenze gestionali lo richiedessero.

8.7.2. Stima della produzione di fanghi

Per la stima della produzione dei fanghi occorre tener conto della quantità prodotta in fase biologica di ossidazione/nitrificazione e di denitrificazione e di quella prodotta in fase di sedimentazione primaria. In particolare ciò che si produce in fase biologica ed è estratto dai sedimentatori finali risulta essere la somma della quantità di fango di supero e di ricircolo.

Per dimensionare i sollevamenti da ognuno dei sedimentatori finali occorre suddividere tale

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 71 di 107 totali</i>	

produzione totale di fango nelle aliquote estratte da ognuno di essi. Tale ripartizione può essere effettuata mediante la proporzionalità con la portata idraulica inviata su ogni manufatto.

Dei fanghi da sedimentazione finale ciò che non viene ricircolato alla fase biologica viene inviato a monte del primario come fango di supero ed estratto dallo stesso come fango misto.

Il fango che si avrebbe per sola sedimentazione primaria, invece, è valutato in relazione all'abbattimento stimato del 90% dei solidi sedimentabili in entrata all'impianto, i quali corrispondono a circa i 2/3 dei solidi sospesi totali.

Per la produzione dei fanghi di supero dal trattamento biologico sono stati assunti valori di produzione specifica desunti dalla letteratura tecnica, sia per la fase di denitrificazione che per la fase di ossidazione/nitrificazione.

Per questa ultima il valore è strettamente legato al fattore di carico organico di progetto dell'impianto e, quindi, al quantitativo di BOD₅ abbattuto.

Per la valutazione della portata idraulica di fango si è ritenuto che in sedimentazione finale sia raggiunta una percentuale di secco pari a circa il doppio di quanto presente nei fanghi in ingresso nella stessa fase e, in sedimentazione primaria nei fanghi misti si è assunta una percentuale nel range 2÷2,5 % di sostanza secca.

Tali valori risultano essere cautelativi perché, soprattutto per quel che riguarda la percentuale di secco nei fanghi misti, la letteratura indica percentuali anche superiori al 3%.

Ne derivano le quantità massiche riassunte nella tabella seguente:

<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>
da sedimentazione primaria			
<i>Massa totale SST in ingresso</i>		4204	KgSST/d
<i>SSV rimossi in sedimentazione primaria</i>		60	%
<i>Massa totale fango di supero dal primario</i>	Mf,p	2522	KgSST/d
<i>Concentrazione media</i>	Cf,p	3,0	%
<i>Portata fango di supero dal primario</i>	Qf,p	84	m ³ /d
da trattamento biologico e MBR			
<i>Totale Massa fango di supero dal biologico tradizionale</i>	Mf,bt	2096	KgSST/d
<i>Concentrazione media</i>	Cf,bt	0,9	%
<i>Portata fango di supero dal biologico tradizionale</i>	Qf,bt	233	m ³ /d
<i>Totale Massa fango di supero dal biologico</i>	Mf,bMBR	1260	KgSST/d

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 72 di 107 totali</i>	

<i>MBR</i>			
<i>Concentrazione media</i>	Cf,bMBR	1,4	%
<i>Portata fango di supero dal biologico MBR</i>	Qf,bMBR	90	m ³ /d
Fanghi misti di supero			
<i>Massa totale fango misto di supero</i>	Mf,m	5878	KgSST/d
<i>Concentrazione media fanghi misti</i>	Cf,m	1,9	%
<i>Portata fanghi di supero misti</i>	Qf,m	309	m ³ /d

Tab. 35 – Produzione fanghi nel processo depurativo

8.7.3. Adeguamento sedimentatore finale (ex linea 1B) per accumulo e ispessimento statico fanghi

Il progetto prevede di adeguare il manufatto esistente di sedimentazione finale (ex linea 1B) ad accumulo ed ispessimento statico dei fanghi, per realizzare un pre-ispessimento in sostituzione del manufatto demolito per la necessità di realizzazione della sezione di ossidazione.

Dal manufatto esistente di sedimentazione finale verranno rimosse le attuali apparecchiature elettromeccaniche (carroponte a trazione periferica ed opere elettromeccaniche accessorie quali canalette di sfioro, parapetti, cilindro di alimentazione, ecc ...) ed al loro posto verranno installate tutte le apparecchiature necessarie all'ispessimento, quali il carroponte a trazione centrale completo dei relativi accessori ed una nuova struttura di sostegno dello stesso, realizzata in carpenteria di acciaio zincato che fungerà anche da passerella centrale di ispezione.

Alla stessa struttura di supporto del carroponte ed alla passerella centrale verrà ancorata una struttura di copertura circolare realizzata con moduli in PRFV piani, con nervature esterne, autoportanti, di tipo monolitico ed ottenuti per successive stratificazioni di vetro e resina, per limitare la fuoriuscita di cattivi odori dalla sezione.

Nella vasca così ricavata si potrà determinare un pre-ispessimento del fango che permetterà di gestire al meglio il funzionamento della sezione successiva di digestione anaerobica dei fanghi.

Di seguito si riportano i principali dati dimensionali del manufatto ed i valori desunti di funzionamento del pre-ispessimento:

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 73 di 107 totali</i>	

<i>Descrizione voce</i>	<i>Simbolo</i>	<i>valore</i>	<i>u.m.</i>	<i>Intervallo di riferimento</i>
<i>Diametro interno</i>	Di	14	m	
<i>Altezza utile</i>	h	2	m	
<i>Superficie utile</i>	S	150	m ²	
<i>Volume utile</i>	V	300	m ³	
<i>Carico superficiale</i>	Cs	39	KgSST/m ² d	< (60÷ 90)
<i>Tempo di detenzione</i>	td	1,0	giorni	1÷2

Tab. 36 – Caratteristiche dimensionali e di funzionamento del nuovo ispessitore statico

8.7.4. Nuova sezione ispessimento dinamico dei fanghi

A valle del pre-ispessimento statico si prevede la realizzazione di una sezione di ispessimento dei fanghi mediante l'installazione di un impianto di ispessimento continuo dei fanghi, posto all'interno del locale esistente adiacente ai digestori fanghi.

L'impianto previsto è costituito da un sistema di iniezione e miscelazione continua del fango con il polielettrolita, da un reattore di flocculazione, da una pressa a coclea rotante a giri variabili con cestello drenante, dispositivo di controlavaggio gabbia filtrante e tramoggia di carico del fango ispessito.

L'apparecchiatura si compone di:

- un sistema filtrante costituito da coclea interna inclinata di 30° sull'orizzontale, inserita in una gabbia filtrante realizzata da un insieme di barre trapezoidali (tipo wedge wire autopulente) disposte in modo da avere una spaziatura di filtrazione di 250 micron, realizzato in maniera tale che la coclea, ruotando a giri variabili all'interno della gabbia, rimuove il fango flocculato, lo trascina verso l'alto ed esercita su esso un aumento graduale di pressione sino a addensarlo ed a favorire il drenaggio dell'acqua attraverso la gabbia, sollevandolo sino alla zona di pressatura e di scarico del fango ispessito
- un sistema per l'iniezione e la miscelazione statica continua del fango e della soluzione di polielettrolita, da installare nella tubazione di alimentazione alla macchina, costituito da una flangia DN 100 speciale forata in quattro punti, completa di anello di distribuzione in PVC con valvole di ritegno ½" per l'iniezione e la distribuzione ottimale del flocculante nel fango tramite valvola di regolazione DN 100 dotata di leva con contrappeso
- un reattore di flocculazione per l'omogeneizzazione del fango con il polielettrolita e la formazione ottimale dei fiocchi mediante l'azione di un agitatore lento, costituito da un serbatoio verticale coperto, con flangia di ingresso DN 100, raccordo di deflusso alla pressa

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 74 di 107 totali</i>	

con giunto antivibrazione in gomma (resistente agli agenti aggressivi presenti nei fanghi) DN 200, fondo inclinato e valvola di scarico DN 80 nel punto più basso, agitatore verticale a pale con velocità variabile, completo di inverter per la regolazione dei giri e di sonda per il controllo del livello interno del fango

- un dispositivo di controlavaggio della gabbia, installato all'interno della cofanatura della macchina e composto da due rampe di lavaggio dotate d'ugelli spruzzatori, che mantiene pulita la gabbia filtrante e favorisce il drenaggio dell'acqua di sgrondo attraverso la stessa, funzionando per mezzo di due elettrovalvole installate sulla tubazione di mandata dell'acqua in pressione e mediante un gruppo motoriduttore che ne comanda la rotazione e l'inversione delle stesse per mezzo di prossimità di fine corsa
- un sistema a spazzole in nylon posto in sommità alla coclea che rimuove il fango dalla gabbia e riduce la necessità di controlavaggio della gabbia
- una cofanatura esterna, con funzione di raccolta delle acque di sgrondo, che permette mediante portelle l'ispezione e la manutenzione delle rampe di lavaggio
- una tramoggia di carico ed accumulo del fango ispessito, in uscita dalla gabbia filtrante, realizzata in acciaio inox, completa di bocca di carico, portello d'ispezione, flangia di collegamento e sonde di livello per l'automazione della pompa di sollevamento dei fanghi ispessiti.

Il sistema consente di realizzare un ispessimento dei fanghi variabile tra il 6÷12 % e può essere alimentato da una portata di fango variabile tra 20÷50 m³/h al variare del tenore di secco in ingresso dal 3 allo 0,5 %.

La macchina è in grado di funzionare in maniera del tutto automatica grazie ad un quadro di comando e controllo che, una volta impostato il valore di secco atteso in uscita, è in grado di regolare il dosaggio di polielettrolita e i principali parametri di funzionamento (velocità di rotazione, portata di alimentazione, ecc ...) affinché sia realizzato l'obiettivo.

8.7.5. Nuovo gasometro per accumulo biogas

In sostituzione del gasometro a campana flottante attualmente esistente, che dovrà essere demolito viste le pessime condizioni di conservazione, si prevede la realizzazione di un nuovo gasometro posizionato nell'area di ampliamento a sud dell'impianto esistente.

Si tratta di un gasometro a doppia membrana sferica, del volume di circa 2650 m³, completo di indicatore di livello ad ultrasuoni, ventilatore per la pressione di sostegno, valvola antiritorno e valvola di sicurezza, profilati di ancoraggio alla platea in calcestruzzo ed accessori.

Esso è costituito da: una membrana esterna sferica costituita da 2 semisfere realizzate in tessuto di

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 75 di 107 totali</i>	

poliestere a rivestimento bilaterale in PVC, 1670 dtex, resistente ai raggi ultravioletti, con protezione antifungo, realizzato in strisce di tessuto saldate, cucite e ulteriormente coperte da una membrana sferica interna costituita da 2 semisfere in tessuto di poliestere a rivestimento bilaterale in PVC, 1670 dtex, verniciata su ambedue i lati, con plastificante speciale resistente ai raggi ultravioletti, con protezione antifungo, realizzata con strisce di tessuto saldate ad alta frequenza e da una membrana sferica di fondo costituita da 2 semisfere in tessuto di poliestere a rivestimento bilaterale in PVC, 1100 dtex, verniciato su ambedue i lati, con plastificante speciale, resistente ai raggi ultravioletti, con protezione antifungo, resistente alla fregatura, realizzato con strisce di tessuto saldate ad alta frequenza.

Inoltre il gasometro è dotato di un ventilatore per la pressione di sostegno, di una valvola antiritorno collegata fra il ventilatore ed il gasometro per poter mantenere la pressione e l'aria nel caso di una mancanza di corrente allo stesso, di una valvola di sicurezza a componente liquido (guardia idraulica), con bocchettone di riempimento con chiusura a vite ed indicatore di livello, realizzata con liquido di riempimento costituito da glicole, di un sistema di ancoraggio delle membrane in profilato d'acciaio zincato completo di dispositivi di fissaggio e guarnizione di tenuta con un profilo d'acciaio di fondazione, di collegamenti a vite in acciaio zincato e pronto per il montaggio sulla soletta in cemento armato. Il gasometro, poi, è dotato di finestra di controllo composta da un anello di fissaggio e una lastra di vetro acrilico e di una cupola completa di copertura per il fissaggio del convertitore di misura, di un misuratore indicatore di livello ad ultrasuoni e di un quadro elettrico, nel quale saranno montati, in esterno, lampade spie per lo stato soffiante in funzione/anomalia, il commutatore (0...arresto/1...soffiante/2...soffiante inserita, misurazione attraverso PLC esterno), ed all'interno convertitore di misura, apparecchio alimentato dalla rete, salvamotore, relè ausiliari in quantità adeguata, morsettiera per segnale 4 ÷ 20 mA ed un sistema di allarme per gas Tipo Touchpoint1 o equivalente, con unità di controllo per rilevare la presenza di gas infiammabile.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche del gasometro previsto:

- volume minimo: 2640 m³
- diametro esterno: 19 m circa
- altezza sopra le fondazioni: 14 m circa
- diametro gasometro all'ancoraggio: 16,5 m circa
- temperatura massima del gas: 50 °C
- portata massima di gas in prelievo: 250 m³/h

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 76 di 107 totali</i>	

8.7.6. Nuova torcia biogas

Si prevede l'installazione, in sostituzione dell'esistente, di una nuova torcia di combustione del biogas in eccesso, del tipo a fiamma nascosta, realizzata mediante camino ad alta temperatura (800 ÷ 900°C), caratterizzato dall'assenza di fiamma all'esterno del camino e dal punto di fiamma basso (a circa 1500 mm dal suolo).

L'apparecchiatura prevista è costituita da struttura di sostegno autoportante a tre piedi in acciaio zincato a caldo, piedi di appoggio predisposti per ancoraggio con tirafondi, sistema di fissaggio contro il vento realizzato con 3 funi di acciaio di adeguato spessore e resistenza, camino torcia realizzato interamente in acciaio inox AISI 304 con rivestimento interno con fibroceramica, dotato di bruciatore principale multi ugello, bruciatore pilota mono-ugello, accenditore ad elettrodo ceramico, visualizzatore di fiamma a fotocellula UVS-6 o equivalente per la rilevazione continua della presenza di fiamma, serranda regolazione aria comburente, camino interamente in acciaio inox AISI 304, rompifiamma a pacco lamellare a maglia inox estraibile, manometro di pressione e serranda di regolazione dell'aria comburente, valvola principale linea gas, valvola pilota ad azionamento pneumatico, quadro elettrico di comando e controllo realizzato in esecuzione antideflagrante, dotato di relè di controllo della presenza di fiamma, interruttore generale, pulsante per sgancio di emergenza, selettore del modo di funzionamento manuale/automatico, lampada per la presenza di tensione, lampada pilota acceso, lampada torcia in funzione, lampada per allarme blocco torcia e gestione logica di funzionamento con mini PLC.

Il quadro elettrico di comando e controllo dovrà permettere almeno la gestione del ciclo temporizzato di accensione della fiamma pilota con generazione pre-programmata di scariche elettriche, la rilevazione della presenza di fiamma con fotocellula, la segnalazione di eventuale mancata accensione alla fine del ciclo reimpostato medesimo, il consenso per apertura valvola principale di alimentazione del biogas, in caso di avvenuta accensione della fiamma pilota, la ripartenza automatica del ciclo con programma pre-impostato in caso di spegnimento accidentale, il consenso alla chiusura della linea pilota e della valvola principale da segnale di spegnimento proveniente dal gasometro o in caso di interruzione della alimentazione elettrica ed il consenso al funzionamento della torcia da rilevatore di pressione sul gasometro.

Il gasometro di progetto sarà inoltre dotato di muratura perimetrale di recinzione realizzata in lecablocco.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 77 di 107 totali</i>	

8.8. Sezione trattamento reflui extrafognari

8.8.1. Generalità

La rimozione delle apparecchiature esistenti di trattamento dei reflui extrafognari ed il loro riposizionamento all'interno di un locale chiuso, nonché la fornitura ed installazione della apparecchiature elettromeccaniche a corredo della sezione, avverrà a cura dei tecnici di ETRA S.p.A. ed è esclusa dal presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

Tutte le lavorazioni e le fasi di scarico maggiormente odorigene, infatti, verranno mantenute all'interno dell'edificio trattamenti e l'aria all'interno dei locali sarà opportunamente tenuta in depressione ed inviata a depurazione su biofiltri, in maniera che sia limitato al minimo lo sviluppo e la diffusione dei cattivi odori.

Rispetto a quanto previsto dal progetto definitivo, poi, si è reso necessario inserire un'opportuna sezione di trattamento chimico fisico. Tale integrazione non poteva avvenire, però, nell'edificio adiacente ai pretrattamenti dell'impianto tradizionale, come previsto dal progetto definitivo, per l'impossibilità di reperire spazi sufficienti; pertanto nel presente progetto si prevede di realizzare il trattamento chimico fisico all'interno dell'edificio di nuova realizzazione posto a sud-ovest dell'impianto, peraltro già indicato nel progetto definitivo come destinato a magazzino e ricovero mezzi, eventualmente da destinare ad ampliamento del trattamento extrafognari con chimico fisico.

Analogamente la rimozione ed il ricollocamento dell'esistente impianto chimico fisico avverrà a cura dei tecnici di ETRA S.p.A. ed è esclusa dal presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

Differente sarà invece la situazione per la fornitura ed installazione delle apparecchiature per la disidratazione fanghi a servizio della sezione trattamento reflui extrafognari, descritte di seguito. Questa sezione di trattamento è a tutti gli effetti parte dei lavori affidati in appalto.

La nuova sezione trattamento reflui extrafognari verrà realizzata nell'area di ampliamento a sud dell'impianto in un nuovo edificio chiuso.

Al disotto del piano di lavoro verranno realizzate vasche di accumulo sia dei reflui in ingresso pretrattati a monte del chimico fisico, che a valle dello stesso, in maniera da modularne l'invio al trattamento con MBR.

Altri volumi saranno destinati alla raccolta dei fanghi flottati per il loro invio, modulato nel tempo, alla sezione di trattamento fanghi con centrifuga, realizzata all'interno dello stesso locale.

Un'ala dell'edificio trattamenti, invece, sarà riservata al posizionamento dei cassoni scarrabili per la raccolta dei ciottoli lavati, del grigliato e per il contenimento delle sabbie estratte e lavate.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 78 di 107 totali</i>	

La nuova pesa automezzi verrà posizionata nell'area limitrofa al nuovo locale di trattamento, per consentire un flusso ottimale degli spostamenti degli automezzi in servizio presso tale l'impianto.

8.8.2. Filiera di trattamento

La filiera di trattamento prevista in 2° stralcio determinerà il completamento di quella attuale con il trattamento con chimico fisico e la disidratazione meccanica dei fanghi prodotti dal trattamento degli extrafognari.

Pertanto lo schema di trattamento complessivo, consentirà di trattare una quantità massima di 250 t/d di reflui esterni, ovvero 72.000 t/a, su due linee di trattamento opportunamente integrate, che permettono la ricezione di bottini liquidi da autobotti e reflui solidi da caditoie stradali, costituite dalle apparecchiature di seguito indicate.

Per il trattamento bottini liquidi si prevede:

- un impianto di ricezione e trattamento costituito da cestello con pettine rotante di potenzialità nominale di 100 m³/h, per la separazione della frazione liquida dal materiale organico grigliato
- un classificatore con lavaggio sabbie avente potenzialità di trattamento di circa 60 m³/h ed una capacità estrattiva delle sabbie 1 t/h, per la separazione ed il lavaggio delle sabbie contenute nella frazione liquida di sottovaglio
- una vasca di accumulo e rilancio del liquido dissabbiato al volume di modulazione a monte del chimico fisico.

Il trattamento caditoie stradali prevede, invece:

- una tramoggia da 6 m³ per la ricezione del materiale solido
- un vaglio a tamburo rotante avente diametro di circa 1200 mm e spaziatura di 6 mm, per la separazione del materiale grossolano dalla frazione liquida
- il lavaggio del materiale grossolano estratto dal vaglio a tamburo rotante mediante un sistema a coclea di asporto e lavaggio
- il sollevamento delle frazione liquida di sottovaglio alla dissabbiatura eseguita con classificatore con lavaggio delle sabbie estratte, avente capacità di trattamento di 60 m³/h e capacità di asporto delle sabbie di 3 t/h
- un impianto di separazione del limo per la separazione della frazione limosa dall'organico più leggero e l'invio mediante pompa monovite al cassone di raccolta
- una griglia a cestello rotante in contenitore per la separazione dell'organico sia dallo scarico del sedimentatore limi che dal lavaggio materiale grossolano

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 79 di 107 totali</i>	

- l'invio alla vasca di accumulo e modulazione per il rilancio al chimico fisico, comune al refluo in arrivo dal trattamento bottini liquidi.

I vari trattamenti saranno equipaggiati, dove necessario, con elettropompe di sollevamento; a tal fine si veda l'elaborato grafico relativo allo schema di trattamento.

Per entrambi i reflui derivanti dai pretrattamenti fisici si prevede un trattamento con chimico fisico con sistema di flottazione ad aria disciolta, mediante unità di pressurizzazione e saturazione aria; i fanghi estratti dal sistema di flottazione verranno inviati ad una vasca di raccolta e, da qui, sollevati alla disidratazione meccanica fanghi mediante estrattore centrifugo con motore raschiafango e rotovariatore.

Infine, si prevede l'invio del refluo liquido così trattato all'impianto di trattamento chimico fisico e successivamente al trattamento biologico tradizionale in attesa che sia attivato la sezione di trattamento con MBR.

In entrambi i casi le vasche di accumulo prima dell'invio al biologico potranno essere equipaggiate con campionatore, in maniera tale che si possa effettuare il controllo quali - quantitativo dello stesso.

8.8.3. Trattamento chimico fisico con flottatore

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di flottazione quale trattamento chimico fisico del comparto extrafognari, mediante separazione solidi-liquidi con il metodo della flottazione ad aria disciolta, composto da vasca circolare di flottazione e relativi accessori, sistema di saturazione aria in pressione e relativi accessori.

Il sistema previsto verrà rimosso dalla posizione attuale e ricollocato a cura dei tecnici di ETRA S.p.A. e pertanto non è compreso nel presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

8.8.4. Disidratazione meccanica fanghi

Il progetto prevede l'installazione di un estrattore centrifugo per disidratazione fanghi, provenienti dal trattamento chimico fisico, a servizio del comparto bottini e caditoie, costituito da estrattore centrifugo ad alto rendimento di disidratazione equipaggiato con sistema rotovariatore elettrico programmabile elettronicamente per la regolazione continua dei giri differenziali della coclea e da un tamburo cilindrico, con parte terminale conica, posto all'interno di un corpo cilindrico di contenimento, sorretto da quattro gambe e da una coclea interna di tipo aperto, realizzata in acciaio inox AISI 304.

La macchina è equipaggiata con n°2 motori elettrici. Il motore principale trasmette il moto al tamburo ed alla coclea con un sistema di cinghie e pulegge, facendoli ruotare con velocità differenziata fra loro per effetto di un riduttore epicicloidale; il secondo motore aziona il sistema

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 80 di 107 totali</i>	

raschifango interno per lo scarico continuo del fango disidratato uscente dal tamburo.

DATI TECNICI E FUNZIONALI

- Portata idraulica:	35	m ³ /h
- Diametro tamburo:	470	mm
- Lunghezza tamburo:	1.600	mm circa
- Concentrazione fango disidratato (SST):	25	%
- Forza centrifuga massima:	2.950	g
- Velocità massima del tamburo:	3.350	r.p.m.
- Giri differenziali coclea:	1/50	r.p.m.

L'installazione della macchina avverrà al disopra del solaio rialzato previsto nella sezione di trattamento reflui extrafognari; adiacente alla macchina sarà possibile l'installazione delle apparecchiature accessorie quali la stazione di preparazione e dosaggio di polielettrolita.

8.9. Modulo trattamento per riuso con MBR

8.9.1. Generalità

Il progetto prevede la realizzazione di una filiera di trattamento delle acque, ai fini del riutilizzo, costituita da un trattamento biologico di pre-denitrificazione/nitrificazione per la rimozione del carico organico e di quello azotato, tramite la tecnologia del bioreattore a membrana (MBR) con l'utilizzo di membrane piane di microfiltrazione. Il modulo di trattamento sarà realizzato in diretto collegamento con il comparto pretrattamenti.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dimensionali ed i principali criteri di dimensionamento della sezione.

La sezione viene dimensionata per trattare una portata massima pari a 200 m³/h, dei quali al massimo Q = 20 m³/h provenienti dal trattamento chimico fisico dei reflui extrafognari e la restante costituita da refluo civile trattato nella filiera convenzionale sino alla sedimentazione primaria.

Il sistema è stato dimensionato al fine di ottenere, a lavori ultimati, un effluente qualitativamente rispettante i limiti di legge per il riutilizzo (cfr. DM 185/2003).

La sezione di progetto risulta così costituita:

- canaletta di alimentazione attrezzata con filtrococlea (spaziatura 2,0 mm) a protezione del successivo modulo di microfiltrazione
- sezione di trattamento biologico suddivisa su 2 linee parallele, ognuna composta da un

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 81 di 107 totali</i>	

comparto di denitrificazione, con circolazione tipo plug-flow, di dimensioni complessive di circa 8,0 x 5,0 x 7,5 m circa, attrezzata con mixer per l'agitazione lenta e comparto di aerazione e filtrazione di dimensioni 16,8 x 7,0 x 7,5 m circa, attrezzato con piastre d'aerazione tipo Messner, nella prima parte destinata ad aerazione, e con membrane piane complete del relativo sistema di aerazione nella parte destinata alla filtrazione

- canaletta di ricircolo della miscela aerata confluyente in comparto di deossigenazione di dimensioni 5,6 x 3,5 x 7,5 m; quest'ultimo sarà attrezzato con pompe di ricircolo miscela aerata e sistema di estrazione dei fanghi di supero
- serbatoio di raccolta delle acque permeate ($V=400 \text{ m}^3$ circa), collegato al gruppo di pressurizzazione, per l'alimentazione della rete di riuso dell'acquedotto duale e come stoccaggio delle acque per la rete antincendio
- locale coperto, realizzato in adiacenza all'edificio, per l'installazione delle opere elettromeccaniche a servizio della sezione stessa.

Nel seguito si riportano i parametri assunti per il dimensionamento della sezione biologica in oggetto ed i risultati del calcolo.

8.9.2. Dimensionamento sezione biologica MBR

Per il modello di calcolo utilizzato per il dimensionamento si faccia riferimento a quanto riportato nel paragrafo 8.3.2.

Nei calcoli è stata considerata una portata costante pari a $200 \text{ m}^3/\text{h}$ ($180 \text{ m}^3/\text{h}$ provenienti dalla linea reflui civili e $20 \text{ m}^3/\text{h}$ dalla linea trattamento extrafognari) ed una temperatura minima invernale pari a 12°C . Le caratteristiche dei reflui in ingresso alla sezione MBR sono quelle della miscela fra extrafognari pretrattati e quota parte dei reflui civili già a valle dei pretrattamenti (comuni a tutti i reflui fognari afferenti al depuratore di Cittadella) e della sedimentazione primaria.

Si riportano quindi i calcoli in condizioni invernali:



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto

Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 82 di 107 totali</i>	

Dati di input

parametro	u.d.m.	Ingresso			Uscita	
		fognari	extrafognari	mista	Attesa	DM 185/03
Q	m ³ /h	180	20	200		
BOD	mg/l	246	979	320	10	20
COD	mg/l	458	1959	608	25	100
Ntot	mg/l	46	195	61	8	15
Ptot	mg/l	6,5	15	7,4	1,5	2
SST	mg/l	116	564	161	5	10

Bilancio del BOD

BOD in ingresso all'MBR	kg/d	1534
BOD abbattuto in denitrificazione	kg/d	583
BOD residuo da ossidare	kg/d	951
BOD in uscita	kg/d	48
Rendimento rimozione BOD in MBR	%	95

Bilancio dell'azoto

TKN in ingresso all'MBR	kgN/d	292
TKN abbattuto per assimilazione biologica (4% BOD in ingresso)	kgN/d	59
TKN nitrificato (=N-NO ₃ prodotto)	kgN/d	228
TKN residuo in uscita	kgN/d	5
Rendimento rimozione TKN in MBR	%	98
N-NO ₃ denitrificato	kgN/d	194
N-NO ₃ residuo in uscita	kgN/d	34
Rendimento rimozione N-NO ₃ in MBR	%	85



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 83 di 107 totali</i>	

Calcolo del volume di denitrificazione

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
$(V_D)_{20}$	velocità di denitrificazione teorica a 20 °C	kgN/(kgSS*d)	0,072
K_{SD}	costante di semisaturazione del substrato organico	g (BOD ₅)/m ³	0,15
K_D	costante di semisaturazione dell'azoto nitrico (nitrati)	g (N-NO ₃)/m ³	0,1
N-NO _{3 out}	concentrazione nitrati ammessa in uscita	mgN/l	7
N-NO ₃	massa di azoto da denitrificare	kgN/d	194
X_D	biomassa necessaria alla denitrificazione	kgSSV	6636
SSV/SST	Frazione solidi sospesi volatili	%	75
x_D	Concentrazione SS in vasca biologica	kgSS/m ³	14
V_{den}	Volume necessario alla denitrificazione	m ³	632
	Coefficiente consumo BOD in denitrificazione	kgBOD/kg(N-NO ₃)	3
	BOD abbattuto in denitrificazione	kgBOD/d	583
Q_r	Portata teorica di ricircolo fanghi e mix liquor	m ³ /h	1157
r	Rapporto di ricircolo		5,8

Calcolo del volume di nitrificazione/ossidazione

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
$(V_N)_{20}$	velocità di nitrificazione teorica a 20 °C	kgN/(kgSS*d)	1,7
K_S	costante di semisaturazione substrato organico	mg/l	70
K_{SN}	costante di semisaturazione dell'ammoniaca	mg/l	0,28
K_O	costante di semisaturazione dell'ossigeno	mg/l	1
N-NH _{4 out}	concentrazione azoto ammoniacale in uscita	mg/l	1
OD	concentrazione ossigeno disciolto	mg/l	2
BOD ₅	massa di substrato organico residuo da ossidare	kgBOD/d	951
N-NH ₄	massa di azoto da nitrificare	kgN/d	228



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto

Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 84 di 107 totali</i>	

Calcolo del volume di nitrificazione/ossidazione

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
X_N	Biomassa nitrificante necessaria	kgSSVN	638
	rapporto BOD/N		4,2
f_N	Percentuale di microrganismi nitrificanti	%	5,2
X_H	Biomassa totale per nitrificazione	kgSSV	12200
SSV/SST	Frazione solidi sospesi volatili	%	75
x_H	Concentrazione SS in vasca biologica	kgSS/m ³	14
V_N	Volume necessario alla nitrificazione	m ³	1162

Calcolo del fabbisogno di ossigeno

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
a'	Coeff. respirazione attiva	d ⁻¹	0.5
$b(20)$	Coeff respirazione endogena a 20°C	d ⁻¹	0.1
c'	Coeff ossidazione per nitrificazione	d ⁻¹	4.6
	Fabbisogno teorico medio di ossigeno	kgO2/d	2993
	Fabbisogno teorico massimo di ossigeno	kgO2/d	3531
	OD	mg/l	2
	Coefficiente trasferimento acque reflue		0.6
	Coefficiente salinità e grado saturazione		0.95
	Fabbisogno reale medio O2 in cond standard	kgO2/d	6718
	Fabbisogno reale massimo O2 in cond standard	kgO2/d	7925
	O2 fornito per aerazione membrane in cond standard	kgO2/d	3024
	Fabbisogno reale medio O2 in cond standard	kgO2/d	3694
	Fabbisogno reale massimo O2 in cond standard	kgO2/d	4901
	Rendimento trasferimento aria	%	48,43
	Portata aria media oraria (no comparto membrane)	Nmc/h	1135



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
<i>Pag. 85 di 107 totali</i>	

Calcolo del fabbisogno di ossigeno

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
	Portata aria massima oraria (no comparto membrane)	Nmc/h	1506
	N° piastre Messner installate	N	30
	Portata specifica per piastra	Nmc/h/cad	50

Dimensionamento comparto di filtrazione

simbolo	parametro	u.d.m.	valore
Q	Portata di filtrazione	m ³ /h	200
	Flusso specifico medio	l/m ² /h	20
	Flusso specifico massimo	l/m ² /h	45
	Superficie filtrante richiesta	m ²	10000
	N° moduli installati	N	20
	Superficie filtrante per modulo	m ²	500
c'	Superficie filtrante totale installata	m ²	10000

Riepilogo condizioni reali di funzionamento

V _D	Volume installato per denitrificazione	m ³	630
V _N	Volume installato per nitrificazione/ossidazione	m ³	1636
V _{deox}	Volume installato per deossigenazione	m ³	145
V _{tot}	Volume di reazione complessivo	m ³	2411
HRT	Tempo di residenza complessivo	h	12
Q _f	Fango di supero totale	kgSS/d	1260
x _f	Concentrazione fango di supero	kgSS/m ³	14
Q _f	Portata giornaliera fango di supero	m ³ /d	90
C _f	Fattore di carico organico biologico totale	kgBOD/(kgSST*d)	0,047
SRT	Tempo di residenza cellulare (den+nitr)	d	25

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 86 di 107 totali</i>	

Macchine installate	N°	caratteristiche
Compressori per ossidazione	2	Q=910 Nmc/h P=37 kW
Compressori per aerazione membrane	2	Q=2472 Nmc/h P=75 kW
Compressore di riserva	1	Q=2472 Nmc/h P=75 kW
Moduli a membrane per microfiltrazione	20	S=500 m ² per modulo
Agitatori sommergibili per denitrificazione e deossigenazione	5	P=2.2 kW
Pompe ricircolo fanghi	2	Q=600 mc/h P=5 kW
Pompe estrazione permeato	6	Q=50 mc/h P=1.5 kW

8.9.3. Sistema aerazione a piastre

Tra le opere da realizzarsi si prevede un sistema di aerazione per l'ossidazione/nitrificazione nel comparto MBR, costituito da aeratori ad alto rendimento a piastra sommersa, installati con viti ad espansione sul fondo vasca, per la fornitura di ossigeno tramite insufflazione di aria a bolle fini nella massa di fango attivo.

Le piastre di aerazione sono composte da una scatola piatta in lamiera di acciaio inossidabile, chiusa nella parte alta da una membrana permanentemente elastica con fori finissimi e molto ravvicinati. A distanze regolari la membrana è tenuta in posizione da listelli in acciaio inossidabile. L'aria viene immessa dall'alto nella scatola sotto la membrana e si diffonde attraverso la membrana nella massa del fango in bollicine finissime.

La membrana è composta da materiale plastico a base di poliuretano senza sostanze plastificanti. La forma dei fori è tale da chiudersi completamente e così impedire l'entrata di liquido quando l'erogazione di aria viene interrotta.

Le piastre sono collegate al collettore principale dell'aria per mezzo di una valvola a sfera e di una tubazione in PEAD.

Il sistema si completa con valvole di scarico condense, valvole di spurgo, sistema di controllo e monitoraggio della pressione, staffe di fissaggio e relativi tasselli.

La capacità di ossigenazione richiesta OC_{20} in condizioni standard di 20°C (temperatura estiva), pressione atmosferica 1.000 mbar e ossigeno disciolto 0 mg/l, con 7,50 m di acqua in vasca, è di 232 kg O₂/h, con portata di aria di 1.717 Nm³/h, misurati con un misuratore di portata aria in partenza dalla sala dei compressori a servizio della sezione stessa.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 87 di 107 totali</i>	

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dimensionali e prestazionali delle apparecchiature proposte.

- Dimensione piastra: 2,00 x 1,00
- massima portata d'aria specifica 40 Nm³/h m²
- n° linee trattamento: 2
- n° di piastre previste per linea: 15
- n° totale di piastre: 30
- Portata aria a massimo carico per piastra 68 m³/h
- Profondità acqua 7,50 m
- Profondità di insufflazione 7,45 m
- Pressione necessaria 865 mbar
- Ossigeno da fornire in condizioni standard totale: 232 kgO₂/h
- Ossigeno fornito in condizioni operative totale: 156 kgO₂/h

materiali

Scatola piastra e rinforzi:

AISI-304

Membrana:

elastomero poliuretano non plastificato

8.9.4. Gruppo soffianti produzione aria

Il fabbisogno d'aria per l'ossidazione e le membrane nel comparto MBR è descritto nei paragrafi precedenti.

Si prevede pertanto l'installazione di n°3 soffianti a lobi (2 attive ed 1 di riserva) da 75 kW per aerazione membrane e di n°2 soffianti a lobi da 37 kW per l'ossidazione - nitrificazione; la soffiante di riserva da 75 kW sarà connessa alla linea di insufflazione aria per ossidazione, in maniera da fungere di riserva anche alle soffianti da 37 kW.

Le apparecchiature saranno poste all'interno del locale adiacente alla vasca di trattamento.

Di seguito si riportano le caratteristiche delle soffianti in oggetto:

Macchine installate	N°	caratteristiche
Compressori per ossidazione	2	Q=910 Nmc/h P=37 kW
Compressori per aerazione membrane	2	Q=2472 Nmc/h P=75 kW
Compressore di riserva	1	Q=2472 Nmc/h P=75 kW

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 88 di 107 totali</i>	

Le soffianti funzioneranno con motore assoggettato ad inverter e regolazione della portata insufflata nelle vasche di ossidazione per mezzo degli stessi, in relazione alla misura dell'ossigeno disciolto nei vari settori di ciascuna linea. Inoltre funzioneranno a turno in modo che venga garantito per ciascuna un medesimo numero di ore di funzionamento e saranno dotate di cabina di insonorizzazione in modo da limitare la rumorosità delle stesse verso l'esterno del locale e migliorare le condizioni di lavoro degli addetti all'interno del locale stesso, sebbene la loro permanenza in zona sia limitata a brevi periodi di tempo.

8.9.5. Moduli microfiltrazione a membrana

Si prevede, poi, di equipaggiare la sezione di trattamento per la rete duale, con l'installazione di complessivi 20 moduli di microfiltrazione basati su membrane piane, 10 per ogni linea di trattamento, con la possibilità, in futuro, dell'installazione di ulteriori altri quattro moduli (due per linea) del tutto uguali ai precedenti.

Tali moduli si compongono di una struttura di supporto costituita da moduli di contenimento delle cartucce filtranti e da modulo di aerazione completo di rastrello in PVC, per la generazione per mezzo di aria insufflata della corrente di bolle d'aria grosse mista ad acqua per la pulizia delle cartucce, cartucce con membrane piane, tubazioni di raccolta del permeato, di lavaggio membrane e di insufflazione aria.

In particolare la **struttura di supporto** (in configurazione con due casse "double deck") è dotata di piedi di fondo per l'ancoraggio sul fondo della cassa di aerazione e per l'installazione di n°2 moduli di contenimento delle cartucce filtranti, questi ultimi estraibili dall'alto, realizzata in acciaio inox AISI 316 ed ancorata al fondo del manufatto civile per mezzo di bulloni ad espansione chimici.

La **cassa di aerazione di fondo** funge da supporto per le sezioni superiori (moduli di contenimento delle cartucce filtranti) ed ha la funzione di convogliare l'aria all'interno del modulo di contenimento delle cartucce filtranti, in maniera da realizzare un flusso di pulizia tangenziale alle cartucce filtranti. L'aria viene introdotta attraverso un diffusore a bolle grosse posto nella parte bassa della cassa di aerazione, realizzato mediante un rastrello in PVC con fori del diametro da 2 a 3 mm, in maniera tale che si genera, per mezzo dell'aria insufflata, una corrente di bolle d'aria grosse mista ad acqua, che passando verso l'alto in mezzo alle cartucce impedisce che sulla superficie delle stesse si formi uno strato fermo di fango.

La tubazione d'aria che alimenta ogni singolo aeratore avrà diametro interno minimo di 50 mm. Ogni singolo aeratore sarà collegato, dalla parte opposta dell'ingresso dell'aria, ad un collettore di raccolta spurghi in maniera che il sistema di aerazione venga mantenuto pulito in automatico per mezzo dell'azionamento di una valvola motorizzata posta all'estremità del collettore degli spurghi, che aprendo farà defluire l'aria trascinando con sé il liquido eventualmente entrato nel circuito attraverso i fori di aerazione.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 89 di 107 totali</i>	

Il **modulo di contenimento delle cartucce filtranti** è realizzato in acciaio inox AISI 316, per l'inserimento nella struttura di supporto al disopra della cassa di aerazione e per l'alloggiamento delle cartucce filtranti posizionate parallelamente, in maniera tale da poter essere estratte singolarmente dall'alto del modulo. Le cartucce sono posizionate parallelamente in due set da 100 cartucce, costituendo una cassa unica da 200 cartucce. Le due casse sovrapposte vanno a formare un modulo contenuto in una struttura in AISI 316.

Le singole **cartucce con membrane piane** sono composte da struttura piana di supporto in ABS (pannello di supporto) che funge da struttura portante per la membrana, rivestimenti di tessuto non tessuto su entrambi i lati del pannello per distanziare le membrane ed il supporto in ABS e per realizzare un filtro di emergenza nel caso di rottura della membrana, e da n°2 membrane in polietilene clorurato saldate ad ultrasuoni sulla struttura di supporto piana ed aventi pori di diametro nominale di 0,4 micron, in maniera tale che il telaio con le due membrane formino una cartuccia.

L'acqua permea dall'esterno verso l'interno della cartuccia mentre la parte solida, il fango attivo, resta all'esterno. Il telaio di supporto è munito di scanalature interne per il convogliamento dell'acqua permeata attraverso le membrane. Le singole cartucce allineate formano così, nella parte alta, un sistema per l'estrazione e la raccolta del permeato. Nella parte esterna alle cartucce il collettore così formato termina in un collettore collegato a quello principale di estrazione realizzato in PVC rigido. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dimensionali e prestazionali del singolo modulo filtrante:

- portata specifica media ammissibile: 0,020 m³/m² h
- portata specifica massima ammissibile: 0,045 m³/m² h
- pressione massima di filtraggio: 20 kPa
- pressione massima di iniezione (pulizia chimica della cartuccia membrana): 10 kPa (continua) - 20 kPa (istantanea)
- n° modulo di contenimento cartucce: 2
- n° cartucce per modulo: 200
- n° totale cartucce: 400
- dimensione cartuccia: 550 x 1500 mm
- spessore cartuccia: 6 mm
- superficie filtrante singola cartuccia: 1,25 m²
- superficie filtrante totale per modulo: 500 m²
- porosità: 0,4 micron
- concentrazione massima biomassa in vasca filtrazione: 14 kgMLSS/m³ (alla temperatura minima)
- concentrazione media biomassa in vasca filtrazione: 10 kgMLSS/m³ (alla temperatura massima)
- portata specifica d'aria fornita mediante il rastrello: 3,2 ÷ 4,8 m³/minuto
- sostanze chimiche per la pulizia delle cartucce: cloro attivo di ipoclorito di sodio (consigliata)

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 90 di 107 totali</i>	

soluzione allo 0,5% per lavaggi chimici in sito); acido ossalico (soluzione $\leq 1,0$ %); temperatura acqua: $5 \div 40$ °C

DIMENSIONI CARATTERISTICHE

- lunghezza totale modulo: 3,1 m circa
- altezza totale modulo: 4,2 m circa
- larghezza totale modulo: 0,80 m circa
- battente idraulico massimo: 7,5 m
- peso totale modulo: 2600 kg
- diametro tubo di aerazione: 65 mm
- diametro collettore esterno permeato: 65 mm

ESECUZIONI

- materiale struttura portante: acciaio inox AISI 316
- materiale pannello: resina ABS
- materiale membrana: polietilene clorurato
- materiale tubazione permeato: PVC
- materiale tubazione aerazione: PVC

8.9.6. Serbatoio accumulo e gruppo di pressurizzazione per rete servizio

A sezione di trattamento MBR ormai completata, si prevede che il serbatoio di accumulo sarà caricato sino alla sua quota massima con il permeato estratto dalle membrane, per complessivi 400 m³ circa, assolvendo anche alla funzione di compensazione per la rete di servizio e duale.

Il gruppo di pressurizzazione da installare in 2° stralcio, dovendo funzionare anche sulla rete duale di servizio esterna all'impianto, prevedrà complessive 6 elettropompe centrifughe multistadio ad asse verticale (5 attive + 1 riserva) aventi potenza nominale di 15 kW cad, ciascuna con convertitore di frequenza incorporato ed accoppiate in parallelo, montate su un basamento comune, complete del quadro elettrico di comando e controllo e dei collegamenti idraulici alla rete di distribuzione.

Il sistema sarà in grado di mantenere la pressione costante nell'impianto regolando le velocità delle pompe. L'alternanza di tutte le elettropompe dovrà essere automatica e dipendente dal carico, dall'ora e dagli eventuali guasti in rete, con asservimento alla pressione misurata sulla stessa, per assicurare una portata di 300 m³/h con 5,5 bar di prevalenza. Il gruppo sarà a servizio della rete di riuso interna così come della rete di acquedotto duale per applicazioni esterne.

Il gruppo presenterà le seguenti caratteristiche di funzionamento:

- portata massima totale (nominale): 425 m³/h
- portata massima totale: 340 m³/h (senza una pompa e in stand-by a norme DIN 1988/T5)

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 91 di 107 totali</i>	

- pressione massima impianto: 16 bar
- potenza installata singola pompa: 15 kW
- potenza totale installata (conf. finale): 6x15 kW

Con le opere oggetto del presente appalto si prevede, inoltre, un collegamento idraulico per il riempimento a gravità del serbatoio di accumulo, con le acque di scarico dall'impianto. Questo riempimento a gravità assicura un volume minimo di circa 200 m³.

8.10. Sistema trattamento aria esausta

8.10.1. Generalità

Al fine di contenere la produzione di odori molesti ed assicurare un trattamento adeguato dell'aria esausta, si realizzerà il confinamento delle singole sorgenti probabili di odori, la depressione degli ambienti confinati ed il trattamento su biofiltro dell'aria esausta.

In particolare si intende inviare su biofiltro aria sia l'aria estratta dall'edificio di trattamento reflui extrafognari che quella proveniente dall'edificio pretrattamenti a servizio dell'impianto tradizionale, nonché dalle vasche di sedimentazione primaria coperte.

L'aria, estratta mediante ventilatori (regolati da inverter), sarà inviata ad un impianto scrubber di umidificazione ed abbattimento composti ammoniacali e, successivamente, ad un biofiltro realizzato in prossimità dell'edificio pretrattamenti, in adiacenza alla viabilità di accesso lato ovest impianto.

Di seguito si descrivono in maggior dettaglio le caratteristiche del sistema proposto.

8.10.2. Stima dei volumi e dei ricambi orari aria

Al fine di un adeguato contenimento degli odori e delle polveri, gli edifici deputati maggiormente odorigeni devono essere confinati e mantenuti in depressione.

Il tipo di tecnologia di aspirazione dell'aria ed il numero di ricambi d'aria orari dipendono dal tipo di processo e dalla presenza di operatori nel locale; è necessario altresì creare un microclima che rispetti i limiti di sicurezza e il relativo benessere prescritti dalle norme relative agli ambienti di lavoro. Di conseguenza il numero di ricambi dell'intero volume d'aria delle strutture chiuse e poste in depressione non deve essere inferiore a 2,5 ricambi/ora; nel caso di presenza, non saltuaria, di personale all'interno delle predette strutture devono essere previsti almeno 4 ricambi/ora.

Particolare attenzione è stata posta per le aperture d'accesso che saranno di facile manovra ed a chiusura automatica. Di seguito si riporta la stima dei volumi di aria interessati dal trattamento e dai relativi ricambi ora previsti.



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
 Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 92 di 107 totali	

Comparto	Dimensioni						n° ricambi/ora	Portata calcolo min	Portata calcolo max	Portata progetto
	Larghezza	Lunghezza	Altezza	Altezza	Volume	Volume				
			min	max	min	max				
SEZIONE TRATTAMENTO EXTRAFOGNARI	B	L	h1	h2	V1	V2	n	Q1	Q2	Qp
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m³]	[m³]	n/h	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]
Area posizionamento cassoni	22,5	7,0	8,5	8,5	1339	1339	4,5	6024	6024	6000
Area posizionamento OEM	22,5	6,5	8,5	8,5	1243	1243	5	6216	6216	6000
Area sosta/scarico/lavoro	22,5	10,5	8,5	8,5	2008	2008	5	10041	10041	10000
Area scarico materiale	10,5	3,5	4,0	4,0	147	147	5	735	735	1000
Area cassoni fanghi	10,5	3,5	4,0	4,0	147	147	4,5	661,5	662	1000
Area trattamento fanghi e C-F	22,5	7	4,5	4,5	709	709	5	3544	3544	3500
Area uffici e q.e.	11	7	2,8	2,8	216	216	6	1293,6	1294	1300
Vasche interrate	13,5	20	1,0	4,0	270	1080	2,5	675	2700	1200
								29189,5	31214,5	30000

Comparto	Dimensioni						n° ricambi/ora	Portata calcolo min	Portata calcolo max	Portata progetto
	Larghezza	Lunghezza	Altezza	Altezza	Volume	Volume				
			min	max	min	max				
NUOVA SEZIONE PRETRATTAMENTI	B	L	h1	h2	V1	V2	n	Q1	Q2	Qp
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m³]	[m³]	n/h	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]
Area griglie e cassoni	22,5	5,6	4,0	7,5	504	945	4,5	2268	4253	4200
Area dissabbiatura	18,0	11,0	4,0	8,0	792	1584	4,5	3564	7128	3500
Area sedim. primario	22,0	14,0	4,0	9,5	1232	2926	4,5	5544	13167	6000
Area vasche interrate	20,0	5,5	3,0	4,0	330	440	2	660	880	700
Area vasca sollevamento interrata	12	5,5	3,5	5	231	330	2	462	660	600
									26088	15000

Si evidenzia che nel presente progetto si è inteso sovrastimare il numero di ricambi all'ora, soprattutto nella sezione trattamento extrafognari, data l'esperienza circa tali tipologie di reflui che di solito sono fonte di produzione di cattivi odori.

Inoltre, nel calcolo dei volumi relativi a vasche che normalmente risultano essere piene (quale ad esempio quelle per la dissabbiatura e la sedimentazione primaria, ecc ...), si è inteso valutare un volume medio relativo alle condizioni di vasca completamente vuota e vasca piena.

8.10.3. Biofiltro

Il biofiltro è realizzato mediante vasche di contenimento in calcestruzzo aventi all'interno un letto di materiale filtrante. Il materiale per il letto di biofiltrazione aria sarà costituito dalla frazione legnosa grossolana di residui di potatura relativamente freschi trattati presso impianto di compostaggio, mediante la sfibratura grossolana degli stessi, la doppia vagliatura dei residui compostati, inframezzata da un periodo di maturazione di almeno 20 gg, in maniera tale che la produzione della biomassa utilizzata in uno stesso biofiltro sia contemporanea per garantire uniformità al prodotto finale.

Il prodotto così ottenuto dovrà garantire un elevato abbattimento degli odori ed una perdita di carico dell'impianto di insufflazione compresa tra 50 mm e 200 mm a vita ultima del supporto filtrante, con

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 93 di 107 totali</i>	

carichi di aria ordinariamente applicati ai biofiltri.

Inoltre, allo stesso materiale dovranno essere aggiunte torbe a fibra lunga o corteccia di latifoglie che, pur ospitando un'attività microbica molto più contenuta, aumentano molto le superfici di scambio aria-solido che sono la sede dell'abbattimento degli odori e aumentano la resa di abbattimento degli odori pur mantenendo la durata del biofiltro. Ancora, al fine di aumentare la durata della biomassa impiegata nel biofiltro, dovranno essere aggiunte alla biomassa delle ceppaie sfibrate e triturate, poste ad uno strato inferiore, in maniera da costituire una sorta di telaio che sorregge il materiale nel tempo e riduce la migrazione verso il basso delle frazioni fini della biomassa che si trasformano durante la degradazione delle arie esauste. Tali ceppaie vengono preferite ad altri materiali soprattutto per la maggiore resistenza alla degradazione, per la fibrosità del legno e per la particolare conformazione fisica del legno radicale che ostacola il costipamento dello strato filtrante mantenendo nel tempo la porosità all'aria.

Il letto filtrante sarà sostenuto, all'interno dei manufatti in calcestruzzo, da un grigliato modulare realizzato in materiale plastico completo di supporti per la posa del materiale costituente il letto filtrante; tale grigliato dovrà supportare un carico di 1000 kg/m² con coefficiente di sicurezza 1,4 e, nelle zone dove potrebbe essere atteso un ribaltamento dei moduli di grigliato, gli stessi dovranno essere assicurati ai supporti per mezzo di viti autofilettanti per materiali plastici in acciaio inox AISI 316.

Nel caso di trattamenti di filtrazione biologica, per l'aria che attraversa il biofiltro deve essere garantito un tempo minimo di contatto pari a 30 secondi, equivalente ad un carico volumetrico massimo di 120 Nm³/h di aria per metro cubo di biomassa filtrante. Il biofiltro deve essere costituito da materiale biologicamente attivo, resistente alla compattazione, con una buona capacità di ritenzione idrica e relativamente privo di odore proprio. Il contenuto di umidità deve essere preferibilmente compreso tra il 50% ed il 70% (anche in dipendenza delle caratteristiche della biomassa utilizzata come letto di filtrazione); devono essere altresì previste sia la possibilità di bagnare (è comunque preferibile umidificare l'aria in ingresso) sia quella di rimuovere l'eventuale percolato formatosi. Il pH deve essere compreso tra 5 e 8.5 e vanno compensati eventuali fenomeni di acidificazione legati ai prodotti che si formano nella fase di ossidazione biologica. La temperatura dell'aria immessa deve essere preferibilmente compresa tra 10° e 45°C, per rimanere nella fascia ottimale di sviluppo microbico senza avere fenomeni di essiccamenti eccessivi.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici (H₂S e NH₃), organici sia aromatici che alifatici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc...), presenti nei reflui gassosi che li attraversano.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 94 di 107 totali</i>	

In particolare nel biofiltro le sostanze da depurare vengono temporaneamente adsorbite sul di materiale soffice e poroso generalmente di origine vegetale dove, in condizioni ottimali di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti inorganici e organici, i microrganismi metabolizzano gli inquinanti contenuti nel flusso gassoso da depurare.

Di particolare importanza a tal fine risulta essere la composizione microscopica e macroscopica del materiale filtrante. Le proprietà richieste ad un'ottimale miscela filtrante riguardano l'elevata porosità, le condizioni idriche ottimali per la vita microbica (60-70% di umidità) e la capacità di mantenere il più a lungo nel tempo le caratteristiche originarie. Tali proprietà, oltre che sull'efficienza del biofiltro, influiscono favorevolmente sui costi di gestione, garantendo minori perdite di carico dell'impianto, quindi minori consumi energetici ed un numero inferiore di interventi di manutenzione necessaria a ripristinare le condizioni. Principali dati tecnici per il Biofiltro sono riportati di seguito.

<i>Descrizione voce</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
<i>Portata massima trattata</i>	45000	m³/h
<i>Carico specifico aria</i>	100	m³/h m³
<i>Tempo di residenza</i>	> 32	s
<i>Perdita di carico del biofiltro</i>	20 ÷ 50	mm c.a.
	0,20 ÷ 0,50	kPa
<i>Superficie filtrante totale:</i>	290	m²
<i>Dimensioni interne unità</i>	45 x 6,5 x h 2,0	m
<i>Altezza media del letto filtrante</i>	1,6	m

Tab. 37 – Biofiltro – Principali parametri dimensionamento

8.10.4. Scrubber e sistema umidificatore per biofiltro

A monte del trattamento su biofiltro, l'intera portata aria verrà inviata ad un sistema tipo scrubber orizzontale di umidificazione aria per il raggiungimento di un'umidità relativa dell'aria prossima al 100% e per l'abbattimento dell' NH_3 .

Il sistema è costituito da n°2 rampe di spruzzo d'acqua in finissime gocce per la rapida evaporazione nell'aria, letto di contatto aria/acqua, separatore di gocce che ha lo scopo di catturare le gocce d'acqua che non sono completamente evaporate ed evitare che oltrepassino l'umidificatore.

Esso si compone di vasca di ricircolo acqua costruita in polipropilene (pp), avente fondo piatto per installazione su superficie orizzontale, piana e liscia, box di abbattimento costruito in pp, elettropompa per ricircolo acqua avente potenza installata adeguata, rampa di lavaggio pacchi, completa di ugelli di spruzzo, tubazione di collegamento pompa-ugelli, gruppo pacchi di scambio

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 95 di 107 totali</i>	

alveolari in materiale plastico ad alta superficie specifica, dispositivo per reintegro automatico acqua dalla rete del controlavaggio o dalla rete interna acque.

A corredo dello scrubber si prevede un sistema programmabile di umidificazione del letto filtrante, costituito da ugelli di irrigazione a pioggia, valvole e centralina programmabile, misuratore differenziale di pressione, sonda e visualizzatore del valore della temperatura e dell'umidità di esercizio, dispositivo di registrazione delle ore di funzionamento degli aspiratori per il convogliamento delle arie ai biofiltri, quadro elettrico di potenza, comando e controllo per consentire al letto filtrante di essere sempre in condizioni ottimali per lo sviluppo dei microrganismi deputati all'abbattimento degli odori. Di seguito si riportano le dimensioni caratteristiche dell'apparecchiatura proposta.

- numero unità: 1
- portata totale d'aria da trattare: 45000 m³/h
- temperatura massima di ingresso aria: 40 °C
- dimensioni di ingombro: 2100 x 2400x 3600 h mm
- tensione di alimentazione: 400 V – 50 Hz – trifase.

8.10.5. Sistema di aspirazione aria

Il sistema di aspirazione aria esausta si compone di n° 2 elettroaspiratori, di cui 1 da 30000 m³/h, a servizio della sezione trattamento extrafognari, ed 1 da 15000 m³/h, a servizio della nuova sezione pretrattamenti.

Entrambi gli aspiratori saranno comunque dotati di inverter di regolazione in maniera tale che il funzionamento del biofiltro possa essere regolato in relazione alle condizioni di funzionamento delle sezioni da trattare e dei relativi ricambi ora che si vogliono garantire.

8.10.6. Rendimenti depurativi biofiltro

In merito al dimensionamento ed al funzionamento del biofiltro, con i parametri riportati nella tabella suindicata e con concentrazioni massime di gas odorigeni in ingresso di 0,01 ÷ 0,5 g/m³, la letteratura tecnica indica i tassi di rimozione di seguito indicati:

H ₂ S	80 ÷ 130	g/m ³ h
Altri gas odorigeni	20 ÷ 100	g/m ³ h

Tab. 38 - Biofiltro - tassi di rimozione

La letteratura tecnica indica, comunque, che i rendimenti depurativi dei biofiltri sono generalmente

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 96 di 107 totali</i>	

superiori al 95% per il controllo dei composti odorosi ed il trattamento di sostanze biodegradabili e fortemente solubili (quali ad es. solventi organici volatili, H₂S e NH₃).

Nel caso particolare si prevede che l'impianto di biofiltrazione potrà garantire nelle immediate vicinanze valori massimi di 300 OU/m³ (unità odorimetriche).

Si ricorda che, per la misurazione delle OU, si prevede il prelievo dell'aria in uscita dal biofiltro mediante sacchi in materiale plastico idoneo all'uso; l'aria prelevata viene testata da un panel di soggetti selezionato su base clinica, con valutazione delle capacità olfattive individuali, di integrità funzionale dell'apparato olfattorio e acuità olfattoria mediante "smell test" e "sniff test".

Un insieme di soggetti (panel) viene già utilizzato nelle valutazioni per la definizione di numerosi indici olfattori, quali la soglia di percezione dell'odore (soglia di percezione assoluta), soglia di riconoscimento del singolo componente odoroso (soglia di riconoscimento) e l'intensità dell'odore stesso. L'intensità dell'odore viene infatti misurata con il T.O.N. (Threshold Odour Number) che rappresenta il numero di volte che un dato volume d'aria da analizzare deve essere diluito con aria pulita al fine di non essere più percepito dal panel di soggetti o dal 50% di essi; tale fattore di diluizione rappresenta un indice indiretto della intensità dell'odore che viene così espressa in unità di odore (OU). La metodica utilizzata sarà quella già in uso in Germania (UDI 3882 Blatt 1-4, 1986) ed adottata a livello della Unione Europea (Comunità Europea di Normalizzazione, Documento 064/e, Odour concentration measurement by dynamic olfactometry : CEN TC264/WG2 «Odours»).

Per quel che riguarda il controllo dell'abbattimento chimico la tabella seguente riporta, per alcuni parametri normalmente considerati dei traccianti, i valori garantiti dall'impianto.

Parametro	Valore garantito	Unità di misura
Ammoniaca	5	mg/Nm³
Acido solfidrico	5	mg/Nm³

Tab. 39 - Biofiltro - abbattimento chimico

8.11. Adeguamento sezione quadri elettrici e locale trasformatori

Il progetto prevede la realizzazione di un ampliamento della sala quadri elettrici esistente, sia per la realizzazione dei nuovi quadri di MT e BT, che per l'installazione dei nuovi trasformatori. La cabina Enel, attualmente di trasformazione, sarà destinata alla sola consegna della MT; la realizzazione dell'ampliamento della sala quadri elettrici e trasformatori avverrà in adiacenza alla sala esistente. Per la parte relativa all'impiantistica ed ai quadri elettrici si rimanda alla specifica relazione allegata al progetto⁴.

⁴ Si veda elaborato A.4) Relazione tecnica generale impianti elettrici

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 97 di 107 totali</i>	

8.12. Sistemazioni ambientali e viabilità

A completamento delle opere di progetto saranno realizzate le opportune sistemazioni nell'area dell'impianto, al fine di realizzare la viabilità di accesso ai nuovi manufatti.

In particolare sarà realizzata la nuova viabilità di accesso alla sezione trattamento extrafognari che si sviluppa lungo il lato ovest dell'area esistente sino a raggiungere l'area di ampliamento.

La stessa area di ampliamento, posta a sud dell'attuale area, sarà opportunamente sistemata con la realizzazione dei tombinamenti del fiumicello Tergola per la realizzazione della viabilità di servizio, la sistemazione del tratto di alveo tra essi compresa e la realizzazione dei piazzali di manovra e delle aree a verde adiacenti. L'asfaltatura risulterà limitata alle aree di movimentazione dei veicoli mentre la restante area sarà lasciata a verde. In particolare, vista la natura delle lavorazioni realizzate nella sezione extrafognari, i piazzali asfaltati saranno comunque confinati con cordoli in calcestruzzo e le acque di pioggia su essi raccolti saranno inviate a trattamento in impianto collettate attraverso la rete a tal scopo realizzata sui piazzali.

Lungo il perimetro della nuova area impianto sarà comunque prevista l'integrazione delle piantumazioni esistenti con essenze autoctone in armonia e continuità con il territorio circostante.

Ciò concorrerà a creare una barriera a verde e a mitigare l'impatto visivo dei manufatti, nonché risistemare le aree interessate dalle fasi di cantiere.

9. Opere in diretta amministrazione

9.1. Rimozione e ricollocamento macchine esistenti trattamento extrafognari

La nuova sezione di trattamento reflui extrafognari realizzata nell'area a sud dell'impianto sarà equipaggiata riutilizzando gran parte delle apparecchiature esistenti oggi installate all'aperto, consentendo una sistemazione più razionale delle macchine e garantendo, soprattutto, il confinamento ed il trattamento delle sorgenti odorigene.

Le opere necessarie alla rimozione e ricollocamento saranno eseguite in diretta amministrazione a cura dei tecnici di ETRA S.p.A. e pertanto non sono comprese nel presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie all'installazione.

9.2. Rimozione e ricollocamento impianto chimico fisico

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di flottazione per trattamento chimico fisico del comparto bottini e caditoie mediante separazione solidi-liquidi con il metodo della flottazione ad aria disciolta, composto da vasca circolare di flottazione e relativi accessori, sistema di saturazione aria in

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 98 di 107 totali</i>	

pressione e relativi accessori.

Il sistema previsto verrà rimosso e riposizionato a cura dei tecnici di ETRA S.p.A. e pertanto non è compreso nel presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie all'installazione.

Il sistema proposto è un impianto per la separazione solidi-liquidi con il metodo della flottazione ad aria disciolta, caratterizzato da una cella di flottazione circolare a volume ridotto e basso profilo, progettata per conseguire risultati funzionali eccellenti, facilità di installazione, affidabilità e minima manutenzione operativa.

La vasca circolare di flottazione viene alimentata centralmente, dal fondo della vasca. Un settore centrale fisso distribuisce il flusso d'entrata radialmente, in modo omogeneo e regolare su tutta l'area della vasca, consentendo ai fiocchi precostituiti ed arricchiti di bollicine d'aria di flottare immediatamente in superficie. La formazione dello strato flottato in superficie inizia al centro subito dopo la risalita del flusso di acqua e si estende immediatamente verso la periferia della vasca. Il materiale flottato viene rimosso mediante un raccogliatore rotante montato su un ponte mobile e convogliato per gravità nella parte centrale del flottatore. Il raccogliatore è costruito con due settori di raccolta differenziati e, più precisamente, da un settore lungo circa quanto il raggio libero della superficie di flottazione e da un secondo settore lungo circa la metà del primo. Questo sistema favorisce una raccolta omogenea del flottato consentendo di ottenere il massimo della consistenza del flottato stesso. L'acqua chiarificata viene raccolta in un tubo anulare immerso nella vasca e convogliata, per mezzo di una o più tubazioni, ad un collettore dove è montata una valvola modulante che ne controlla il flusso e mantiene costante il livello in vasca. Durante il funzionamento, tutte le superfici bagnate della vasca sono tenute pulite mediante un sistema di raschie di fondo e laterali. Gli eventuali solidi sedimentati vengono continuamente rimossi dalla raschia di fondo e convogliati in un pozzetto posto sul fondo della vasca; l'estrazione del materiale depositato può essere controllata manualmente oppure con una o più valvole temporizzate a comando pneumatico.

La realizzazione e il buon funzionamento di un processo di flottazione ad aria disciolta dipendono principalmente, però, dal sistema di discioglimento dell'aria nell'acqua adottato, adatto ad ottenere un'alta efficienza di saturazione.

Nel caso proposto il discioglimento dell'aria nell'acqua avviene sotto pressione ed è effettuato con un reattore di discioglimento aria, costituito da un serbatoio cilindrico sotto pressione in acciaio inox AISI 316L e da un sistema di miscelazione, costituito da miscelatore statico tubolare completamente realizzato in acciaio inox AISI 316, avente opportuno diametro ed uno sviluppo complessivo adeguato ad garantire un tempo di residenza ottimale per la miscelazione (di circa 10 minuti).

Il flusso dell'acqua da pressurizzare entra dalla parte superiore del saturatore, mediante una pompa di pressurizzazione a girante aperta arretrata in acciaio inox AISI 316, e viene immesso contemporaneamente all'aria da disciogliere; la miscela aria/acqua viene iniettata tramite un ugello in



E.T.R.A. S.p.A.
Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella
Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto
Progetto esecutivo
RELAZIONE TECNICA GENERALE

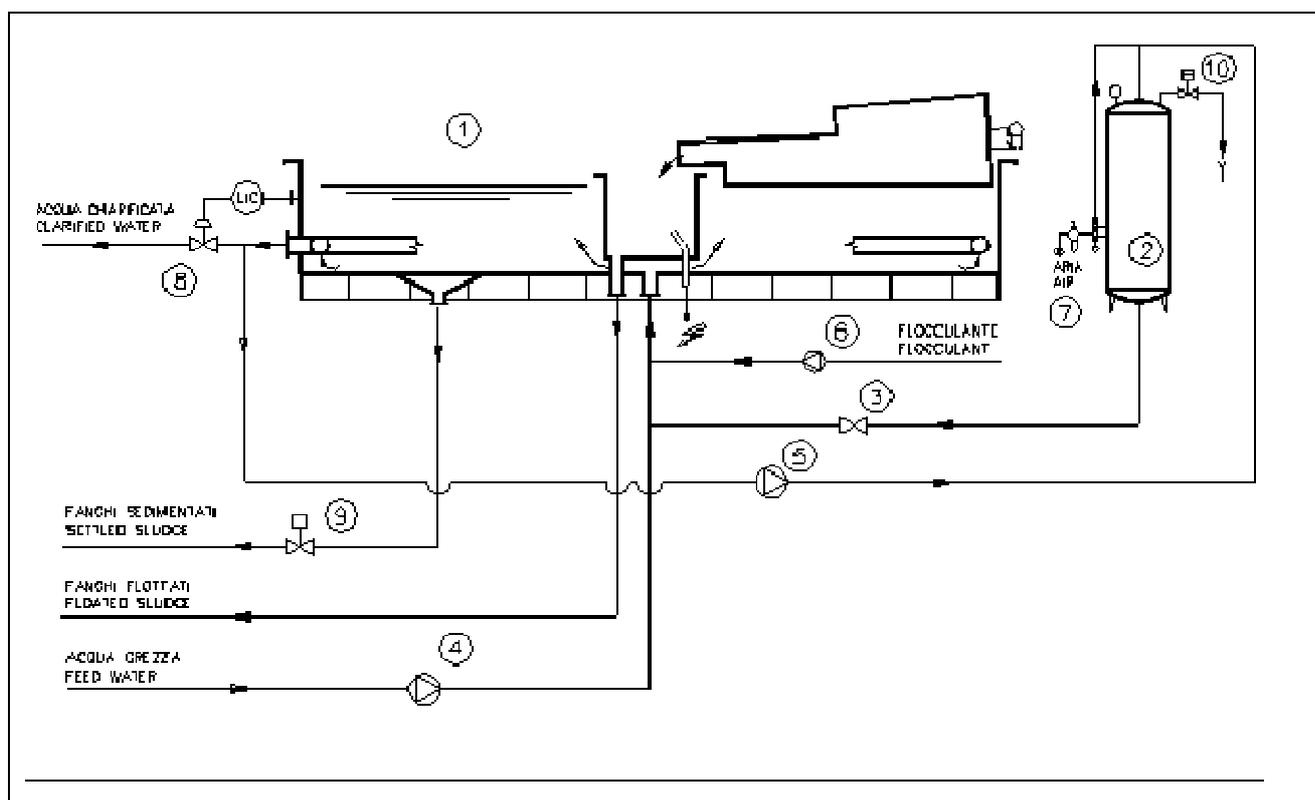
Altieri	G 0047 EB
ETRA S.p.A.	P 212 S2
A.T.O.	6.1 D
Rev.	Data
06	Luglio 2012
05	Febbraio 2012
00	Gennaio 2008
Pag. 99 di 107 totali	

un sistema a doppia camera costruito internamente al serbatoio.

La funzione principale del sistema a doppia camera è di indurre la formazione di una moltitudine di bolle d'aria creando quindi una notevole superficie di scambio e ottenendo in questo modo il massimo della capacità di discioglimento dell'aria nell'acqua. Il prelievo dell'acqua pressurizzata, satura d'aria disciolta, avviene dalla parte inferiore del serbatoio; questo sistema impedisce l'uscita di bolle d'aria grossolane (indisciolte) che sarebbero di disturbo nella successiva fase di flottazione.

Nel serbatoio, poi, è previsto un sistema di sfiato dell'aria eventualmente immessa in eccesso, assicurando così l'utilizzo del volume totale del serbatoio stesso e garantendone la massima efficienza.

Di seguito si riporta lo schema di flusso semplificato dell'apparecchiatura di trattamento chimico fisico con flottatore.



9.3. *Apparecchiature a corredo linea trattamento extrafognari*

L'acquisto e l'installazione delle apparecchiature a corredo della sezione trattamento extrafognari, quali pompe, mixer, paratoie, tubazioni, valvolame ecc ..., così come indicato negli elaborati economici di progetto, saranno gestiti dalla S.A. in diretta amm.ne e sono, pertanto, esclusi dal presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 100 di 107 totali</i>	

9.4. Soffianti produzione aria

Il fabbisogno d'aria per l'ossidazione, la nitrificazione e stabilizzazione nella condizione più gravosa di funzionamento risulta essere quello a temperatura massima estiva; per garantire un sufficiente quantitativo d'aria si prevede l'installazione di n°3 soffianti a lobi (tutte attive o con una riserva a seconda dei carichi in arrivo, delle condizioni stagionali e delle modalità di funzionamento dell'impianto) poste all'interno del locale soffianti esistente, in sostituzione delle esistenti, aventi ognuna le caratteristiche di seguito indicate.

– Portata a 50 Hz	3500	Nm ³ /h
– Prevalenza	8,0	mH ₂ O
– Potenza motore	132	kW
– n° poli motore	4	n°

con motore assoggettato ad inverter e regolazione della portata insufflata nelle vasche di ossidazione per mezzo degli stessi, in relazione alla misura dell'ossigeno disciolto nei vari settori di ciascuna linea.

L'acquisto e l'installazione del gruppo soffianti a lobi per la vasca di ossidazione/nitrificazione saranno gestiti dalla S.A. in diretta amm.ne e sono, pertanto, esclusi dal presente appalto; sarà comunque cura dell'impresa aggiudicataria fornire agli stessi tecnici le assistenze murarie necessarie alla stessa installazione.

Le soffianti funzioneranno a turno in modo che venga garantito per ciascuna un medesimo numero di ore di funzionamento e saranno dotate di cabina di insonorizzazione in modo da limitare la rumorosità delle stesse verso l'esterno del locale e migliorare le condizioni di lavoro degli addetti all'interno del locale stesso, sebbene la loro permanenza in zona sia limitata a brevi periodi di tempo.

L'installazione delle nuove soffianti avverrà in maniera comunque da garantire la continuità al servizio, secondo quanto riportato nell'elaborato di progetto specifico⁵. I tre compressor suindicati saranno posti all'interno del locale soffianti esistenti; a tal fine sarà necessaria la rimozione delle apparecchiature presenti e l'installazione di quelle di progetto con modalità tali da garantire la continuità al servizio, vista l'impossibilità di fermo della sezione in oggetto e la necessità di garantire, sino all'ingresso in funzione delle nuove linee di ossidazione, la richiesta di aria attualmente stimata in circa 7500 m³/h nelle condizioni di minor consumo (ad esempio fine settimana) e 9400 m³/h di punta nelle situazioni di carico massimo in ingresso all'impianto (giorni feriali)⁶.

⁵ Si veda tav. 2.10) "Adeguamento sala soffianti esistente" -

⁶ Si veda elab. E) "Modalità di esecuzione degli interventi – Cronoprogramma dei lavori"

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE		Altieri	G 0047 EB
			ETRA S.p.A.	P 212 S2
			A.T.O.	6.1 D
			Rev.	Data
			06	Luglio 2012
			05	Febbraio 2012
			00	Gennaio 2008
			<i>Pag. 101 di 107 totali</i>	

10. Appendice

10.1. Criteri di dimensionamento e verifica idraulica

Di seguito vengono illustrati i criteri di calcolo e le formule utilizzate relativamente ai profili di pelo libero ed alla determinazione delle perdite di carico per le condotte in pressione.

10.1.1. Profili di pelo libero

Collettori

Il metodo utilizzato per il dimensionamento idraulico dei collettori a pelo libero ha previsto la seguente schematizzazione: essendo note le portate da collettare (stabilite in relazione alle analisi fatte nel progetto preliminare e nella sua successiva verifica, nonché indicate dal gestore), sono state determinate le caratteristiche geometriche delle tubazioni (diametro e pendenza) e verificate le condizioni idrodinamiche di trasporto.

Dopo aver preliminarmente operato la scelta del materiale da utilizzarsi per i collettori di progetto in modo da conoscere le caratteristiche di scabrezza, le caratteristiche geometriche degli stessi e la loro pendenza che, salvo casi di impossibilità pratica o particolare disponibilità altimetrica, vengono determinate le caratteristiche del moto per ogni grado di riempimento Y/D.

La portata, nell'ipotesi di moto a pelo libero, è determinata con la relazione di Gauckler-Strickler che, in funzione del grado di riempimento, è:

$$Q = A \cdot K_S \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

Q portata massima da convogliare;

$A = \frac{D^2}{4} \left\{ \frac{\pi}{2} - \text{sen}^{-1} \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) - 2 \cdot \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) \cdot \sqrt{\left[\frac{Y}{D} \cdot \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) \right]} \right\}$ area della sezione liquida in funzione del grado di riempimento (Y/D);

Y altezza liquida;

D diametro tubazione;

K_S coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler funzione del materiale della tubazione;

R_H raggio idraulico della sezione bagnata in funzione del grado di riempimento (A/P);

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 102 di 107 totali</i>	

P perimetro bagnato in funzione di: $\frac{Y}{D} = D \cdot \left[\pi - \cos^{-1} \left(\frac{2Y}{D} - 1 \right) \right]$

i pendenza da dare alla tubazione.

Nota la portata viene determinata la velocità mediante l'applicazione dell'equazione di continuità che, nell'ipotesi di moto uniforme, è la seguente:

$$Q = V \cdot A$$

dove V = velocità fluido alla portata massima.

Stramazzi

La formula utilizzata per il calcolo del battente idrico sugli stramazzi è la seguente:

$$Q = 3.600 \cdot \mu L h \sqrt{2gh}$$

dove :

Q = portata [m^3/h] :

μ = coefficiente di efflusso = **0,40** sfioro a lama sottile
= **0,385** sfioro in parete grossa

L = lunghezza soglia stramazzone [m]

h = battente sullo stramazzone [m]

g = accelerazione di gravità [m/s^2]

Risolvendo rispetto ad h , si ricava :

$$h = \sqrt[3]{\frac{(Q / 3600)^2}{2 gh \cdot (\mu L)^2}}$$

Altezze canalette di raccolta acque sfiorate da stramazzi

Si applica la *teoria della spinta totale* secondo la quale, in canali con apporto laterale progressivo omogeneo, la spinta totale (spinta idrostatica Π + quantità di moto M) risulta costante per l'intero tronco interessato dall'immissione.

Uguagliando le spinte nella sezioni di portata max (1) e di portata nulla (2), si ricava :

$$\Pi_1 + M_1 = \Pi_2 + M_2$$

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 103 di 107 totali</i>	

vale a dire :

$$\frac{1}{2} \gamma h_1^2 b + \gamma \frac{(Q/3600)^2}{g h_1 b} = \frac{1}{2} \gamma h_2^2 b$$

dove :

Q [m³/h]: portata raccolta dal tratto di canaletta interessata

h1 [m] : altezza liquida nella sezione di portata max

h2 [m] : altezza liquida nella sezione di portata nulla

b [m]: larghezza della canaletta

g [m/s²] : accelerazione di gravità

γ [kg/mc] : peso specifico dell'acqua

Ipotizzando **h1** nota o, se del caso, pari all'altezza critica **k**, secondo la seguente formula:

$$k = \sqrt[3]{\frac{(Q/3600)^2}{g b^2}}$$

risolvendo rispetto a **h2**, si ricava :

$$h_2 = \sqrt{h_1^2 + \frac{2(Q/3600)^2}{g h_1 b^2}}$$

10.1.2. Condotte in pressione

Perdite di carico distribuite

La perdita di carico distribuite per condotte in pressione, viene calcolata considerando la relazione Gauckler-Strickler valida per una condotta in regime permanente:

$$\Delta H = \frac{Q^2}{\Omega^2 * k_s^2 * R_h^{4/3}} * L$$

dove:

g = accelerazione di gravità pari a 9.81 [m/s²]

Q = portata della condotta [m³/s]

Ω = sezione della condotta [m²]

k_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [m^{1/3}s^{1/2}]

L = lunghezza della tubazione [m]

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 104 di 107 totali</i>	

Perdite di carico concentrate

Le perdite di carico concentrate ΔH_L sono state espresse e calcolate secondo la formula:

$$\Delta H_L = k \frac{V^2}{2g}$$

dove ζ = coefficiente perdite localizzate che assume, in funzione del tipo di perdita localizzata, i seguenti valori:

– imbocco	:	0,50
– sbocco	:	1,00
– curva 90° (r = 1,5d)	:	0,29
– curva 45°(r = 1,5d)	:	0,17
– piede accoppiamento	:	0,30
– raccordo a “T”	:	0,60
– valvola	:	0,25
– ritegno	:	1,00

	E.T.R.A. S.p.A. Ampliamento e riqualificazione funzionale dell'impianto di depurazione di Cittadella Opere di 2° stralcio – Interventi area impianto Progetto esecutivo RELAZIONE TECNICA GENERALE	Altieri	G 0047 EB
		ETRA S.p.A.	P 212 S2
		A.T.O.	6.1 D
		Rev.	Data
		06	Luglio 2012
		05	Febbraio 2012
		00	Gennaio 2008
		<i>Pag. 105 di 107 totali</i>	

10.2. Profilo idraulico di progetto

