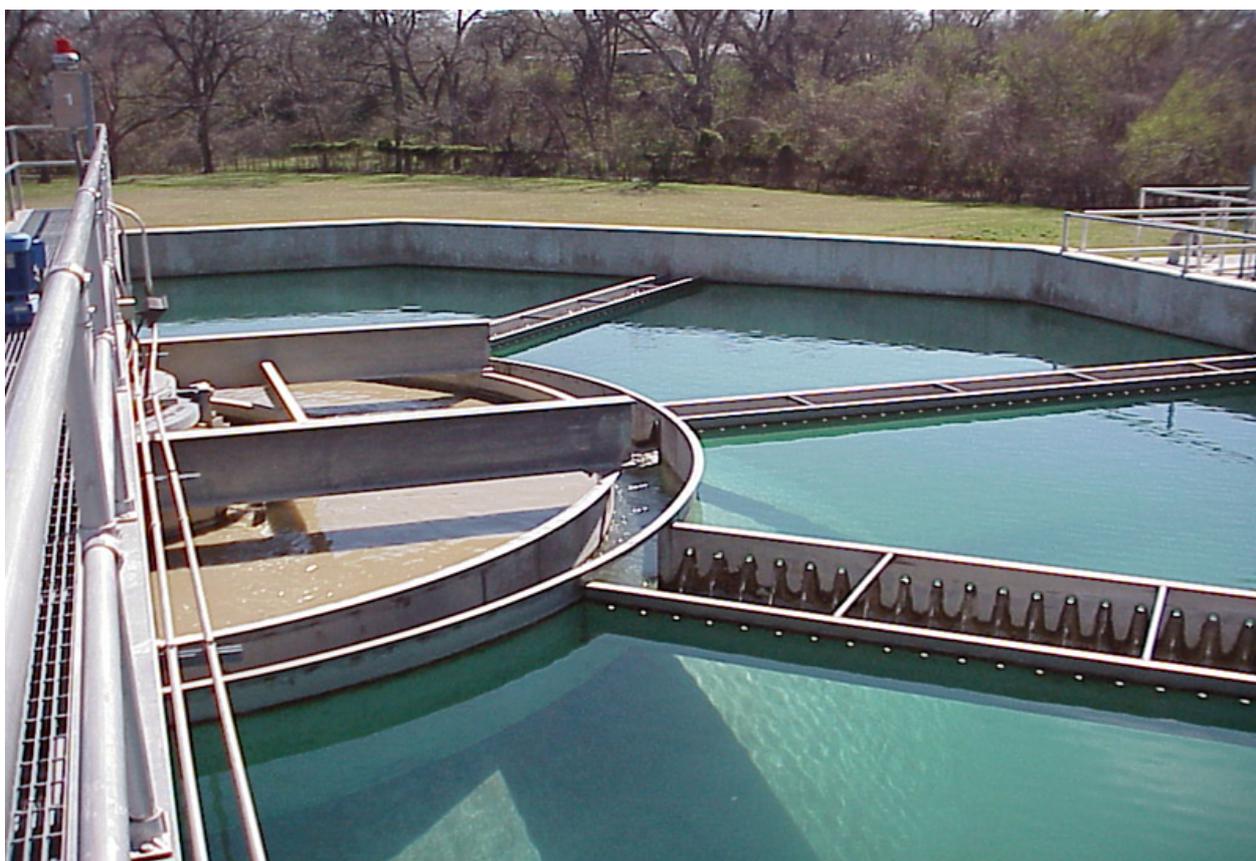


**PROVINCIA  
DI TARANTO**

**REGIONE  
PUGLIA**

**COMUNE DI  
MASSAFRA**

**REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO DI TRATTAMENTO  
DI RIFIUTI LIQUIDI NON PERICOLOSI UBICATO IN  
COMUNE DI MASSAFRA (TA)**



**DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE  
ELABORATO I – RELAZIONE TECNICA DI DETTAGLIO**

Proponente:



C.I.S.A. S.p.A.  
Comune di Massafra (TA)  
Contrada Forcellara S. Sergio  
tel: 099 8807448  
fax: 099 8805708  
www.cisaonline.it

Progettisti:



S.A.G.I.DEP S.P.A.  
Via Rondoni, 25  
46037 Roncoferraro (MN)  
Tel. 0376 663769  
Fax 0376 664181



ECOACQUE s.r.l.  
Via Bitonto, 87  
70054 Giovinazzo (BA)  
Tel. 080.3948657  
Fax 080.3948657



Studio Tecnico di Ingegneria  
Dott. Ing. Luigi Putignano  
Via Pietro Nenni, 13  
74016, Massafra (TA)  
Tel, fax 0998809757

Estensore SIA



eAmbiente s.r.l.  
c/o Parco Scientifico e Tecnologico VEGA  
ed. Auriga - via delle Industrie, 9  
30175 Marghera (VE)  
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886  
www.eambiente.it; info@eambiente.it

Febbraio 2012

Revisione 00

**SOMMARIO**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1 Inquadramento territoriale.....	4
<b>2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI PER LA REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Scelte adottate per minimizzare l'impatto ambientale.....	8
2.2 Scelte orientate alla sicurezza e alla salubrità dell'ambiente di lavoro.....	8
2.3 Scelte orientate all'adozione delle migliori tecnologie possibili.....	8
<b>3. INDIVIDUZIONE DELLE TIPOLOGIE E DELLE CARATTERISTICHE DEI REFLUI TRATTABILI.....</b>	<b>9</b>
3.1 Flussi prodotti internamente alla piattaforma di trattamento.....	10
3.2 Flussi adottati da terzi presso la piattaforma di trattamento.....	11
<b>4. REFLUI INORGANICI .....</b>	<b>25</b>
4.1 Processi di rimozione delle sostanze inquinanti nell'impianto chimico-fisico.....	25
4.2 Caratteristiche analitiche dei reflui inorganici.....	28
4.3 Dimensionamento dell'impianto chimico fisico.....	33
<b>5. PERCOLATI DI DISCARICA .....</b>	<b>35</b>
5.1 Caratteristiche analitiche dei percolati.....	35
5.2 Processi di rimozione delle sostanze inquinanti.....	35
5.3 Trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione.....	35
5.4 Trattamento fisico di concentrazione ed evaporazione.....	36
5.5 Caratteristiche medie dei percolati.....	44
5.6 Flusso termico per l'evaporazione.....	45
<b>6. STOCCAGGIO E DOSAGGIO REAGENTI PER GLI IMPIANTI DI CHIARIFLOCCULAZIONE .....</b>	<b>46</b>
6.1 Stoccaggio e dosaggio cloruro ferrico.....	46
6.2 Stoccaggio e dosaggio acido cloridrico.....	46
6.3 Stoccaggio, preparazione e dosaggio calce idrata.....	46
6.4 Stoccaggio, preparazione e dosaggio polielettrolita.....	47
<b>7. REFLUI ORGANICI .....</b>	<b>49</b>
7.1 Processi di rimozione delle sostanze inquinanti.....	49
7.2 Processi di rimozione delle sostanze inquinanti nell'impianto di pretrattamento.....	49
7.3 Processi di rimozione delle sostanze inquinanti nell'impianto biologico.....	51
<b>8. DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE BIOLOGICA – PRIMO STADIO .....</b>	<b>53</b>
8.1 Portata idraulica e carico organico alla sezione biologica.....	53
8.2 Fase di progetto in condizioni invernali.....	53
8.3 Fase di verifica in condizioni invernali.....	58
8.4 Fase di verifica in condizioni estive.....	64
8.5 Sedimentazione secondaria.....	65
8.6 Caratteristiche analitiche del refluo in uscita dalla sezione biologica – primo stadio.....	67
<b>9. DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE BIOLOGICA – SECONDO STADIO .....</b>	<b>68</b>
9.1 Portata idraulica e carico organico alla sezione biologica.....	68
9.2 Fase di progetto in condizioni invernali.....	68
9.3 Fase di verifica in condizioni invernali.....	69
9.4 Fase di verifica in condizioni estive.....	71
9.5 Sedimentazione secondaria.....	72
9.6 Caratteristiche analitiche del refluo in uscita dalla sezione biologica – secondo stadio.....	73
<b>10. TRATTAMENTI DI AFFINAMENTO E DISINFEZIONE FINALE .....</b>	<b>74</b>

10.1 Considerazioni iniziali.....	74
10.2 Sezione di filtrazione a quarzite.....	74
10.3 Sezione di filtrazione a carboni attivi .....	75
10.4 Sezione di disinfezione finale .....	77
<b>I I. LINEA FANGHI.....</b>	<b>78</b>
11.1 Linea fanghi biologici .....	78
11.2 Linea fanghi chimico-fisici.....	79
<b>I2. VASCHE DI ACCUMULO ED OMOGENEIZZAZIONE .....</b>	<b>82</b>
12.1 Vasca d'accumulo ed omogeneizzazione linea percolato e reflui inorganici.....	82
12.2 Vasca d'accumulo ed omogeneizzazione linea biologica.....	82
<b>I3. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE EMISSIONI ODORIGENE .....</b>	<b>83</b>
13.1 Considerazioni generali .....	83
13.2 Descrizione degli impianti .....	84
13.3 Parametri di progetto .....	85
13.4 Materiali di costruzione .....	85
<b>I4. ALLEGATI .....</b>	<b>86</b>

## INDICE TABELLE

Tabella 1.3 – Localizzazione dell'area di progetto.....	4
Tabella 1.4 – Dati tecnici dell'impianto.....	5
Tabella 1.5 – Attività entro un raggio di 1 km dal perimetro dell'impianto in progetto .....	7

## INDICE FIGURE

Figura 1.1 – Localizzazione dell'area di progetto su vasta scala (fonte Google Maps 2011) .....	5
Figura 1.2 – Localizzazione dell'area di progetto su ortofotografia (fonte Google Earth 2010).....	6
Figura 1.3 – Localizzazione intervento – area P.I.P. Massafra .....	6

## I. PREMESSA

La società CISA S.p.A., con sede in Massafra (TA) alla Contrada Forcellara San Sergio, intende realizzare una nuova piattaforma polifunzionale per il trattamento integrato di reflui speciali non pericolosi provenienti dal polo industriale di Taranto. La piattaforma di trattamento, della potenzialità di 480 m<sup>3</sup>/d, verrà realizzata nell'area P.I.P. del Comune di Massafra (TA) – Comparto Est, e precisamente nei lotti 19, 20, 21, 22, 23, 24 assegnati a CISA S.p.A. dal Comune di Massafra con comunicazione prot. n. 4947 del 14/2/2012, e censiti in Catasto Terreni del Comune di Massafra al foglio di mappa n. 94, parte della particella n. 147 della superficie complessiva di circa mq. 16.000.

All'interno dell'impianto si svolgerà l'attività di trattamento di reflui industriali provenienti dal settore metallurgico ed agroalimentare nonché il trattamento spinto di percolati di discarica. La potenzialità dell'impianto sarà di 480 m<sup>3</sup>/giorno e i materiali da trattare giungeranno all'impianto tramite automezzi preposti alla raccolta dei reflui da inviare al processo di trattamento.

Lo stoccaggio dei reflui adottati all'impianto avverrà all'interno di serbatoi d'accumulo da cui verrà successivamente inviato al trattamento specifico, previa classificazione e quantificazione.

A seconda del tipo di refluo, vi saranno differenti procedure di trattamento (concentrazione, grigliatura, dissabbiatura, disoleazione, flottazione, disidratazione), che saranno descritte in dettaglio nei paragrafi successivi, dalle quali deriveranno vari tipologie di rifiuto da inviare a smaltimento secondo le vigenti normative.

La progettazione della piattaforma polifunzionale, descritta nella presente relazione, prevede che le acque depurate, a seguito di trattamenti specifici di tipo chimico-fisico e biologico, vengano scaricate in acque superficiali nel rispetto dei limiti previsti dalla Tab. 3, Allegato 5 alla Parte III del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo scarico in acque superficiali **in aree non sensibili**.

La presente relazione verrà sviluppata secondo i seguenti criteri generali:

- individuazione dei principi progettuali adottati per la realizzazione degli impianti;
- individuazione delle tipologie e delle caratteristiche dei reflui potenzialmente trattabili all'interno della piattaforma di trattamento;
- dimensionamento delle singole unità di trattamento;
- valori analitici attesi allo scarico dell'impianto di trattamento.

### I.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

#### I.1.1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI PROGETTO

L'area di intervento è ubicata in località S. Sergio nel Comune di Massafra, nella zona destinata a P.I.P. dal vigente Programma di Fabbricazione lungo la SS7 Appia, a poche decine di metri dal confine con i Comuni di Taranto e Statte e a sud-est rispetto all'esistente area industriale dello stesso Comune.

Nella Tabella 1.1 sono riportate le coordinate geografiche del punto centrale dell'area di progetto, mentre nelle figure seguenti si riporta l'inquadramento su vasta scala e a livello locale dell'impianto.

Tipo coordinate	Sistema di riferimento	Latitudine	Longitudine
Piane	Gauss-Boaga (fuso est)	4.491.211 N	2.701.124 E
Geografiche	WGS84	40°33'07" N	17°08'21" E

Tabella 1.1 – Localizzazione dell'area di progetto

#### I.1.2 AREA P.I.P. DI MASSAFRA

L'area di progetto rientra nell'area P.I.P. del Comune di Massafra (TA) – Comparto Est, e precisamente insiste sui lotti 19, 20, 21, 22, 23, 24 assegnati a CISA S.p.a. dal Comune di Massafra con comunicazione prot. n. 4947 del 14/2/2012. La scelta di localizzare il progetto in esame nell'area P.I.P. è stata condotta in considerazione dell'adeguatezza delle opere di urbanizzazione già presenti e della sua ottimale posizione rispetto ai principali centri urbanizzati e alle più importanti infrastrutture viarie della

zona. I lotti interessati dal futuro impianto occupano una superficie di circa 16.000 m<sup>2</sup> come riportato nella seguente tabella.

<b>Superficie Lotto</b>	m <sup>2</sup>	16.001,00
<b>Superficie fabbricati in progetto</b>	m <sup>2</sup>	2.767,86
<b>Superficie tettoie in progetto</b>	m <sup>2</sup>	144,46
<b>Superficie Pesa</b>	m <sup>2</sup>	100,00
<b>Superficie vasche trattamento /bacini</b>	m <sup>2</sup>	1.951,11
<b>Superficie area a verde</b>	m <sup>2</sup>	1.601,06
<b>Superficie marciapiede</b>	m <sup>2</sup>	2.245,48
<b>Superficie viabilità carrabile</b>	m <sup>2</sup>	7.191,03

Tabella 1.2 – Dati tecnici dell’impianto

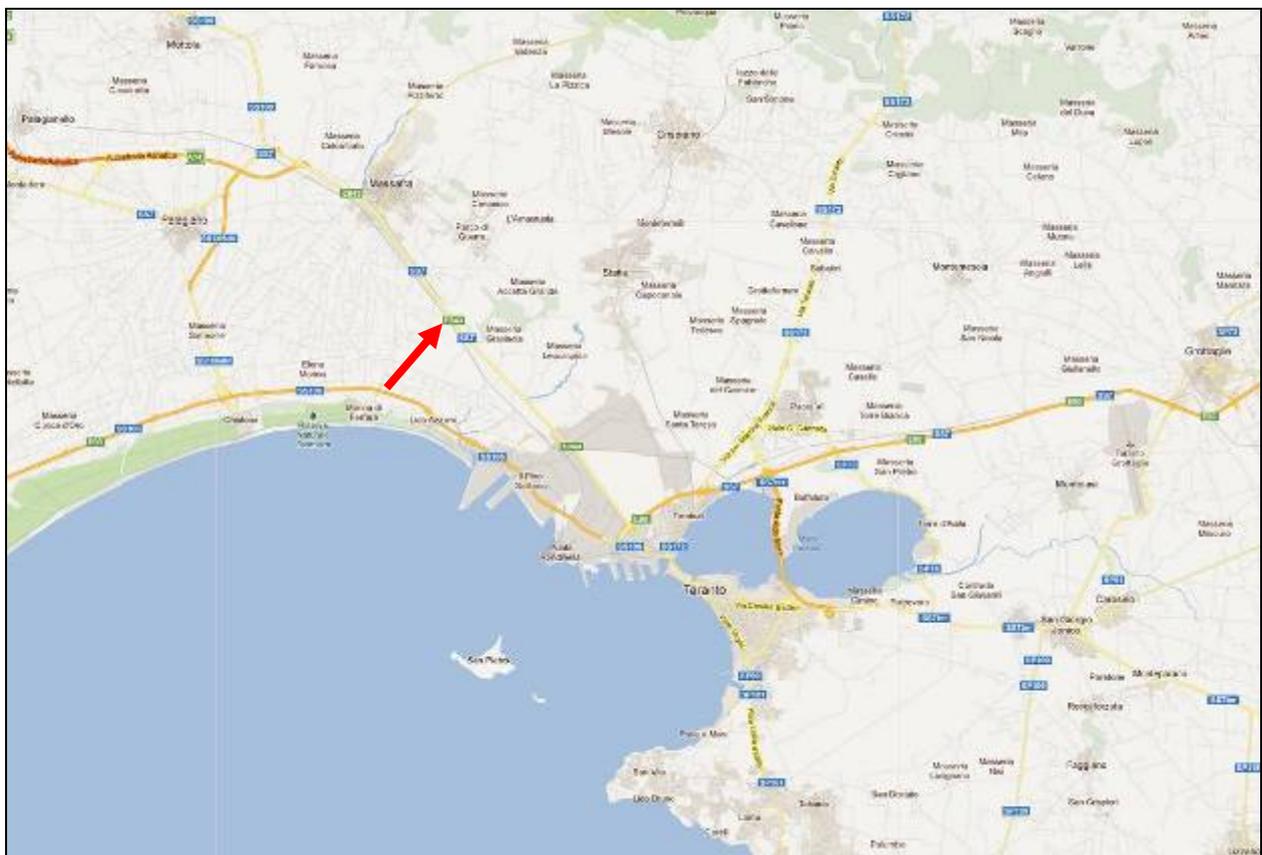


Figura 1.1 – Localizzazione dell’area di progetto su vasta scala (fonte Google Maps 2011)

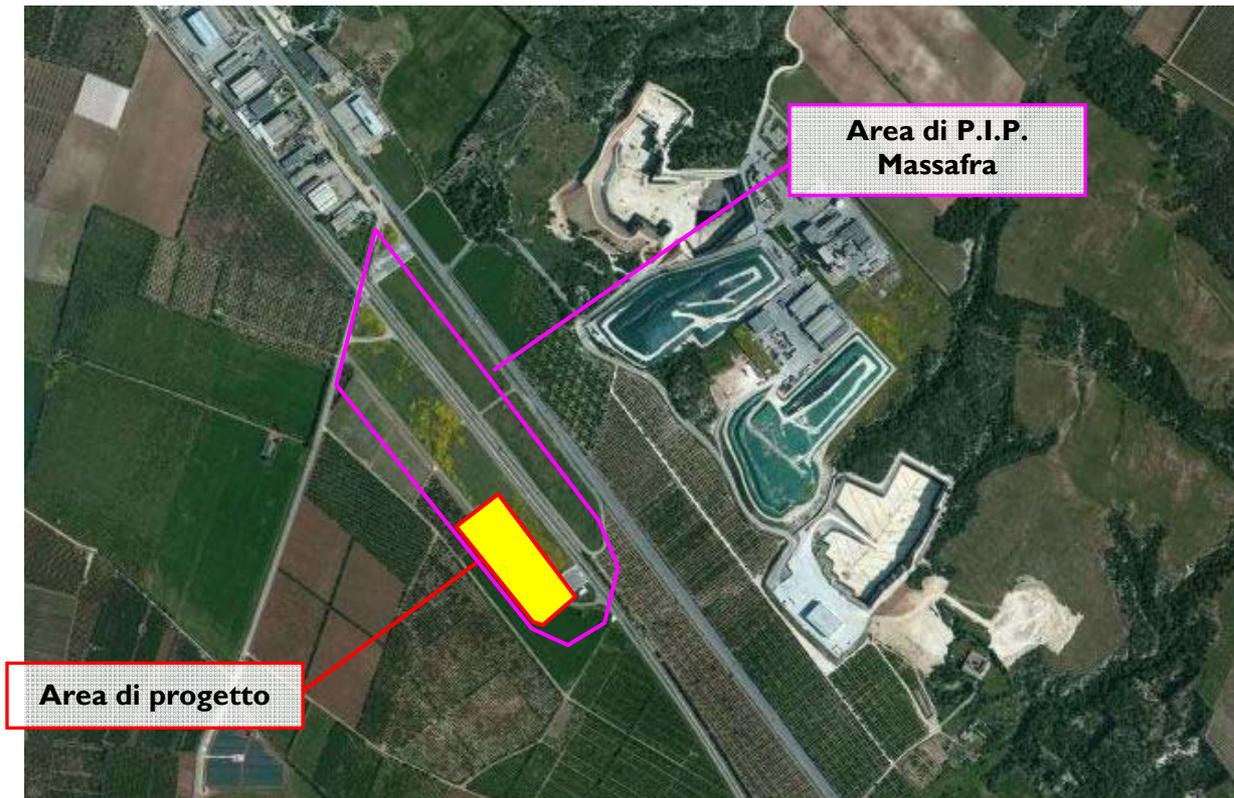


Figura 1.2 – Localizzazione dell'area di progetto su ortofotografia (fonte Google Earth 2010)

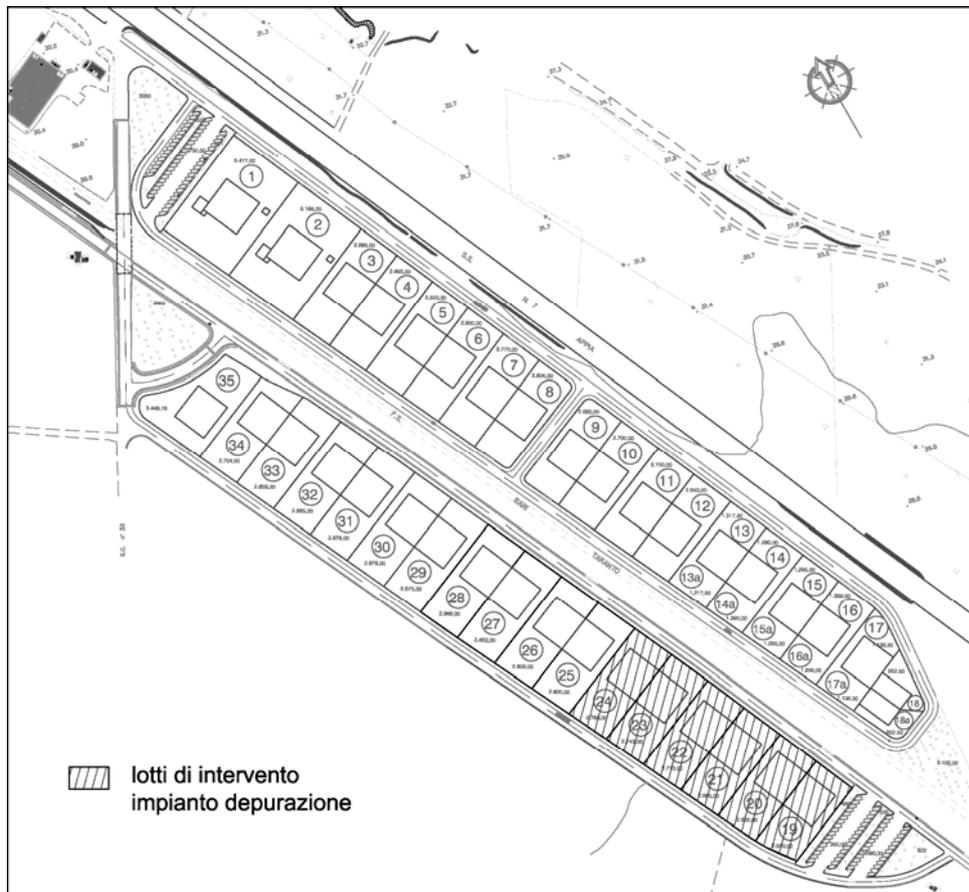


Figura 1.3 – Localizzazione intervento – area P.I.P. Massafra

L'area in cui ricade l'intervento non è stata classificata acusticamente essendo il Comune di Massafra privo di Piano di Classificazione Acustica. L'area è urbanizzata con la presenza di strade, energia elettrica, telefono, fognatura nera e condotta dell'acqua potabile. Nel raggio di 1 km dal perimetro dell'impianto è presente quanto indicato nella seguente tabella.

Tipologia	Sì	No
Attività produttive	X	
Case di civile abitazione		X
Scuole, ospedali, ecc.		X
Impianti sportivi e/o ricreativi		X
Infrastrutture di grande comunicazione	X	
Opere di presa idrica destinate al consumo umano	X	
Corsi d'acqua, laghi, mare, ecc.		X
Riserve naturali, parchi		X
Zone agricole	X	
Pubblica fognatura nera	X	
Metanodotti, acquedotti	X	
Gasdotti, oleodotti		X
Elettrodotti di potenza maggiore o uguale a 15 kV	X	
Altro (specificare)		

Tabella 1.3 – Attività entro un raggio di 1 km dal perimetro dell'impianto in progetto

## **2. CRITERI PROGETTUALI ADOTTATI PER LA REALIZZAZIONE DELL' IMPIANTO**

I principali criteri adottati per la progettazione degli impianti di trattamento localizzati all'interno della piattaforma sono i seguenti:

- scelte orientate a minimizzare l'impatto ambientale, in particolare a ridurre i valori dei parametri analitici delle acque allo scarico entro i limiti previsti dalla normativa vigente;
- scelte orientate alla sicurezza e alla salubrità dell'ambiente di lavoro;
- scelte orientate all'adozione della miglior tecnologia disponibile nella progettazione e realizzazione degli impianti.

### **2.1 SCELTE ADOTTATE PER MINIMIZZARE L'IMPATTO AMBIENTALE**

Le scelte progettuali orientate a minimizzare l'impatto ambientale si possono ricondurre ai seguenti aspetti principali:

- contenimento delle emissioni e degli odori;
- contenimento dei rumori;
- contenimento del rischio di inquinamento della falda acquifera e dei corpi idrici superficiali;
- contenimento dei consumi energetici;

Particolare attenzione, in sede di progettazione, è stata rivolta al contenimento delle eventuali emissioni odorigene nonché alla scelta di apparecchiature con limitate emissioni sonore.

### **2.2 SCELTE ORIENTATE ALLA SICUREZZA E ALLA SALUBRITÀ DELL'AMBIENTE DI LAVORO**

Tutti i macchinari e gli impianti sono progettati nel rispetto delle Normative Vigenti, in particolare del D.Lgs.n.81/2008 e della Direttiva Macchine.

In particolare:

- tutte le apparecchiature saranno corredate di marchio CE in rispondenza al D.P.R. 459/96 (il Regolamento Italiano che recepisce la Direttiva Macchine);
- al termine della realizzazione dell'impianto, il medesimo sarà certificato secondo i criteri previsti dalla Direttiva Macchine e dalle normative vigenti;
- durante le operazioni di trattamento, si dovrà evitare e/o prevenire la formazione di emissioni e/o di odori molesti;
- l'impianto è progettato in modo da contenere le emissioni rumorose nell'ambiente di lavoro.

### **2.3 SCELTE ORIENTATE ALL'ADOZIONE DELLE MIGLIORI TECNOLOGIE POSSIBILI**

Come accennato precedentemente le scelte progettuali e la realizzazione degli impianti sarà orientata all'adozione delle migliori tecnologie disponibili al fine di evitare impatti sull'ambiente circostante.

### 3. INDIVIDUZIONE DELLE TIPOLOGIE E DELLE CARATTERISTICHE DEI REFLUI TRATTABILI

La piattaforma è stata progettata e sviluppata per il trattamento di reflui industriali provenienti dal settore metallurgico ed agroalimentare nonché per il trattamento spinto di percolati di discarica.

Nella fattispecie possiamo individuare i seguenti principali flussi suddivisi per caratteristiche analitiche specifiche ed origine di produzione:

- Flussi prodotti internamente alla piattaforma di trattamento;
- Flussi adottati da terzi presso la piattaforma di trattamento.

L'impianto in progetto, per il trattamento prevalente di percolato di discarica e di rifiuti liquidi non pericolosi (costituiti da acque reflue di scarico da attività industriali), è anche in grado di trattare RLSNP prodotti sia dal settore meccanico-metallurgico che agroalimentare (purché il *siero*, eventualmente in essi contenuto, non superi l'1% del quantitativo di rifiuti trattati nell'impianto).

I rifiuti in ingresso, divisi per macrofamiglie compatibili, in funzione della loro composizione, natura e stato fisico, sono così classificati:

1.	acque con inchiostro;
2.	acque di lavaggio;
3.	acque di verniciatura;
4.	acque saline;
5.	emulsioni oleose;
6.	percolati di discarica;
7.	reflui contenenti cianuri;
8.	reflui contenenti metalli pesanti (escluso Cr <sup>VI</sup> );
9.	reflui contenenti Cr <sup>VI</sup> ;
10.	reflui contenenti inquinanti in fase liquida non acquosa (esclusi oli);
11.	reflui contenenti inquinanti in forma di gas disciolti (ammoniaca, solventi volatili, ec. )
12.	reflui contenenti oli;
13.	reflui contenenti alte concentrazioni di solidi sospesi (r. pompabili);
14.	reflui contenenti sostanze organiche biorefrattarie in forma disciolta;
15.	reflui organici;
16.	reflui organici biodegradabili;
17.	soluzioni acide esauste;
18.	soluzioni alcaline esauste;
19.	soluzioni di nichelatura.

Le caratteristiche dell'effluente finale dell'impianto sono idonee per lo scarico in acque superficiali, fermo restando che nella miscela giornaliera in ingresso all'impianto le concentrazioni per i parametri, di seguito elencati, rispettino i valori:

- ☐ Boro ≤ 2 mg/L;
- ☐ Solventi organici aromatici ≤ 4 mg/L
- ☐ Solventi clorurati ≤ 5 mg/L;
- ☐ Solventi organici azotati ≤ 2 mg/L;
- ☐ Pesticidi fosforati ≤ 0,05 mg/L
- ☐ Selenio ≤ 0,03 mg/L;
- ☐ Pesticidi totali ≤ 0,002 mg/L;

- ☐ Cromo totale  $\leq 200$  mg/L;
- ☐ Cianuri totali (come CN)  $\leq 200$  mg/L.

Oltre alle summenzionate tipologie di rifiuti liquidi, la piattaforma è anche in grado di trattare le acque di lavaggio delle aree esterne e le acque di prima pioggia rinvenienti dal dilavamento delle superfici impermeabili carrabili che saranno raccolte in una vasca di accumulo e da questa inviate alla piattaforma.

### 3.1 FLUSSI PRODOTTI INTERNAMENTE ALLA PIATTAFORMA DI TRATTAMENTO

Come qualsiasi attività industriale anche la piattaforma di trattamento sarà soggetta alla produzione dei seguenti flussi di reflujo:

- Acque nere di origine igienico-sanitarie (servizi igienici);
- Acque reflue meteoriche derivanti dal dilavamento delle superfici impermeabili (acque di prima pioggia);
- Acque reflue provenienti dal lavaggio delle superfici impermeabili.

Per quanto concerne il flusso di acque nere, viste le ovvie caratteristiche di assimilabilità ai reflui di origine civile, verranno inviate direttamente alla sezione di trattamento biologica senza alcun trattamento particolare.

Una considerazione particolare deve essere invece introdotta per quanto concerne le acque di dilavamento e di lavaggio delle superfici carrabili impermeabili dell'impianto che, cautelativamente, verranno raccolte in una apposita vasca (vasca di prima pioggia) e successivamente inviate alla sezione di trattamento più appropriata in funzione delle caratteristiche analitiche delle acque contenute.

Le acque di seconda pioggia (che giuridicamente rientrano nella definizione normale di acque meteoriche di dilavamento, diverse dalle acque reflue), dopo il preventivo trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura, esuberando l'accumulo, sono convogliate direttamente, come immissione (rilascio idrico) al recapito finale costituito, come corpo ricettore, da acque superficiali.

#### 3.1.1 DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Le acque meteoriche derivanti dalla raccolta di coperture, tetti e tettoie, nonché le acque provenienti dal dilavamento e dal lavaggio delle aree pavimentate adibite al transito degli automezzi o allo stoccaggio di materiale verranno intercettate e convogliate mediante una rete separata alla vasca di prima pioggia e successivamente, in funzione delle caratteristiche analitiche delle acque contenute, inviate a trattamenti appropriati (*chimico-fisici e/o biologici*).

La superficie impermeabile scoperta della piattaforma di trattamento è stata valutata in circa 10.000 m<sup>2</sup> pertanto otteniamo:

$$V_{PPA} = S_{PA} \times P_{PP} \times 10^{-3}$$

ove:

$V_{PPA}$  = volume della vasca di prima pioggia [m<sup>3</sup>]

$S_{PA}$  = superficie impermeabile scoperta [m<sup>2</sup>] = 9.536,51m<sup>2</sup>

$P_{PP}$  = precipitazione piovosa relativa alle prime acque di dilavamento della superficie  $S_{PA}$ , fino ad un'altezza di precipitazione, relativa ad ogni evento meteorico preceduto da almeno ad ogni evento

meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante e pari a [mm] = 5 mm

Pertanto risulta un volume complessivo utile pari a circa 50 m<sup>3</sup>.

La portata di piena della rete separata, afferente l'intero plesso, è stata calcolata, invece, con un tempo di ritorno idrologico non inferiore 5 anni, sulla curva di possibilità pluviometrica della stazione pluviometrica di Massafra (Bacino idrografico delle Murge), avente espressione monomia:  $h = 39,99 \cdot t^{0,23}$ .

Onde:

$Q_P = 118$  L/s Portata di piena;

$Q_{PPE} = 50/24 = 2$  m<sup>3</sup>/h Portata equalizzata prime piogge.

*Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione tecnica dedicata.*

*Si sottolinea infine che la valutazione delle superfici impermeabili è stata condotta in funzione delle soluzioni tecniche adottate per lo sviluppo del presente progetto e che dovrà essere confermata durante la redazione del progetto esecutivo.*

### 3.2 FLUSSI ADDOTTI DA TERZI PRESSO LA PIATTAFORMA DI TRATTAMENTO

I reflui addotti da terzi presso la piattaforma di trattamento e derivanti da attività industriali sono riconducibili principalmente a:

- **Reflui inorganici** provenienti da attività industriali del settore metallurgico caratterizzati dalla presenza di metalli pesanti;
- **Percolati di discarica**;
- **Reflui organici** provenienti da attività agroalimentari con ottime caratteristiche di biodegradabilità (macelli, caseifici, cantine vitivinicole, pozzi neri, lavanderie, ...);
- **Reflui inorganici peculiari** provenienti dal settore chimico-metallurgico ed aventi caratteristiche specifiche in funzione della provenienza stessa (soluzioni acide ed alcaline esauste, soluzioni di nichelatura, reflui non biodegradabili, reflui contenenti oli, reflui contenenti solventi, ...); gli impianti saranno in grado di trattare anche il presente flusso salvo la verifica preventiva delle caratteristiche analitiche del refluo e la determinazione dei quantitativi massimi accettabili in ingresso al fine di renderli compatibili con i trattamenti previsti e la qualità del refluo allo scarico.

Si elencano di seguito, pertanto, i codici CER dei rifiuti speciali, non pericolosi, trattabili in piattaforma:

01 RIFIUTI DERIVANTI DA PROSPEZIONE, ESTRAZIONE DA MINIERA O CAVA, NONCHÉ DAL TRATTAMENTO FISICO O CHIMICO DI MINERALI

#### 01 03 rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali metalliferi

01 03 06 sterili diversi da quelli di cui alle voci 01 03 04 e 01 03 05

01 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

#### 01 04 rifiuti prodotti da trattamenti chimici e fisici di minerali non metalliferi

01 04 12 sterili ed altri residui del lavaggio e della pulitura di minerali, diversi da quelli di cui alle voci 01 04 07 e 01 04 11

01 04 13 rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07

01 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**01 05 fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione**

01 05 04 fanghi e rifiuti di perforazione di pozzi per acque dolci

01 05 07 fanghi e rifiuti di perforazione contenenti barite, diversi da quelli delle voci 01 05 05 e 01 05 06

01 05 08 fanghi e rifiuti di perforazione contenenti cloruri, diversi da quelli delle voci 01 05 05 e 01 05 06

01 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 RIFIUTI PRODOTTI DA AGRICOLTURA, ORTICOLTURA, ACQUACOLTURA, SELVICOLTURA, CACCIA E PESCA, TRATTAMENTO E PREPARAZIONE DI ALIMENTI**

**02 01 rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquacoltura, selvicoltura, caccia e pesca**

02 01 01 fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia

02 01 09 rifiuti agrochimici diversi da quelli della voce 020108

02 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 02 rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale**

02 02 01 fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia

02 02 03 scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione

02 02 04 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

02 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 03 rifiuti della preparazione e del trattamento di frutta, verdura, cereali, oli alimentari, cacao, caffè, tè e tabacco; della produzione di conserve alimentari; della produzione di lievito ed estratto di lievito; della preparazione e fermentazione di melassa**

02 03 01 fanghi prodotti da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti

02 03 02 rifiuti legati all'impiego di conservanti

02 03 03 rifiuti prodotti dall'estrazione tramite solvente

02 03 04 scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione

02 03 05 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

02 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 04 rifiuti prodotti dalla raffinazione dello zucchero**

02 04 02 carbonato di calcio fuori specifica

02 04 03 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

02 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 05 rifiuti dell'industria lattiero-casearia**

02 05 01 scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione

02 05 02 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

02 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 06 rifiuti dell'industria dolciaria e della panificazione**

02 06 01 scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione

02 06 02 rifiuti legati all'impiego di conservanti

02 06 03 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti

02 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

**02 07 rifiuti della produzione di bevande alcoliche ed analcoliche (tranne caffè, tè e cacao)**

02 07 01 rifiuti prodotti dalle operazioni di lavaggio, pulizia e macinazione della materia prima

- 02 07 02 rifiuti prodotti dalla distillazione di bevande alcoliche
- 02 07 03 rifiuti prodotti dai trattamenti chimici
- 02 07 04 scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione
- 02 07 05 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
- 02 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

## 03 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DEL LEGNO E DELLA PRODUZIONE DI PANNELLI, MOBILI, POLPA, CARTA E CARTONE

### **03 03 rifiuti della produzione e della lavorazione di polpa, carta e cartone**

- 03 03 02 fanghi di recupero dei bagni di macerazione (green liquor)
- 03 03 05 fanghi prodotti dai processi di disinchiostrazione nel riciclaggio della carta
- 03 03 07 scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone
- 03 03 09 fanghi di scarto contenenti carbonato di calcio
- 03 03 10 scarti di fibre e fanghi contenenti fibre, riempitivi e prodotti di rivestimento generati dai processi di separazione meccanica
- 03 03 11 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 03 03 10
- 03 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

## 04 RIFIUTI DELLA LAVORAZIONE DI PELLI E PELLICCE, NONCHÉ DELL'INDUSTRIA TESSILE

### **04 01 rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce**

- 04 01 04 liquido di concia contenente cromo
- 04 01 05 liquido di concia non contenente cromo
- 04 01 06 fanghi, prodotti in particolare dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti cromo
- 04 01 07 fanghi, prodotti in particolare dal trattamento in loco degli effluenti, non contenenti cromo
- 04 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

### **04 02 rifiuti dell'industria tessile**

- 04 02 15 rifiuti da operazioni di finitura, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 14
- 04 02 17 tinture e pigmenti, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 16
- 04 02 20 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 04 02 19
- 04 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

## 05 RIFIUTI DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO, PURIFICAZIONE DEL GAS NATURALE E TRATTAMENTO PIROLITICO DEL CARBONE

### **05 01 rifiuti della raffinazione del petrolio**

- 05 01 10 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 05 01 09
- 05 01 13 fanghi residui dell'acqua di alimentazione delle caldaie
- 05 01 14 rifiuti prodotti dalle torri di raffreddamento
- 05 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

### **05 06 rifiuti prodotti dal trattamento pirolitico del carbone**

- 05 06 04 rifiuti prodotti dalle torri di raffreddamento
- 05 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

### **05 07 rifiuti prodotti dalla purificazione e dal trasporto di gas naturale**

- 05 07 02 rifiuti contenenti zolfo
- 05 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

## 06 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI INORGANICI

**06 01 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di acidi**

06 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 02 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di basi**

06 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 03 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di sali, loro soluzioni e ossidi metallici**

06 03 14 sali e loro soluzioni, diversi da quelli di cui alle voci 06 03 11 e 06 03 13

06 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 04 rifiuti contenenti metalli, diversi da quelli di cui alla voce 06 03**

06 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 05 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti**

06 05 03 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02

**06 06 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici contenenti zolfo, dei processi chimici dello zolfo e dei processi di desolforazione**

06 06 03 rifiuti contenenti solfuri, diversi da quelli di cui alla voce 06 06 02

06 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 07 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti alogeni e dei processi chimici degli alogeni**

06 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 08 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso del silicio e dei suoi derivati**

06 08 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 09 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti fosforosi e dei processi chimici del fosforo**

06 09 04 rifiuti prodotti da reazioni a base di calcio, diversi da quelli di cui alla voce 06 09 03

06 09 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 10 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici contenenti azoto, dei processi chimici dell'azoto e della produzione di fertilizzanti**

06 10 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 11 rifiuti della produzione di pigmenti inorganici ed opacificanti**

06 11 01 rifiuti prodotti da reazioni a base di calcio nella produzione di diossido di titanio

06 11 99 rifiuti non specificati altrimenti

**06 13 rifiuti di processi chimici inorganici non specificati altrimenti**

06 13 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 RIFIUTI DEI PROCESSI CHIMICI ORGANICI**

**07 01 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti chimici organici di base**

07 01 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 01 11

07 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 02 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso (PFFU) di plastiche, gomme sintetiche e fibre artificiali**

07 02 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 02 11

07 02 17 rifiuti contenenti silicone diversi da quelli di cui alla voce 07 02 16

07 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 03 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di coloranti e pigmenti organici (tranne 06 11)**

07 03 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 03 11

07 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 04 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti fitosanitari (tranne 02 01 08 e 02 01 09), agenti conservativi del legno (tranne 03 02) ed altri biocidi organici**

07 04 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 04 11

07 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 05 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti farmaceutici**

07 05 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 05 11

07 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 06 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di grassi, lubrificanti, saponi, detersivi, disinfettanti e cosmetici**

07 06 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 06 11

07 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

**07 07 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di prodotti della chimica fine e di prodotti chimici non specificati altrimenti**

07 07 12 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 07 07 11

07 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

**08 RIFIUTI DELLA PRODUZIONE, FORMULAZIONE, FORNITURA ED USO DI RIVESTIMENTI (PITTURE, VERNICI E SMALTI VETRATI), ADESIVI, SIGILLANTI E INCHIOSTRI PER STAMPA**

**08 01 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso e della rimozione di pitture e vernici**

08 01 16 fanghi acquosi contenenti pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 08 01 15

08 01 18 fanghi prodotti dalla rimozione di pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 08 01

08 01 20 sospensioni acquose contenenti pitture e vernici, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 19

08 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**08 02 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di altri rivestimenti (inclusi materiali ceramici)**

08 02 02 fanghi acquosi contenenti materiali ceramici

08 02 03 sospensioni acquose contenenti materiali ceramici

08 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**08 03 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di inchiostri per stampa**

- 08 03 07 fanghi acquosi contenenti inchiostro
- 08 03 08 rifiuti liquidi acquosi contenenti inchiostro
- 08 03 13 scarti di inchiostro, diversi da quelli di cui alla voce 08 03 12
- 08 03 15 fanghi di inchiostro, diversi da quelli di cui alla voce 08 03 14
- 08 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

**08 04 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di adesivi e sigillanti (inclusi i prodotti impermeabilizzanti)**

- 08 04 12 fanghi di adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 08 04 11
- 08 04 14 fanghi acquosi contenenti adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 08 04 13
- 08 04 16 rifiuti liquidi acquosi contenenti adesivi e sigillanti, diversi da quelli di cui alla voce 08 04 15
- 08 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**09 RIFIUTI DELL'INDUSTRIA FOTOGRAFICA**

**09 01 rifiuti dell'industria fotografica**

- 09 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 RIFIUTI PRODOTTI DA PROCESSI TERMICI**

**10 01 rifiuti prodotti da centrali termiche ed altri impianti termici (tranne 19)**

- 10 01 07 rifiuti fangosi prodotti da reazioni a base di calcio nei processi di desolforazione dei fumi
- 10 01 19 rifiuti prodotti dalla depurazione dei fumi, diversi da quelli di cui alle voci 10 01 05, 10 01 07 e 10 01 18
- 10 01 21 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 10 01 20
- 10 01 23 fanghi acquosi da operazioni di pulizia caldaie, diversi da quelli di cui alla voce 10 01 22
- 10 01 25 rifiuti dell'immagazzinamento e della preparazione del combustibile delle centrali termoelettriche a carbone
- 10 01 26 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento
- 10 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 02 rifiuti dell'industria del ferro e dell'acciaio**

- 10 02 12 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 10 02 11
- 10 02 14 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi, diversi da quelli di cui alla voce 10 02 13
- 10 02 15 altri fanghi e residui di filtrazione
- 10 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 03 rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio**

- 10 03 26 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi, diversi da quelli di cui alla voce 10 03 25
- 10 03 28 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100327
- 10 03 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 04 rifiuti della metallurgia termica del piombo**

- 10 04 10 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100409
- 10 04 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 05 rifiuti della metallurgia termica dello zinco**

10 05 09 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100508

10 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 06 rifiuti della metallurgia termica del rame**

10 06 10 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100609

10 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 07 rifiuti della metallurgia termica di argento, oro e platino**

10 07 05 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi

10 07 08 rifiuti prodotti dal trattamento delle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100707

10 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 08 rifiuti della metallurgia termica di altri minerali non ferrosi**

10 08 18 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi, diversi da quelli di cui alla voce 10 08 17

10 08 20 rifiuti prodotti dalle acque di raffreddamento, diversi da quelli di cui alla voce 100819

10 08 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 09 rifiuti della fusione di materiali ferrosi**

10 09 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 10 rifiuti della fusione di materiali non ferrosi**

10 10 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 11 rifiuti della fabbricazione del vetro e di prodotti di vetro**

10 11 18 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi, diversi da quelli di cui alla voce 10 11 17

10 11 20 rifiuti solidi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 10 11 19

10 11 99 rifiuti non specificati altrimenti

**10 13 rifiuti della fabbricazione di cemento, calce e gesso e manufatti di tali materiali**

10 13 07 fanghi e residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi

10 13 99 rifiuti non specificati altrimenti

11 RIFIUTI PRODOTTI DAL TRATTAMENTO CHIMICO SUPERFICIALE E DAL RIVESTIMENTO DI METALLI ED ALTRI MATERIALI; IDROMETALLURGIA NON FERROSA

**11 01 rifiuti prodotti dal trattamento e ricopertura di metalli (ad esempio, processi galvanici, zincatura, decapaggio, pulitura elettrolitica, fosfatazione, sgrassaggio con alcali, anodizzazione)**

11 01 10 fanghi e residui di filtrazione, diversi da quelli di cui alla voce 11 01 09

11 01 12 soluzioni acquose di lavaggio, diverse da quelle di cui alla voce 10 01 11

11 01 14 rifiuti di sgrassaggio diversi da quelli di cui alla voce 11 01 13

**11 02 rifiuti prodotti dalla lavorazione idrometallurgica di metalli non ferrosi**

11 02 03 rifiuti della produzione di anodi per processi elettrolitici acquosi

11 02 06 rifiuti della lavorazione idrometallurgica del rame, diversi da quelli della voce 11 02 05

11 02 99 rifiuti non specificati altrimenti

**11 05 rifiuti prodotti da processi di galvanizzazione a caldo**

11 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

12 RIFIUTI PRODOTTI DALLA LAVORAZIONE E DAL TRATTAMENTO FISICO E MECCANICO SUPERFICIALE DI METALLI E PLASTICA

**12 01 rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastiche**

16 RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

**16 01 veicoli fuori uso appartenenti a diversi modi di trasporto (comprese le macchine mobili non stradali) e rifiuti prodotti dallo smantellamento di veicoli fuori uso e dalla manutenzione di veicoli (tranne 13, 14, 16 06 e 16 08)**

16 01 15 liquidi antigelo diversi da quelli di cui alla voce 16 01 14

16 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**16 03 prodotti fuori specifica e prodotti inutilizzati**

16 03 04 rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03

16 03 06 rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 05

**16 05 gas in contenitori a pressione e prodotti chimici di scarto**

16 05 09 sostanze chimiche di scarto diverse da quelle di cui alle voci 16 05 06, 16 05 07 e 16 05 08

**16 07 rifiuti della pulizia di serbatoi per trasporto e stoccaggio e di fusti (tranne 05 e 13)**

16 07 99 rifiuti non specificati altrimenti

**16 10 rifiuti liquidi acquosi destinati ad essere trattati fuori sito**

16 10 02 soluzioni acquose di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 16 10 01

16 10 04 concentrati acquosi, diversi da quelli di cui alla voce 16 10 03

17 RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

**17 05 terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio**

17 05 06 fanghi di dragaggio, diversi da quelli di cui alla voce 170505

18 RIFIUTI PRODOTTI DAL SETTORE SANITARIO E VETERINARIO O DA ATTIVITÀ DI RICERCA COLLEGATE (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione non direttamente provenienti da trattamento terapeutico)

**18 01 rifiuti dei reparti di maternità e rifiuti legati a diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli esseri umani**

18 01 07 sostanze chimiche diverse da quelle di cui alla voce 18 01 06

**18 02 rifiuti legati alle attività di ricerca e diagnosi, trattamento e prevenzione delle malattie negli animali**

18 02 06 sostanze chimiche diverse da quelle di cui alla voce 180205

19 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA

POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

**19 01 rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti**

19 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 02 rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali (comprese decromatazione, decianizzazione, neutralizzazione)**

19 02 03 miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi

19 02 06 fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, diversi da quelli di cui alla voce 19 02 05

**19 04 rifiuti vetrificati e rifiuti di vetrificazione**

19 04 04 rifiuti liquidi acquosi prodotti dalla tempra di rifiuti vetrificati

**19 05 rifiuti prodotti dal trattamento aerobico di rifiuti solidi**

19 05 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 06 rifiuti prodotti dal trattamento anaerobico dei rifiuti**

19 06 03 liquidi prodotti dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani

19 06 04 digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani

19 06 05 liquidi prodotti dal trattamento anaerobico di rifiuti di origine animale o vegetale

19 06 06 digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti di origine animale o vegetale

19 06 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 07 percolato di discarica**

19 07 03 percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19 07 02

**19 08 rifiuti prodotti dagli impianti per il trattamento delle acque reflue, non specificati altrimenti**

19 08 05 fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane

19 08 09 miscele di oli e grassi prodotte dalla separazione olio/acqua, contenenti esclusivamente oli e grassi commestibili

19 08 12 fanghi prodotti dal trattamento biologico delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 11

19 08 14 fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13

19 08 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 09 rifiuti prodotti dalla potabilizzazione dell'acqua o dalla sua preparazione per uso industriale**

19 09 02 fanghi prodotti dai processi di chiarificazione dell'acqua

19 09 03 fanghi prodotti dai processi di decarbonatazione

19 09 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 11 rifiuti prodotti dalla rigenerazione dell'olio**

19 11 06 fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 19 11 05

19 11 99 rifiuti non specificati altrimenti

**19 13 rifiuti prodotti dalle operazioni di bonifica di terreni e risanamento delle acque di falda**

19 13 04 fanghi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 03

19 13 06 fanghi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 191305

19 13 08 rifiuti liquidi acquosi e concentrati acquosi prodotti dalle operazioni di risanamento delle acque di falda, diversi da quelli di cui alla voce 191307

20 RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÉ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

**20 01 frazioni oggetto di raccolta differenziata (tranne 15 01)**

20 01 30 detergenti diversi da quelli di cui alla voce 20 01 29

**20 03 altri rifiuti urbani**

20 03 03 residui della pulizia stradale

20 03 04 fanghi delle fosse settiche

20 03 06 rifiuti della pulizia delle fognature

Al fine di effettuare una corretta gestione dello stoccaggio in impianto, dei rifiuti liquidi in trattamento, è stata predisposta una scheda di sicurezza contenente l'elenco delle istruzioni che devono essere utilizzate per non incorrere nell'errata procedura di miscelazione delle sostanze, ai fini della composizione delle diciannove macrofamiglie compatibili, di cui all'elenco della summenzionata classificazione.

<b>SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI (Elenco – Incompatibilità principali)</b>	
<b>Acetaldeide</b>	Con acidi, basi, alogeni, forti ossidanti, ammine, acido cianidrico, alcoli, chetoni, anidridi. A contatto con l'aria può formare perossidi esplosivi.
<b>Acetilene</b>	Con rame, cloro, bromo, iodio, argento, fluoro, mercurio e suoi Sali, ammoniaca, solventi alogenati e forti ossidanti.
<b>Acetone</b>	Con cloroformio, anidride cromica, acido nitrico, acido solforico, clorati, perossidi, permanganati.
<b>Acetonitrile</b>	Forti ossidanti come cloro, bromo, fluoro, acido solforico e cloro solforico, perclorati, metalli alcalini, acido nitrico
<b>Acido acetico</b>	Con acido cromico, acido nitrico, glicole etilenico, acido perclorico, perossidi e permanganati, ammoniaca, acetaldeide
<b>Acido cianidrico</b>	Con forti ossidanti, acido cloridrico in miscela alcolica, acetaldeide, sodio e calcio idrossido, sodio carbonato.
<b>Acido cloridrico</b>	Con basi, ossidanti, metalli alcalini, anidride acetica, ammine, aldeidi, alogenati, permanganato di potassio, fluoro.
<b>Acido cromico</b>	Con acido acetico, anidride acetica, acetone, alcol, canfora, liquidi infiammabili.
<b>Acido nitrico (concentrato)</b>	Reagisce violentemente con combustibili ed agenti



	riducenti, idrogeno solforato, acquaragia, ammine ed ammoniacca, basi, metalli alcalini, perossidi.
<b>Acido ossalico</b>	Con forti ossidanti, argento e i suoi composti, metalli alcalini, alcali, ipoclorito di sodio, clorati.
<b>Acido perclorico</b>	Con acido acetico, anidride acetica, bismuto e le sue leghe, alcol, carta, legno, grassi, basi forti, metalli, aceto nitrile, solfossidi, tricloroetilene. Può causare un'esplosione se riscaldato. Il contatto con alcoli, glicoli o composti poliidrossilici genera composti esplosivi.
<b>Acido picrico</b>	Rame, piombo, zinco, reazione violenta con ossidanti (clorati, nitrati) e materiali riducenti. Può esplodere se riscaldato.
<b>Acido solfidrico</b>	Con acetaldeide, bario penta fluoruro, anidride cromica, rame, ossido di piombo, monossido di cloro, sodio perossido.
<b>Acido solforico</b>	Con clorati, cloruri, ioduri, perclorati, permanganati, perossidi e acqua, picrati, polvere di metalli, combustibili, ossidi di fosforo (III), aniline.
<b>Alcoli e Polialcoli</b>	Con acido nitrico, perclorico., cromatico, solforico, ammine.
<b>Alogeni in genere (F, Cl, Br, I) Ammoniaca anidra</b>	Ammonio, acetilene ed idrocarburi. Con cloro nitrobenzene, mercurio, alogeni, ipocloriti, iodio, bromo, fluoro e alogenuri. Attacca rame, alluminio, zinco, argento, cadmio, ferro e loro leghe,
<b>Ammonio cloruro</b>	Con acidi, alcali, argento e suoi Sali.
<b>Ammonio idrossido</b>	Con forti ossidanti, acidi, alogeni, mercurio, argento, ipocloriti, alcool etilico. Attacca rame, alluminio, zinco e loro leghe.
<b>Ammonio nitrato</b>	Con acidi, polveri metalliche, zolfo, clorati, nitriti composti organici finemente polverizzati, combustibili, liquidi infiammabili.
<b>Anidride acetica</b>	Con alcoli, acido cromatico, ammine, acidi e basi forti, acqua, perossido d'idrogeno, metalli in polvere, permanganato di potassio, aniline.
<b>Anilina</b>	Con alogeni, acidi forti, anidride acetica, sodio perossido, metalli alcalini e alcalino-terrosi, sali di ferro, zinco.
<b>Argento e Sali</b>	Con acetilene, alcali, ammoniacca, perossido di idrogeno, antimonio, alogenuri, alcoli.
<b>Argento nittrato</b>	Con acetilene, locali, ammoniacca, perossido di idrogeno, antimonio, alogenuri, alcoli.
<b>Arsenico (materiali che lo contengono)</b>	Con acidi, agenti ossidanti (clorati, dicromati,

	permanganati), argento nitrato, azidi.
<b>Azidi</b>	Con acqua, acidi, rame, piombo, argento, magnesio, solventi alogenati. Non riscaldare.
<b>Bromo</b>	Con ammoniaca, acetilene, acetaldeide, acrilonitrile, metalli finemente polverizzati (alluminio, mercurio, titanio, ferro, rame), alcoli.
<b>Calcio</b>	Con acqua, idrocarburi alogenati, acidi, idrossidi di alcali (litio, sodio potassio), piombo cloruro.
<b>Carbone attivo</b>	Con tutti gli agenti ossidanti, ipoclorito di calcio.
<b>Carbonio disolfuro</b>	Con sodio, potassio, zinco, azidi, ammine, alogeni.
<b>Cianuri</b>	Con acidi, alcali, Ammine, alcoli, forti ossidanti.
<b>Clorati</b>	Con Sali di ammonio, acidi, polveri metalliche, zolfo, sostanze combustibili finemente polverizzati.
<b>Cloro</b>	Con ammoniaca, acetilene, etere, butadiene, butano, benzene, benzina e altri derivati del petrolio (metano, propano, etano, idrogeno, carburo di sodio, trementina e metalli finemente polverizzati).
<b>Cloroformio</b>	Con sodio, potassio, magnesio, alluminio, zinco, litio, basi forti e forti ossidanti.
<b>Cloruro di alluminio</b>	Con acqua, alcool, nitrobenzene, alcheni.
<b>Diclorometano</b>	Con polveri di Alluminio e magnesio, basi forti e forti ossidanti.
<b>Diossido di cloro</b>	Con mercurio, fosforo, zolfo, potassio idrossido.
<b>Esano</b>	Con forti ossidanti, tetraossido di zinco
<b>Fluoro</b>	Con composti organici, acqua, acido nitrico, agenti riducenti, ammoniaca.
<b>Fluoruro di idrogeno</b>	Ammoniaca (anidra o in soluzione acquosa), basi, anidride acetica, ammine alifatiche, alcol.)
<b>Fosforo (bianco/giallo)</b>	Con aria, alcali, agenti ossidanti, zolfo, alogeni, aldeidi.
<b>Idrazina</b>	Con perossido di idrogeno, acidi, alogeni, ossidi metallici e materiali porosi.
<b>Idrogeno solforato</b>	Con vapori di acido nitrico e gas ossidanti.
<b>Idrocarburi</b>	Con fluoro, cloro, bromo, acido formico, acido cromico, perossido di sodio, perossidi, benzene, butano, propano, benzina, trementina.
<b>Iodio</b>	Con acetilene e ammoniaca (anidra o in soluzione acquosa), altre basi forti, acetaldeide, antimONIO, litio, potassio, polveri meccaniche, alogenuri, oli. Corrode rapidamente gomma e plastiche.
<b>Ipclorito di Calcio</b>	Con acidi, ammine, acetilene, tetracloruro di carbonio, ossido di ferro, metanolo, acido formico, Sali di ammonio. Reagisce violentemente con ammoniaca, ammine, composti azotati causando

	pericolo di esplosione. Attacca molti metalli formando miscele esplosive.
<b>Ipoclorito di Sodio</b>	Con acidi, ammoniaca, etanolo.
<b>Liquidi infiammabili</b>	Con nitrato di ammonio, acido cromico, perossido di idrogeno, acido nitrico, perossido di sodio e alogeni.
<b>Mercurio</b>	Con acetilene, azidi, cloro, cloro diossido, idrogeno, Ammoniaca, metalli alcalini, ossido di etilene.
<b>Metalli alcalini in genere (Ca, K, Na, Cs, Li)</b>	Diossido di carbonio, acqua, tetracloruro di carbonio ed altri idrocarburi clorati.
<b>Nitriti e Nitrati</b>	Con materiali combustibili e riducenti
<b>Nitrocellulosa/Nitroparaffina</b>	Con materiali alcalini, acidi forti e forti ossidanti, ammine, metalli.
<b>Ossigeno</b>	Con diversi materiali organici, combustibili e riducenti
<b>Pentossido di fosforo</b>	Con acqua, basi forti, acido perclorico, acido fluoridrico, acido formico. Potassio, sodio, ammoniaca, perossidi, magnesio..
<b>Perclorato di potassio</b>	Con acido solforico e altri acidi, anidride acetica, bismuto e suoi derivati, alcol, carta, legno, grassi e oli organici
<b>Permanganato di potassio</b>	Con glicerina, glicole etilenico, propilenglicole, acido solforico, idrossilammina, materiali combustibili, metalli in polvere, perossidi, zinco e rame.
<b>Perossidi organici</b>	Con acidi (organici e minerali), la maggior parte dei metalli e i combustibili (da evitare gli sfregamenti e le alte temperature).
<b>Perossido di idrogeno</b>	Con cromo, rame, ferro, la maggior parte dei metalli e i loro sali, liquidi infiammabili e altri prodotti combustibili, anilina, nitro metano, alcuni acidi forti come l'acido solforico.
<b>Perossido di sodio</b>	Con acqua, acidi, metalli in polvere, composti organici, (materiali combustibili e riducenti).
<b>Potassio</b>	Con acqua, tetracloruro di carbonio, diossido di carbonio, cloroformio, diclorometano.
<b>Rame</b>	Con acetilene, azide, ossido di etilene, clorati, bromati, iodati
<b>Rame solfato</b>	Con acetilene, nitro metano, basi forti, magnesio, sodio, zirconio, idrazina, idrossilammina, metalli in polvere, forti riducenti.
<b>Sodio</b>	Con acqua, idrocarburi alogenati, fosforo e suoi composti, zolfo e suoi composti.

<b>Sodio azide</b>	Con piombo, rame, argento e altri metalli, potassio idrossido, benzoile cloruro, acidi, disolfuro di carbonio, bromo. Può esplodere per riscaldamento.
<b>Sodio nitrato</b>	Con alluminio, composti di ammonio, ammine, polveri di metalli. Può provocare l'accensione di materie combustibili.
<b>Selenio e fluoruri di selenio</b>	Con agenti ossidanti, acidi forti, cadmio, acido cromatico, fosforo, alcuni metalli (nichel, zinco, sodio, potassio, platino).
<b>Solfuri</b>	Con acidi.
<b>Tellurio e fluoruri di tellurio</b>	Con alogeni, acidi, zinco, cadmio.
<b>Tetracloruro di carbonio</b>	Con sodio, potassio, alluminio, magnesio, bario, alcol allilico, agenti ossidanti in generale.
<b>Zolfo</b>	Con alogeni, fosforo, sodio, stagno, ammonio nitrato, ammoniaca.

#### 4. REFLUI INORGANICI

Come accennato precedentemente i reflui inorganici oggetto della presente valutazione traggono origine da attività industriali principalmente riconducibili al settore metallurgico e sono caratterizzati dalla presenza di metalli pesanti.

Per il trattamento di tali reflui si prevede l'utilizzo di un processo chimico-fisico di chiariflocculazione dedicato alla rimozione di:

- COD particolato e colloidale;
- Oli e grassi;
- Solidi sospesi;
- Tensioattivi;
- Metalli pesanti.

Il processo di chiariflocculazione verrà svolto all'interno di opportuni serbatoi di contatto ove verranno dosati e miscelati con il refluo i seguenti prodotti:

- Cloruro ferrico;
- Soluzione di calce idrata;
- Polielettrolita.

Tendenzialmente tali flussi non presentano corpi in sospensione di dimensioni rilevanti perciò, in questa fase, non si prevede un pretrattamento di grigliatura dedicato; pertanto stante la necessità di classificare e quantificare il flusso in ingresso lo stesso verrà direttamente stoccato all'interno di serbatoi d'accumulo da cui verrà successivamente inviato al trattamento chimico-fisico.

#### 4.1 PROCESSI DI RIMOZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI NELL'IMPIANTO CHIMICO-FISICO.

Stante la potenzialità complessiva della piattaforma di trattamento fissata in 480 m<sup>3</sup>/d il presente trattamento specifico viene dimensionato per una portata oraria pari a 10 m<sup>3</sup>/h ovvero 240 m<sup>3</sup>/d.

Si osserva comunque che il refluo in uscita dall'impianto di trattamento chimico-fisico verrà miscelato ad altri reflui provenienti dai trattamenti specifici (percolato, flusso reflui organici) e che pertanto la combinazione ottenuta verrà opportunamente valutata al fine di non inibire il processo di trattamento biologico finale.

All'interno di un impianto di tipo chimico-fisico il COD particolato e colloidale, gli oli ed i grassi, i solidi sospesi ed i tensioattivi vengono rimossi per coagulazione, flocculazione e sedimentazione nei fiocchi di fango che si sviluppano.

L'abbattimento dei metalli pesanti avverrà mediante la precipitazioni degli stessi sotto forma di idrossidi che, dopo la flocculazione, saranno rimossi dalle acque per decantazione. Il range ottimale di precipitazione dei metalli pesanti sotto forma di idrossidi varia notevolmente da metallo a metallo, ed è influenzato dal pH della soluzione come si può evincere dai grafici seguenti.

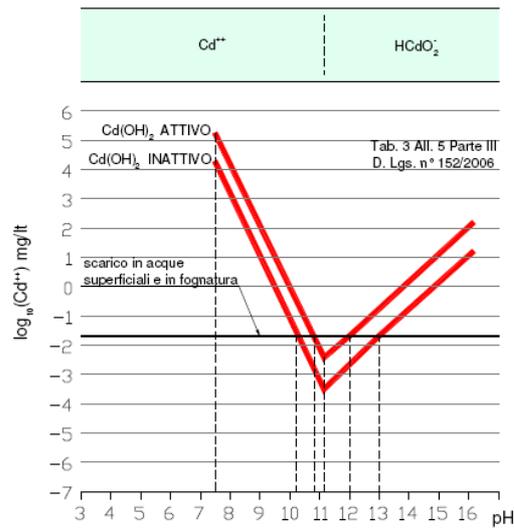


Figura 1 - Influenza del pH sulla solubilità degli idrossidi di cadmio a 25°C.

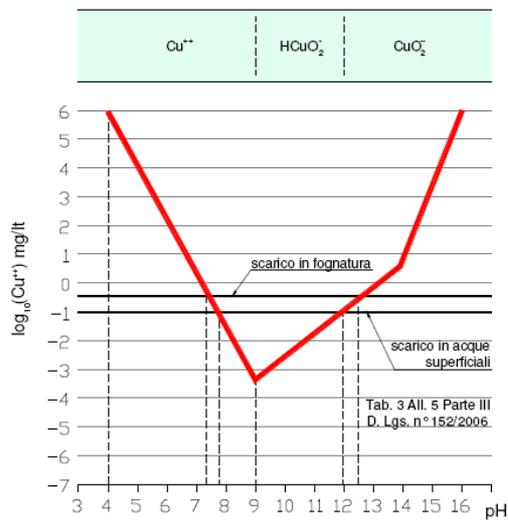


Figura 2 - Influenza del pH sulla solubilità degli idrossidi di rame a 25°C.

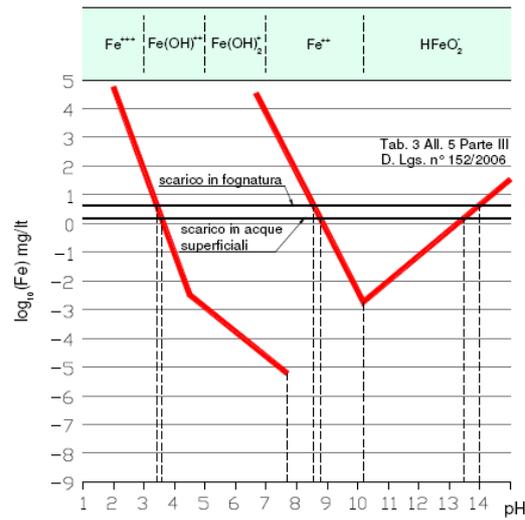


Figura 3 - Influenza del pH sulla solubilità degli idrossidi di ferro II e ferro III a 25°C.

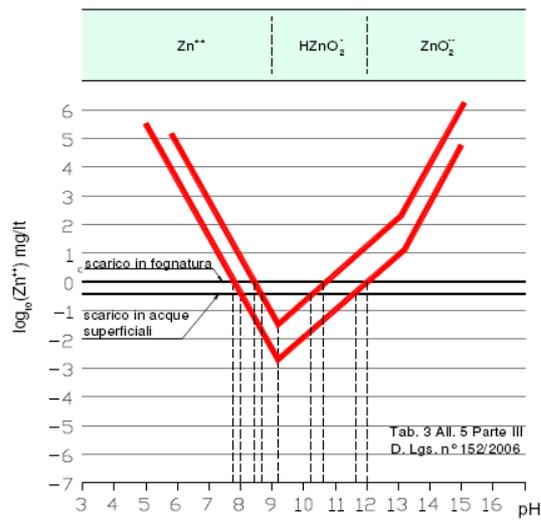


Figura 4 - Influenza del pH sulla solubilità degli idrossidi di zinco a 25°C.

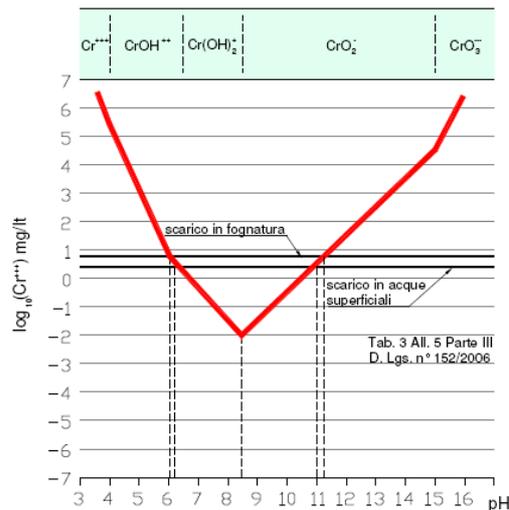


Figura 5 - Influenza del pH sulla solubilità del Cr(OH) idratato a 25°C in soluzioni clorurate.

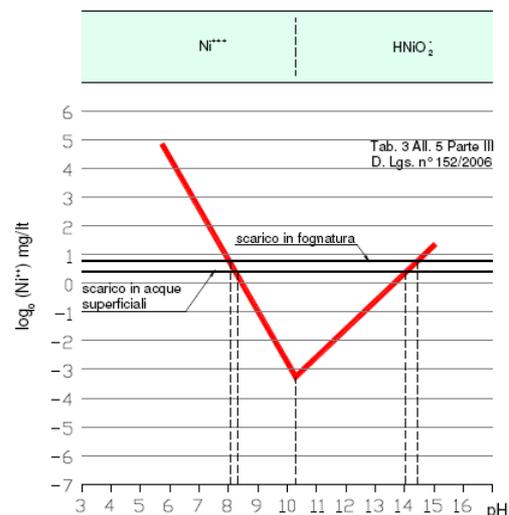


Figura 6 - Influenza del pH sulla solubilità degli idrossidi di nichel a 25°C.

I grafici precedenti si riferiscono alla solubilità di metalli presenti allo stato puro in una soluzione acquosa; nella totalità delle condizioni d'esercizio è consuetudine osservare la presenza in soluzione di più metalli contemporaneamente nonché la presenza di "limo" (inteso come solidi in sospensione) nella soluzione acquosa.

Tali fattori permettono normalmente di migliorare le curve di solubilità a causa di fenomeni di co-precipitazione che verranno sviluppati in ambiente alcalino (pH 9,5-11).

## 4.2 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI REFLUI INORGANICI

Allo stato di fatto non si dispone di alcuna informazione analitica sulla composizione media dei reflui, pertanto, al fine di valutare puntualmente i rendimenti di depurazione specifici, si considereranno delle prove di jar test esemplificative dei rendimenti di depurazione ottenibili su reflui simili, per simulare il processo di chiariflocculazione dell'impianto.

#### 4.2.1 PROVENIENZA E CARATTERISTICHE DEI CAMPIONI SOTTOPOSTI A JAR TEST

I campioni indicati successivamente provengono dalle linee di lavorazione di un'attività industriale operante nel settore metallurgico per la produzione di profilati in acciaio al carbonio ed acciaio inossidabile.

A titolo puramente indicativo vengo riportate successivamente le caratteristiche analitiche di tali reflui.

##### Campione 1 – refluo linea di zincatura nastri in acciaio al carbonio

Parametro	U.M.	Analisi	Limite di scarico
Concentrazione idrogenionica	pH	7,1	5,5 – 9,5
C.O.D.	mg/l O <sub>2</sub>	424	160
B.O.D. <sub>.5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	30	40
P <sub>TOT</sub>	mg/l	24,4	10
S.S.T.	mg/l	856	80
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	4,3	15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	2,6	20
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,09	0,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	29,1	1.000
Tensioattivi non ionici	mg/l	1,47	-
Tensioattivi anionici	mg/l	0,79	-
Tensioattivi totali	mg/l	2,26	2
F <sup>-</sup>	mg/l	3,3	6
Al	mg/l	0,72	1
Cd	mg/l	0,06	0,02
Cr <sub>TOT</sub>	mg/l	3,23	2
Cr <sub>VI</sub>	mg/l	0,06	0,2
Cu	mg/l	0,36	0,1
Fe	mg/l	24,42	2
Mn	mg/l	0,34	2
Ni	mg/l	2,10	2
Pb	mg/l	0,80	0,2
Zn	mg/l	0,22	0,5

##### Campione 2 – refluo linea decapaggio nastri acciaio al carbonio

Parametro	U.M.	Analisi	Limite di scarico
Concentrazione idrogenionica	pH	3,7	5,5 – 9,5
C.O.D.	mg/l O <sub>2</sub>	188	160
B.O.D. <sub>.5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	7,5	40
P <sub>TOT</sub>	mg/l	4,4	10
S.S.T.	mg/l	5.018	80
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	5,8	15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	8,5	20
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,12	0,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	506,6	1.000
Tensioattivi non ionici	mg/l	< 0,2	-
Tensioattivi anionici	mg/l	0,65	-

Tensioattivi totali	mg/l	< 0,85	2
F <sup>-</sup>	mg/l	33,1	6
Al	mg/l	7,52	1
Cd	mg/l	0,42	0,02
Cr <sub>TOT</sub>	mg/l	69,1	2
Cr <sub>VI</sub>	mg/l	0,06	0,2
Cu	mg/l	4,4	0,1
Fe	mg/l	342,2	2
Mn	mg/l	6,08	2
Ni	mg/l	41,37	2
Pb	mg/l	1,25	0,2
Zn	mg/l	2,27	0,5

### Campione 3 – refluo linea nastri in acciaio inossidabile

Parametro	U.M.	Analisi	Limite di scarico
Concentrazione idrogenionica	pH	1,8	5,5 – 9,5
C.O.D.	mg/l O <sub>2</sub>	742	160
B.O.D. <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	23	40
P <sub>TOT</sub>	mg/l	0,17	10
S.S.T.	mg/l	156	80
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	1,8	15
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3,6	20
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	< 0,01	0,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1.867	1.000
Tensioattivi non ionici	mg/l	< 0,02	-
Tensioattivi anionici	mg/l	0,32	-
Tensioattivi totali	mg/l	< 0,34	2
F <sup>-</sup>	mg/l	1.119	6
Al	mg/l	1,55	1
Cd	mg/l	0,52	0,02
Cr <sub>TOT</sub>	mg/l	132,1	2
Cr <sub>VI</sub>	mg/l	0,12	0,2
Cu	mg/l	1,3	0,1
Fe	mg/l	610,30	2
Mn	mg/l	6,81	2
Ni	mg/l	219,8	2
Pb	mg/l	1,23	0,2
Zn	mg/l	1,24	0,5

In colore rosso sono stati evidenziati i parametri analitici non conformi ovvero superiori al limite normativo per lo scarico in acque superficiali.

Le prove di laboratorio effettuate, su campioni medi ed opportune miscele degli stessi, hanno individuato i seguenti rendimenti depurativi:

#### Miscela campione 1 e 2

Il campione medio significativo (C.M.S.) è composto dalle seguenti frazioni:

- Campione 1: 25 %
- Campione 2: 75 %

Sul campione (C.M.S. = 500 ml) si sono effettuate le seguenti prove:

- Prova A: dosaggio di  $\text{Ca(OH)}_2$  al 5% sino a pH = 10,0 (4 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (1,5 ml);
- Prova B: dosaggio di  $\text{Ca(OH)}_2$  al 5% sino a pH = 11,0 (5 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (2 ml);
- Prova C: dosaggio di  $\text{Ca(OH)}_2$  al 5% sino a pH = 11,5 (6 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (3,5 ml).

A titolo puramente indicativo vengono riportate le caratteristiche analitiche del refluo trattato.

Parametro	U.M.	C.M.S.	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Limiti scarico
Concentrazione idrogenionica	pH	4,5	10	11,0	11,5	5,5 – 9,5
C.O.D.	mg/l $\text{O}_2$	247	100	103	106	160
B.O.D. <sub>5</sub>	mg/l $\text{O}_2$	13	-	-	-	40
P <sub>TOT</sub>	mg/l	9,4	-	-	-	10
S.S.T.	mg/l	3.970	-	-	-	80
$\text{NH}_4^+$	mg/l	5,4	-	-	-	15
$\text{NO}_3^-$	mg/l	7,02	-	-	-	20
$\text{NO}_2^-$	mg/l	0,11	-	-	-	0,6
$\text{SO}_4^{2-}$	mg/l	387	-	-	-	1.000
Tensioattivi non ionici	mg/l	-	-	-	-	-
Tensioattivi anionici	mg/l	-	-	-	-	-
Tensioattivi totali	mg/l	-	-	-	-	2
$\text{F}^-$	mg/l	25,6	21,5	20,4	24,5	6
Al	mg/l	5,82	0,03	0,14	0,09	1
Cd	mg/l	0,33	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
Cr <sub>TOT</sub>	mg/l	52,63	0,28	0,58	0,10	2
Cr <sub>VI</sub>	mg/l	0,06	-	-	-	0,2
Cu	mg/l	3,4	0,02	0,05	0,02	0,1
Fe	mg/l	262,7	1,77	3,83	1,15	2
Mn	mg/l	4,65	0,05	0,06	0,01	2
Ni	mg/l	31,55	0,48	0,53	0,18	2
Pb	mg/l	1,13	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2
Zn	mg/l	1,76	0,01	0,05	< 0,01	0,5



L'immagine precedente si riferisce ai campioni trattati nelle varie simulazioni e successivamente al trattamento.

### Campione 3

Sul campione (C.M.S. = 500 ml) si sono effettuate le seguenti prove:

Prova A: dosaggio di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al 5% sino a pH = 11,5 (45 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (3 ml);

Prova B: dosaggio di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al 5% sino a pH = 9,5 (40 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (2 ml);

Prova C: dosaggio NaOH 6M sino a pH = 6 (6 ml); dosaggio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al 5% sino a pH = 11,5 (10 ml); dosaggio soluzione di polielettrolita al 0,14 % (5 ml).

A titolo puramente indicativo vengono riportate le caratteristiche analitiche di tali refluo trattato.

Parametro	U.M.	C.M.S.	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Limiti scarico
Concentrazione idrogenionica	pH	1,8	11,5	9,5	11,5	5,5 – 9,5
C.O.D.	mg/l $\text{O}_2$	742	18,3	15,6	17,1	160
B.O.D. <sub>5</sub>	mg/l $\text{O}_2$	-	-	-	-	40
S.S.T.	mg/l	-	-	-	-	80
$\text{NH}_4^+$	mg/l	1,8	< 1	< 1	< 1	15
$\text{NO}_3^-$	mg/l	3,6	4,3	2,0	<0,1	20
$\text{NO}_2^-$	mg/l	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,6
$\text{SO}_4^{2-}$	mg/l	1.867	1.200	1.196	1.643	1.000
$\text{F}^-$	mg/l	1.119	10	12	464	6
Al	mg/l	1,55	0,03	0,04	0,08	1
Cd	mg/l	0,52	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
Cr <sub>TOT</sub>	mg/l	132,1	0,27	0,31	0,34	2
Cr <sub>VI</sub>	mg/l	-				0,2
Cu	mg/l	1,3	0,02	0,02	0,03	0,1
Fe	mg/l	610,30	2,02	2,49	2,35	2
Mn	mg/l	6,81	0,03	0,25	0,03	2
Ni	mg/l	219,8	0,32	0,46	0,39	2
Pb	mg/l	1,23	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,2
Zn	mg/l	1,24	0,04	0,04	<0,01	0,5



L'immagine precedente si riferisce ai campioni trattati nelle varie simulazioni e successivamente al trattamento.

#### **4.2.2 CONCLUSIONI SUI CAMPIONI SOTTOPOSTI A JAR TEST**

Le prove di laboratorio hanno dimostrato l'effettiva efficacia di un trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione applicato a matrici con presenza di metalli pesanti.

In conclusione nell'ipotesi che arrivino all'impianto di trattamento reflui con caratteristiche simili si otterranno rendimenti d'abbattimento dei metalli pesanti in linea con le simulazioni precedenti.

### **4.3 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO CHIMICO FISICO**

L'impianto chimico-fisico di chiariflocculazione sarà composto da tre reattori cilindrici posti in serie e dotati di opportuni agitatori sommersi al fine di creare un'intima miscela tra il refluo alimentato ed i chemicals introdotti.

Successivamente ai serbatoi di contatto verrà installato un sedimentatore a pacchi lamellari per la separazione del refluo depurato dalla matrice fangosa.

Il criterio di dimensionamento adottato per la definizioni dei volumi dei reattori si basa sul tempo effettivo di contatto che, nello specifico, verrà assunto pari a 30 minuti.

#### **4.3.1 REATTORE DI COAGULAZIONE**

Il reattore, di forma cilindrica e realizzato in robusta carpenteria in acciaio inox aisi 316, avrà un volume utile di circa 5 m<sup>3</sup> che consentirà un tempo di contatto di circa 30 minuti.

Nel reattore, mantenuto in miscelazione forzata mediante un agitatore veloce con girante a turbina è previsto il dosaggio dei seguenti reagenti:

- soluzione commerciale di cloruro ferrico al 41% (FeCl<sub>3</sub>): il cloruro ferrico verrà dosato come coagulante e nel contempo servirà per migliorare la successiva fase di flocculazione con polielettrolita;

Il dosaggio di cloruro ferrico avverrà mediante una pompa dosatrice che varierà la propria portata in funzione della quantità di refluo addotto all'impianto.

#### **4.3.2 REATTORE PER LA PRECIPITAZIONE DEI METALLI**

Il reattore, di forma cilindrica e realizzato in robusta carpenteria in acciaio inox aisi 304, avrà un volume utile di circa 5 m<sup>3</sup> che consentirà un tempo di contatto di circa 30 minuti.

Nel reattore, mantenuto in miscelazione forzata mediante un agitatore veloce con girante a turbina è previsto il dosaggio dei seguenti reagenti:

- soluzione di latte di calce al 5%

Il dosaggio di latte di calce, opportunamente preparato mediante la diluizione di idrossido di calcio Ca(OH)<sub>2</sub> in una soluzione acquosa, verrà effettuato mediante una valvola elettropneumatica asservita ad un pH-metro per la regolazione del pH al valore ottimale per la precipitazione dei metalli pesanti.

#### **4.3.3 REATTORE DI FLOCCULAZIONE**

Il reattore, di forma cilindrica e realizzato in robusta carpenteria in acciaio inox aisi 304, avrà un volume utile di circa 5 m<sup>3</sup> che consentirà un tempo di contatto di circa 30 minuti.

Nel reattore, mantenuto in miscelazione forzata mediante un agitatore lento con girante a turbina è previsto il dosaggio dei seguenti reagenti:

- soluzione di polielettrolita allo 0,1 ÷ 0,2 %: il dosaggio della soluzione di polielettrolita avrà lo scopo di promuovere la formazioni di fiocchi di fango pesanti per la successiva fase di sedimentazione. La soluzione di polielettrolita verrà preparata mediante un apposito polipreparatore.

Il dosaggio di polielettrolita avverrà mediante una pompa dosatrice che varierà la propria portata in funzione della quantità di refluo addotto all'impianto.

#### **4.3.4 COMPARTO DI SEDIMENTAZIONE FINALE**

La torbida flocculata in uscita dai reattori di trattamento chimico-fisico verrà avviata a gravità in un sedimentatore a pacchi lamellari, realizzato in robusta carpenteria in acciaio inox aisi 304, per separare i fanghi dall'acqua destinata al successivo trattamento nell'impianto biologico.

Il sedimentatore presenterà al suo interno una serie di convogliatori lamellari del flusso per aumentare la superficie equivalente di sedimentazione.

Il dimensionamento del sedimentatore a pacchi lamellari viene eseguito considerando una portata di 10 m<sup>3</sup>/h con un carico idraulico di superficie (velocità di Hazen) pari a 0,6 m/h.

Pertanto la superficie equivalente del sedimentatore a pacchi lamellari sarà:

$$S_{eq} = 10 / 0,6 = 16,7 \text{ m}^2$$

Per la tipologia di reflujo si definisce inoltre un angolo d'inclinazione del pacco lamellare pari a 30° rispetto alla verticale.

I fanghi saranno estratti dal fondo del sedimentatore mediante una pompa monovite posizionata sotto battente e dotata di regolazione della portata mediante inverter. Le acque surnatanti ovvero depurate saranno raccolte in una canaletta di sfioro e avviate al trattamento biologico previa equalizzazione nella sezione dedicata.

## 5. PERCOLATI DI DISCARICA

Stante la potenzialità complessiva della piattaforma di trattamento fissata in 480 m<sup>3</sup>/d il presente trattamento specifico viene dimensionato per una portata oraria pari a 10 m<sup>3</sup>/h ovvero 240 m<sup>3</sup>/d secondo le specifiche indicate successivamente. È inoltre da osservare che la suddetta tipologia di refluo contiene sostanze difficilmente biodegradabili pertanto, la quantità effettivamente trattabile, dovrà essere verificata in funzione delle caratteristiche e delle quantità degli altri reflui addotti all'impianto con particolare interesse nei confronti di matrici organiche facilmente biodegradabili.

Tendenzialmente tali flussi non presentano corpi in sospensione di dimensioni rilevanti perciò, in questa fase, non si prevede un pretrattamento di grigliatura dedicato; pertanto stante la necessità di classificare e quantificare il flusso in ingresso lo stesso verrà direttamente stoccato all'interno di serbatoi d'accumulo da cui verrà successivamente inviato al trattamento specifico.

### 5.1 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI PERCOLATI

Le caratteristiche chimiche analitiche dei percolati di discarica sono state fornite dal Cliente e riepilogate nella seguente tabella

Parametro	U.M.	Valore
Concentrazione idrogenionica	pH	1,8
C.O.D.	mg/l O <sub>2</sub>	6500
B.O.D. <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	3250
S.S.T.	mg/l	1250
Azoto Kjehldahl	mg/l	3000
Nitrati	mg/l	10
Nitriti	mg/l	10
Fosforo totale	mg/l	25
Tensioattivi totali	mg/l	40
Idocarburi totali	mg/l	35
Cloruri	mg/l	3000
Ferro	mg/l	10
Magnesio	mg/l	125
Zinco	mg/l	15

### 5.2 PROCESSI DI RIMOZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI

Il trattamento specifico dei percolati di discarica avverrà mediante un doppio stadio di trattamento costituito da:

- Trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione;
- Trattamento fisico di concentrazione ed evaporazione.

### 5.3 TRATTAMENTO CHIMICO-FISICO DI CHIARIFLOCCULAZIONE

Come indicato al precedente capitolo 4 il trattamento mediante chiariflocculazione risulta particolarmente idoneo per la rimozione di:

- COD particolato e colloidale;
- Oli e grassi;
- Solidi sospesi;
- Tensioattivi;
- Metalli pesanti.

Il processo di chiariflocculazione verrà svolto, in analogia al flusso di reflui inorganici, all'interno di opportuni serbatoi di contatto ove verranno dosati e miscelati con il refluo i seguenti prodotti:

- Cloruro ferrico;
- Soluzione di calce idrata;
- Polielettrolita.

Sostanzialmente il presente pretrattamento ha finalità simili a quanto indicato nel capitolo 4, inoltre, potendo assimilare le due matrici verrà predisposto un trattamento di chiariflocculazione della capacità e con le peculiarità di quanto indicato precedentemente.

Si traslascia il dimensionamento della presente sezione assumendola uguale a quanto indicato al paragrafo 4.3.

## **5.4 TRATTAMENTO FISICO DI CONCENTRAZIONE ED EVAPORAZIONE**

Successivamente al trattamento chimico-fisico una quota parte del percolato trattato (6,25 m<sup>3</sup>/h ovvero 150 m<sup>3</sup>/d) verrà sottoposto ad un processo di concentrazione mediante osmosi inversa e concentrazione mediante evaporazione sottovuoto.

La restante quota di percolato, pari a 3,75 m<sup>3</sup>/h ovvero 90 m<sup>3</sup>/d, non subirà altri trattamenti e verrà miscelato direttamente con il flusso proveniente dal trattamento spinto di concentrazione ed evaporazione costituendo una miscela con specifiche caratteristiche analitiche che verranno individuate successivamente.

### **5.4.1 INTRODUZIONE AL TRATTAMENTO DI CONCENTRAZIONE ED EVAPORAZIONE**

L'impianto proposto si inserisce all'interno di un progetto che, complessivamente, prevede più stadi di trattamento. In particolare l'impianto complessivamente sarà composto da:

- Sezione di accumulo e omogeneizzazione del percolato grezzo;
- Sezione di trattamento chimico-fisico del percolato grezzo per l'abbattimento dei metalli pesanti.

A valle della sezione di trattamento chimico-fisico, come indicato precedentemente, il percolato sarà suddiviso in due flussi separati. Il primo sarà inviato alla sezione di concentrazione mentre il secondo sarà inviato, previa miscelazione con il primo flusso, al trattamento biologico con nitrificazione e denitrificazione.

La sezione di concentrazione sarà composta da:

- Sezione di filtrazione su filtri a sabbia per eliminare i solidi sospesi residui;
- Sezione di preconcentrazione su unità di osmosi inversa;
- Sezione di evaporazione del concentrato di osmosi inversa.

Il trattamento proposto ha i seguenti scopi:

- Produrre un concentrato da inviare a smaltimento;
- Produrre un effluente depurato con contenuto di inquinanti molto ridotto.

### **5.4.2 CARATTERISTICHE DEL REFLUO IN INGRESSO**

Per lo sviluppo del progetto ci si è basati sulle caratteristiche del percolato grezzo fornite dalla CISA e sull'esperienza maturata fino ad ora con impianti simili esistenti e già realizzati in varie parti del mondo.

### **5.4.3 IPOTESI DI PROGETTO**

Nella tabella successiva sono riportate le caratteristiche analitiche del percolato, dopo il trattamento chimico-fisico, utilizzate per il presente progetto.

Parametri	u.m.	Percolato Valori di progetto
pH		7.5 ÷ 9.0
Temperatura	°C	5 ÷ 30
Conducibilità	µS/cm	< 15000
Residuo 105°C	%	1,2
Residuo 600°C	%	0,6
Solidi sospesi totali	mg/l	< 50
COD	mg/l O2	6500
BOD5	mg/l O2	3250
Azoto totale	mg/l N	3000
Ammonio	mg/l N	3000
Fosforo totale	mg/l P	25
Nitrati	mg/l	10
Nitriti	mg/l	10
Calcio	mg/l	< 200
Magnesio	mg/l	125
Bicarbonati	mg/l	< 3000
Cloruri	mg/l	3000
Solfati	mg/l	< 100
Ferro	mg/l	< 0.5
Manganese	mg/	< 0.5
Metalli pesanti totali	mg/l	< 10
Silice	mg/l	< 20
Zinco	mg/l	< 0.5
Idrocarburi	mg/l	35
Tensioattivi	mg/l	40

Inoltre si è considerato che il trattamento chimico-fisico agisca sui solidi sospesi e sui metalli pesanti e che pertanto gli stessi siano abbattuti entro i limiti riportati nella tabella precedente.

Tutti i parametri riportati nelle precedenti tabelle sono da considerarsi come ottenuti da metodiche analitiche ufficiali (APAT-IRSA, APHA and Standard Methods).

Per quanto concerne tutti gli altri parametri non riportati specificatamente nelle precedenti tabelle si assume che siano inferiori ai limiti di scarico previsti dal D.Lgs 152/2006, tabella 3, per le acque superficiali ed effettuati secondo le metodiche analitiche ufficiali (APAT-IRSA, APHA and Standard Methods).

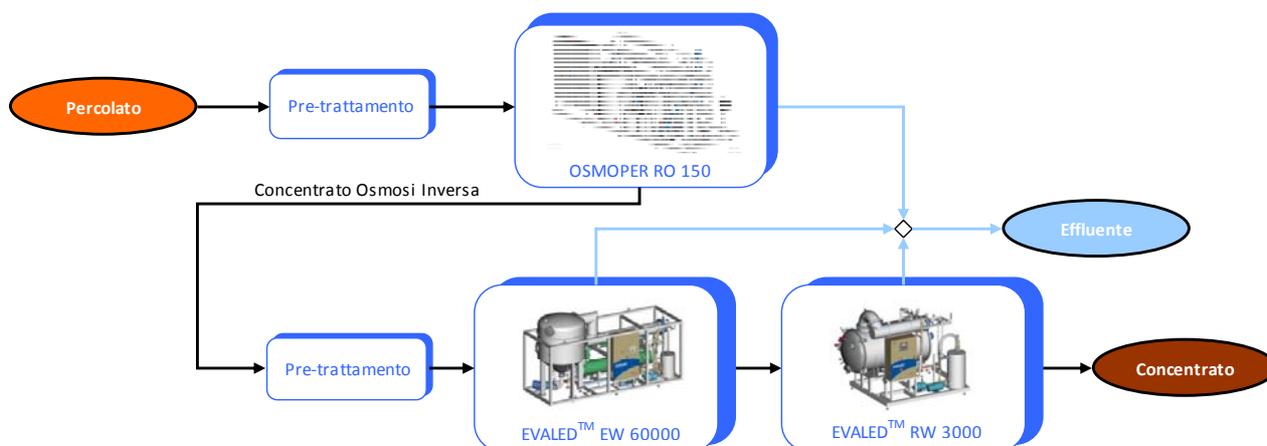
Il percolato grezzo inviato all'ingresso dell'impianto di concentrazione avrà caratteristiche uguali a quanto assunto come ipotesi di progetto in modo da garantire le prestazioni dell'impianto stesso.

Per garantire l'integrità dell'impianto ed evitare problemi d'incrostazioni e/o corrosione, nel caso uno o più parametri avessero concentrazioni superiori al valore riportato nelle ipotesi progettuali, si ridurrà la produttività dell'impianto stesso. Questa situazione dovrà considerarsi come evento eccezionale ed avrà una durata massima di 24 ore; oltre tale termine si eseguirà una valutazione più dettagliata sulle caratteristiche del percolato alimentato per valutare come condurre l'impianto in sicurezza.

Nel caso l'operatore addetto alla conduzione dell'impianto rilevi che il percolato grezzo abbia caratteristiche diverse da quanto ipotizzato dovrà contattare il responsabile tecnico dell'impianto per decidere congiuntamente quali variazioni alle impostazioni di lavoro dovranno essere effettuate.

#### 5.4.4 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Nell'immagine seguente è presentato uno schema dell'impianto proposto.



L'impianto proposto è composto dalle seguenti sezioni di trattamento:

- Sezione di pre-trattamento;
- Sezione di concentrazione su osmosi inversa;
- Sezione di pre-trattamento del concentrato di osmosi inversa;
- Sezione di evaporazione 1 – EW40000,
- Sezione di evaporazione 2 – RW6000;
- 

Il percolato grezzo è prelevato dall'uscita del trattamento chimico-fisico e inviato alla sezione di pre-trattamento che precede la concentrazione su osmosi inversa.

Il pre-trattamento comprende:

- Correzione del pH con dosaggio di acido cloridrico;
- Eliminazione della CO<sub>2</sub> tramite insufflazione di aria;
- Filtrazione su sabbia per l'eliminazione dei solidi sospesi presenti;

La correzione di pH consente di evitare la precipitazione di sali insolubili all'interno delle membrane di osmosi inversa e di aumentare la reiezione dell'ammoniaca riducendone quindi il contenuto sul permeato finale.

Il percolato pretrattato è quindi inviato alla sezione di osmosi inversa, dove verrà suddiviso in un effluente depurato, detto permeato, e in un concentrato da inviare alle successive fasi di concentrazione. L'unità di osmosi proposta, dato il livello di abbattimento di COD, BOD<sub>5</sub> e ammonio che l'impianto deve garantire, sarà configurata secondo uno schema a triplo passaggio. Questo significa che il permeato finale che sarà inviato allo scarico sarà transitato attraverso le membrane di osmosi inversa per tre volte. Dato che ogni passaggio attraverso le membrane di osmosi inversa consente un abbattimento del 97÷99% degli inquinanti, il grado di abbattimento totale sarà superiore al 99,9%.

Questo consente inoltre di evitare il post-trattamento sul permeato prima dello scarico se non una semplice correzione del pH.

Il concentrato prodotto dalla sezione di osmosi inversa è inviato alla sezione di evaporazione costituita da:

- Pretrattamento (correzione pH e eliminazione CO<sub>2</sub>);
- Evaporazione sottovuoto su unità ad acqua calda e circolazione forzata EW40000;
- Evaporazione sottovuoto su unità ad acqua calda con raschiatore RW6000.

Data la natura particolare del progetto e la scelta della tecnologia, non si ritiene necessario un post-trattamento dell'effluente trattato dalla sezione di concentrazione; pertanto si prevede che l'effluente depurato abbia le seguenti caratteristiche:

- COD < 160 mg/l
- ammonio < 100 mg/l
- conducibilità < 500 microS/cm.

#### 5.4.5 BILANCIO DI MASSA

Nella tabella seguente è riportato il bilancio di massa calcolato a partire dai dati di progetto iniziali.

<b>Bilancio di massa globale</b>		
Percolato in ingresso osmosi inversa	m3/d	150
R105°C	%	1.2
Concentrato finale	m3/d	7.5
R105°C	%	> 30
Effluente trattato	m3/d	142.5
R105°C	%	0.01
Fattore concentrazione volumetrica		~ 20

#### 5.4.6 SEZIONE PRETRATTAMENTO OSMOSI INVERSA

La sezione di pretrattamento sarà costituita da:

- N°2 serbatoi in HDPE da 10 m<sup>3</sup> ciascuno. Ogni serbatoio sarà equipaggiato con una pompa di ricircolo ed ugello spray per il controllo della schiuma, sistema di regolazione del pH con dosaggio di acido cloridrico e diffusore per l'aria di stripping della CO<sub>2</sub>.
- N°1 soffiante per l'aria necessaria allo stripping della CO<sub>2</sub> sviluppata durante la correzione del pH.
- N°2 filtri a sabbia, equipaggiati con pompa di alimentazione e controlavaggio. Le caratteristiche dei filtri a sabbia sono riportate nella seguente tabella. I filtri a sabbia sono installati all'interno del container dell'unità di osmosi inversa.

Numero di filtri		2
Diametro dei filtri	mm	800
Superficie filtrante totale	m <sup>2</sup>	1.0
Portata alimentazione	m <sup>3</sup> /h	7.0
Velocità filtrazione	m/h	7.0
Altezza del letto filtrante	mm	1000
Granulometria sabbia	mm	0.8 ÷ 1.2

#### 5.4.7 SEZIONE DI OSMOSI INVERSA

La sezione ad osmosi inversa sarà costituita da un'unità OSMOPER 150. Questa unità ha una capacità nominale di 150 m<sup>3</sup>/d di reflujo in ingresso.

Nella sottostante tabella sono riportate le caratteristiche tecniche dell'unità di osmosi inversa proposta.

Modello		OSMOPER 150
Configurazione		Triplo passaggio
Caratteristiche sezione 1°passaggio		
Numero di stadi		3
Numero di membrane per stadio		8
Numero membrane totali		24
Numero housing		6
Pressione di lavoro massima	bar	70
Caratteristiche sezione 2°passaggio		
Numero di stadi		1
Numero di membrane per stadio		6
Numero membrane totali		6
Numero housing		1
Pressione di lavoro massima	bar	40
Caratteristiche sezione 3°passaggio		
Numero di stadi		1
Numero di membrane per stadio		4
Numero membrane totali		4
Numero housing		1
Pressione di lavoro massima	bar	28
Pompa alimentazione 1°passaggio		
Numero		1
Tipo		Centrifuga verticale multistadio
Modello		Grundfos CRN10-4
Portata	m3/h	10
Pressione	bar	3,5
Potenza installata	kW	1,5
Pompa pressurizzazione 1°passaggio		
Numero		1
Tipo		Pistoni
Modello		CAT 3531
Portata	m3/h	7
Pressione	bar	70
Potenza installata	kW	30
Pompe pressurizzazione interstadio		
Numero		2
Tipo		Centrifuga orizzontale multistadio
Modello		Grundfos BM8A-10
Portata	m3/h	5,5
Pressione	bar	5
Potenza installata	kW	1.5
Pompe ricircolo 1°passaggio		
Numero		3



Tipo		Centrifuga orizzontale multistadio
Modello		Grundfos BM30-6
Portata	m3/h	32
Pressione	bar	3,5
Potenza installata	kW	5,5
Pompa pressurizzazione 2° passaggio		
Numero		1
Tipo		Centrifuga verticale multistadio
Modello		Grundfos CRN5-34SF + CRN5-36
Portata	m3/h	5
Pressione	bar	38
Potenza installata	kW	11
Pompa ricircolo 2° passaggio		
Numero		1
Tipo		Centrifuga orizzontale multistadio
Modello		Grundfos BM8A-12
Portata	m3/h	10
Pressione	bar	3,5
Potenza installata	kW	2,2
Pompa ricircolo 3° passaggio		
Numero		1
Tipo		Centrifuga orizzontale multistadio
Modello		Grundfos BM8A-12
Portata	m3/h	10
Pressione	bar	3,5
Potenza installata	kW	2,2

L'unità OSMOPER è preassemblata all'interno di un container da 40' ed è equipaggiata con le seguenti dotazioni:

- Filtro a cartucce di sicurezza con cartucce "melt blown" in PP da 10 micron;
- Gruppo di dosaggio anti-incrostante con serbatoio prodotto da 150 litri, pompa dosaggio e sistema iniezione in linea;
- Sistema di lavaggio delle membrane dotato di serbatoio di preparazione della soluzione detergente, gruppi di dosaggio detergenti (serbatoio + pompa), pompa di alimentazione soluzione detergente, resistenza di riscaldamento della soluzione detergente.

All'interno del container, sarà ricavata una piccola stanza di controllo dell'unità, dove sarà installato il quadro di controllo dell'unità di osmosi inversa, separato dall'unità di osmosi inversa.

L'unità è completamente automatica, sia per quanto riguarda le fasi di lavoro sia per le fasi di lavaggio; l'operatore avrà comunque la possibilità di:

- Avviare l'impianto in modo automatico;
- Avviare e fermare l'impianto in modo manuale;
- Impostare la portata di alimentazione ed il recupero globale dell'unità;
- Avviare le fasi di lavaggio in modo manuale;
- Impostare la frequenza, la durata, il dosaggio dei detergenti e la temperatura dei lavaggi delle membrane di osmosi inversa;

- Impostare la frequenza e la durata dei controlavaggi dei filtri a sabbia.

L'impianto potrà, se necessario, essere dotato di un sistema di controllo a distanza per la supervisione delle operazioni di lavoro; tale soluzione consente un rapido feedback con l'operatore in loco in caso di variazioni delle condizioni di lavoro o in caso di problemi di funzionamento dell'unità.

L'unità di osmosi inversa è dotata di tutta la strumentazione necessaria per il controllo e la regolazione delle fasi di lavoro e lavaggio. In particolare sono installati:

- misuratori di portata magnetici o a palette per il controllo delle portate di alimentazione, di permeazione e di ricircolo dell'unità;
- trasduttori di pressione per il controllo della pressione di lavoro e delle perdite di carico in varie parti dell'unità;
- sensori di temperatura, per il controllo della temperatura in ingresso all'unità e della soluzione di lavaggio;
- sensori di conducibilità, per il controllo della conducibilità del percolato grezzo, prima e dopo il pretrattamento, del concentrato e dei permeati dei vari passaggi dell'unità.

Considerando le caratteristiche di progetto del percolato il bilancio di massa dell'unità di osmosi inversa è riportato nella seguente tabella:

<b>Bilancio di massa unità osmosi inversa</b>		
Percolato in ingresso	m3/d	150
R105°C	%	1.2
Concentrato osmosi inversa	m3/d	52.5
R105°C	%	4.0
Effluente trattato	m3/d	97.5
R105°C	%	0.01
Fattore concentrazione volumetrica		2.9
Recupero unità osmosi inversa	%	65

#### 5.4.8 SEZIONE DI EVAPORAZIONE

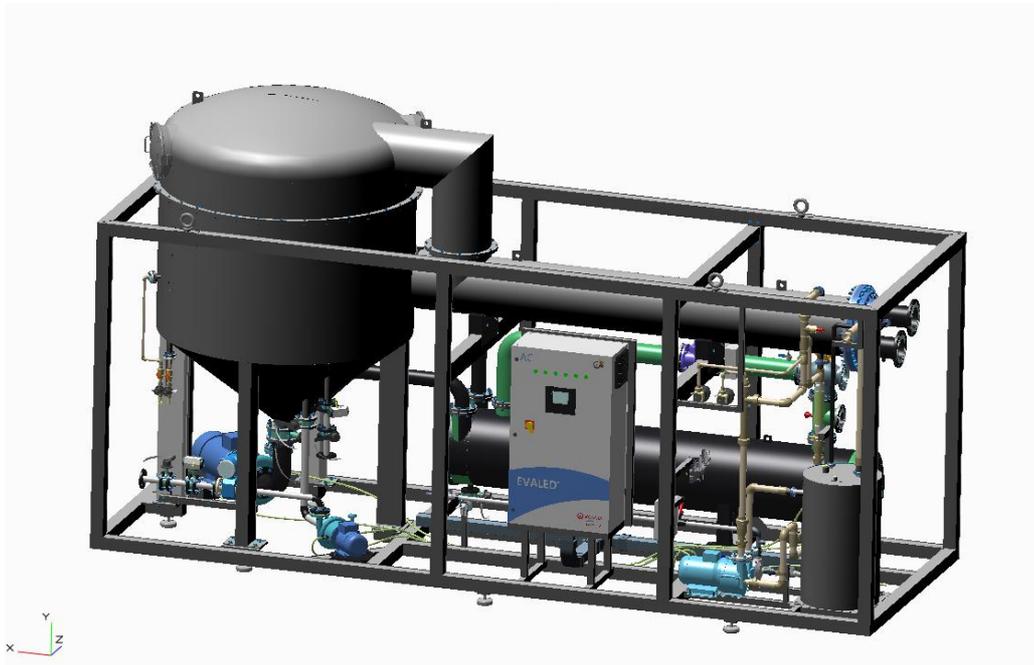
La sezione di evaporazione è suddivisa in due stadi separati per poter arrivare ad un livello di concentrazione del concentrato finale molto elevato. La prima parte della sezione sarà costituita da un evaporatore sottovuoto a circolazione forzata EW40000 mentre per la seconda parte si prevede l'uso di un evaporatore sottovuoto a circolazione forzata raschiato RW6000.

Considerando le caratteristiche di progetto del percolato il bilancio di massa della sezione di evaporazione è riportato successivamente:

<b>Bilancio di massa sezione evaporazione</b>		
Concentrato osmosi inversa	m3/d	52.5
R105°C	%	4.0
Concentrato finale	m3/d	7.5
R105°C	%	> 30
Distillato totale	m3/d	45
R105°C	%	0.05
Fattore concentrazione volumetrica		~ 7
<b>Bilancio di massa EW40000</b>		
Concentrato osmosi inversa	m3/d	52.5
R105°C	%	4.0
Concentrato EW40000	m3/d	13.1
R105°C	%	> 15
Distillato	m3/d	39.4

R105°C	%	0.05
Fattore concentrazione volumetrica		~ 4
<b>Bilancio di massa RW6000</b>		
Concentrato EW40000	m3/d	13.1
R105°C	%	> 15
Concentrato	m3/d	7.5
R105°C	%	> 30
Distillato	m3/d	5.6
R105°C	%	0.1
Fattore concentrazione volumetrica		~ 2

Il prodotto concentrato ottenuto dagli evaporatori verrà stoccato provvisoriamente in opportuni contenitori e successivamente inviato a smaltimento secondo le vigenti normative.



*Immagine evaporatore EW40000.*



*Immagine evaporatore RW6000.*

#### **5.4.9 CONSUMO DI PRODOTTI CHIMICI**

I prodotti chimici necessari per una corretta conduzione dell'impianto ed i loro consumi sono indicati nella tabella seguente. I dati riportati sono da considerarsi delle stime basati sui consumi verificati nel corso degli anni presso impianti esistenti e sulla base dell'esperienza in analoghi impianti già realizzati. I consumi sono riportati con un intervallo di valori e non con un valore definito data la natura variabile del percolato in ingresso all'impianto.

I consumi sono riportati in base al volume di percolato trattato.

Acido cloridrico 33%	kg/m <sup>3</sup>	5 ÷ 15
Iodossido di sodio 30%	g/m <sup>3</sup>	5 ÷ 20
Anti-incrostante per osmosi inversa*	g/m <sup>3</sup>	3 ÷ 10
Anti-incrostante per evaporatori*	g/m <sup>3</sup>	20 ÷ 100
Detergenti per membrane osmosi inversa*	g/m <sup>3</sup>	100 ÷ 300
Detergenti per evaporatori*	g/m <sup>3</sup>	100 ÷ 300
Antischiuma per evaporatori*	kg/m <sup>3</sup>	0.5 ÷ 1.5

#### **5.4.10 CONSUMO ELETTRICO**

Una stima dei consumi elettrici dell'impianto è mostrata nella tabella seguente. I dati sono riportati in funzione della quantità di percolato trattato.

Sezione di pre-trattamento RO	kWh/m <sup>3</sup>	0.5 ÷ 1.5
Sezione osmosi inversa	kWh/m <sup>3</sup>	6.5 ÷ 8.5
Sezione pre-trattamento evaporatori	kWh/m <sup>3</sup>	0.4 ÷ 0.8
Sezione evaporatori	kWh/m <sup>3</sup>	TBD

### **5.5 CARATTERISTICHE MEDIE DEI PERCOLATI**

Come indicato precedentemente i flussi di percolato, successivamente ai trattamenti specifici, vengono riuniti al fine di costituire una matrice unica da inviare al trattamento finale nell'impianto biologico.

Tralasciando l'indicazione di parametri analitici quali i metalli pesanti, che si assume di aver abbattuto nel trattamento di chiariflocculazione, riportiamo successivamente le caratteristiche medie del flusso di percolato prodotto dai due flussi. La valutazione è stata effettuata mediante il calcolo della media pesata dei due flussi ed interessa solamente i parametri analitici rilevanti al fine della determinazione delle caratteristiche del refluo che dovrà essere trattato nella sezione biologica.

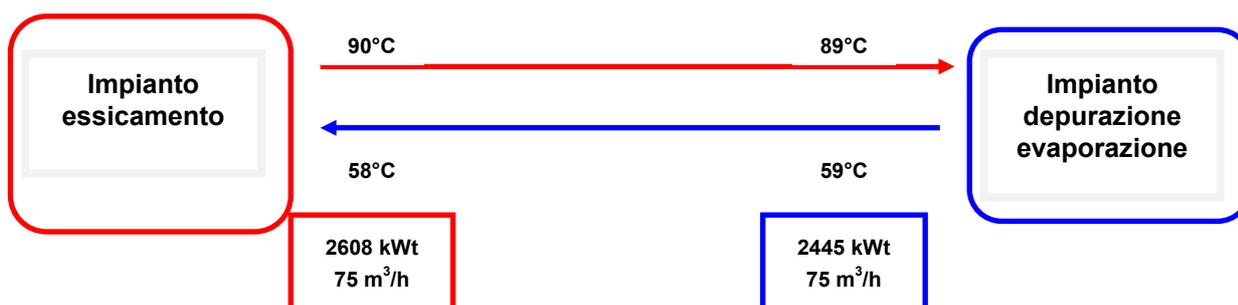
Parametro	U.M.	Flusso soggetto al solo trattamento di chiariflocculazione	Flusso soggetto al trattamento di concentrazione	Caratteristiche medie del refluo
Portata	m <sup>3</sup> /h	3,75	5,94	9,69
C.O.D.	mg/l	6500	160	2614
B.O.D. <sub>5</sub>	mg/l	3250	40	1283
S.S.T.	mg/l	50	0	19,4
Azoto Kjehldahl	mg/l	3000	100	1223

Per i parametri non indicati si ipotizza che rientrino nei limiti previsti nella Tab. 3, Allegato 5 alla Parte III del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo scarico in acque superficiali **in aree non sensibili**.

## 5.6 FLUSSO TERMICO PER L'EVAPORAZIONE

L'energia termica necessaria all'evaporazione del refluo viene ottenuta mediante l'utilizzo di acqua a bassa temperatura proveniente dal realizzando limitrofo impianto di termovalorizzazione. In alternativa, sarà prevista l'installazione di una caldaia per la produzione d'acqua calda alimentata a metano nonché dei relativi accessori.

Lo schema d'utilizzo dell'acqua calda a bassa temperatura viene esemplificato nel seguente schema grafico.



## 6. STOCCAGGIO E DOSAGGIO REAGENTI PER GLI IMPIANTI DI CHIARIFLOCCULAZIONE

Come indicato nei capitoli precedenti verranno realizzati n°2 impianti di trattamento chimico-fisici di chiariflocculazione aventi caratteristiche similari.

Al fine di ottimizzare gli ingombri planimetrici nonché minimizzare gli oneri d'investimento si prevede un sistema di stoccaggio e dosaggio dei reagenti chimici comune ad entrambi gli impianti e dimensionato per ottemperare alle necessità complessive degli stessi.

In particolare si avrà:

- Stoccaggio e dosaggio cloruro ferrico;
- Stoccaggio e dosaggio acido cloridrico; si prevede la possibilità di correggere il pH della miscela presente all'interno della vasca di equalizzazione qualora siano eccessivamente alcalini (equalizzazione flusso percolato e flusso reflui inorganici);
- Stoccaggio, preparazione e dosaggio calce idrata;
- Stoccaggio, preparazione e dosaggio polielettrolita.

### 6.1 STOCCAGGIO E DOSAGGIO CLORURO FERRICO

La sezione in oggetto verrà dotata di:

- N°1 serbatoio di stoccaggio avente le seguenti caratteristiche:
  - o Refluo: cloruro ferrico con 14 % di Fe;
  - o Caratteristica del serbatoio: cilindrico verticale a fondo piano;
  - o Materiale: doppio liner interno in resina vinilestere ed esterno in isoftalica, colorazione traslucida con protezione UV;
  - o Dimensioni: Ø interno 2.400 mm, altezza 6.000 mm circa;
  - o Volume: 25 m<sup>3</sup>;
  - o Accessori: n°1 tronchetto superiore flangiato DN50, n°2 tronchetti inferiori flangiati DN40, n°1 sfiato ricurvo, n°2 anelli di sollevamento, n°1 passo d'uomo superiore DN500.
- N°1 pompa centrifuga ad asse orizzontale per il caricamento del serbatoio;
- N°4 pompe dosatrici a servizio dei due impianti.

### 6.2 STOCCAGGIO E DOSAGGIO ACIDO CLORIDRICO

La sezione in oggetto verrà dotata di:

- N°1 serbatoio di stoccaggio avente le seguenti caratteristiche:
  - o Refluo: acido cloridrico;
  - o Caratteristica del serbatoio: cilindrico verticale a fondo piano;
  - o Materiale: doppio liner interno in resina vinilestere ed esterno in isoftalica, colorazione traslucida con protezione UV;
  - o Dimensioni: Ø interno 2.400 mm, altezza 6.000 mm circa;
  - o Volume: 25 m<sup>3</sup>;
  - o Accessori: n°1 tronchetto superiore flangiato DN50, n°2 tronchetti inferiori flangiati DN40, n°1 sfiato ricurvo, n°2 anelli di sollevamento, n°1 passo d'uomo superiore DN500.
- N°1 pompa centrifuga ad asse orizzontale per il caricamento del serbatoio;
- N°2 pompe dosatrici a servizio dei due impianti;
- N°1 trasmettitore di pH.

### 6.3 STOCCAGGIO, PREPARAZIONE E DOSAGGIO CALCE IDRATA

La sezione in oggetto verrà dotata di un impianto automatico per lo stoccaggio di calce idrata e la preparazione di latte di calce aventi le seguenti caratteristiche:

- N°1 SILOS DI STOCCAGGIO per calce idrata avente le seguenti caratteristiche:
  - o Volume: 50 m<sup>3</sup>;

- Materiale: acciaio al carbonio;
- Completo di: n°3 attacchi (basso, medio, alto) da 2" G.F. per sensori a palette;
- Tubazione di caricamento con attacco rapido e filtro superiore;
- Scala alla marinara di risalita secondo le vigenti normative in acciai zincato a caldo;
- Fondo conico con tappeto d'insufflazione d'aria;
- Valvola di sezionamento di fondo a ghigliottina
- N°1 COCLEA di alimentazione della calce idrata al dissolutore:
  - Portata: 2 m<sup>3</sup>/h
  - Materiale corpo: acciaio al carbonio verniciato
  - Materiale spirale: acciaio al carbonio
- N°1 DISSOLUTORE avente le seguenti caratteristiche:
  - Materiale: acciaio INOX AISI304
  - Completo di n°2 attacchi superiori flangiati DN40 (ingresso acqua e ritorno latte di calce), n°1 attacco laterale flangiato DN50 aspirazione latte di calce, n°1 attacco inferiore flangiato DN50 scarico di fondo, n°1 troppo pieno DN50, n°1 attacco flangiato per agitatore, n°1 attacco per scarico coclea, n°1 attacco superiore 2" G.F. per sensore di livello a aste.
- N°1 AGITATORE per dissolutore avente le seguenti caratteristiche:
  - Materiale albero a pale: acciaio INOX AISI 304;
  - Materiale lanterna: ghisa.
- N° POMPE centrifughe ad asse orizzontale per il ricircolo della soluzione di latte di calce ai due impianti.

#### 6.4 STOCCAGGIO, PREPARAZIONE E DOSAGGIO POLIELETTROLITA

La sezione in oggetto verrà dotata di n°2 impianti automatici per la preparazione di polielettrolita in polvere (n°1 polipreparatore per ciascun impianto di chiariflocculazione) aventi ciascuno le seguenti caratteristiche:

- Portata soluzione max : 550 lt/h
- Concentrazione : 0,1 ÷ 0,3%
- Tempo di maturazione : > 30 minuti
- 

##### Sistema di stoccaggio e dosaggio polvere

- Tramoggia di stoccaggio in AISI 304 con coperchio, volume totale 70 lt, spia livello polvere;
- Dosatore di polvere a coclea in AISI 304 con portata regolabile mediante motovariatore da 1,2 ÷ 5,7 lt/h, motore elettrico da 0,25 kW, alimentazione 230-400V/3/50Hz, protezione IP55
- Resistenza anticondensa installata sul condotto polvere

##### Sistema di diluizione e dispersione

- Flussimetro in Plexiglass, scala 200 ÷ 2000 lt/h;
- Pressostato acqua tarabile, pressione esercizio tra 1 e 2 bar;
- Manometro Ø 63;
- Valvole a sfera di regolazione acqua;
- Elettrovalvola in bronzo per intercettazione ingresso acqua, riduttore di pressione , valvola di intercettazione e filtro ;
- Connessione ingresso acqua Ø ½" GF;
- Ugello dispersore;
- Raccorderia zincata e/o cromata.

##### Sistema di dissoluzione, maturazione, stoccaggio

- N°1 Vasca in AISI 304, spessore 1,5 mm, suddivisa in tre sezioni coperte, collegate tramite sifoni
- :

- volume stoccaggio 130 lt;
- volume utile totale 750 lt;
- N°3 Agitatori lenti con asta ed elica in AISI 316 L installati nelle sezioni di dissoluzione, maturazione e stoccaggio, motori elettrici da 0,18kW, alimentazione 230-400V/3/50Hz, protezione IP55;
- N°2 Interruttori di livello a galleggiante in PVC installati nella sezione di stoccaggio;
- N°1 Bocchello filettato di troppo pieno Ø 1" GF;
- N°3 Bocchelli di drenaggio con tappi di drenaggio in PVC Ø 2";
- N°1 Bocchello filettato di aspirazione della soluzione Ø 1" G F.

## 7. REFLUI ORGANICI

Come indicato precedentemente tali reflui provengono da attività agroalimentari ed hanno ottime caratteristiche di biodegradabilità (macelli, caseifici, cantine vitivinicole, pozzi neri, lavanderie, ...)

Allo stato attuale non disponendo di analisi chimiche dettagliate, inerenti i vari flussi nonché il quantitativo specifico addotto, si farà affidamento ai dati di letteratura in materia, e pertanto si definiscono le seguenti caratteristiche medie del flusso globale.

	u.m.	Pozzi neri	Lavanderie	Macelli	Caseifici	Cantine	Valori massimi di progetto
<b>BOD</b>	mg/l	700	680	2000	2000	5000	5000
<b>COD</b>	mg/l	1120	1700	4000	4450	7500	10000
<b>TKN</b>	mg/l	400	10	180	60	60	400
<b>SST</b>	mg/l	660	20	1600	900	500	660
<b>P</b>	mg/l	-	50	30	45	-	50
<b>Oli e grassi</b>	mg/l	-	-	270	200	-	300
<b>Tensioattivi</b>	mg/l						40

Per i parametri non indicati si ipotizza che rientrino nei limiti previsti nella Tab. 3, Allegato 5 alla Parte III del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo scarico in acque superficiali **in aree non sensibili**.

Tendenzialmente tali flussi presentano corpi in sospensione di dimensioni rilevanti (soprattutto i pozzi neri) perciò si prevede un pretrattamento dedicato; pertanto sante la necessità di classificare e quantificare il flusso in ingresso lo stesso verrà preventivamente sottoposto a pretrattamento e successivamente stoccate all'interno di serbatoi d'accumulo da cui verrà inviato al trattamento biologico.

### 7.1 PROCESSI DI RIMOZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI

Il trattamento specifico per i reflui di carattere organico avverrà mediante un doppio stadio di trattamento costituito da:

- Pretrattamento di grigliatura, disoleatura e dissabbiatura;
- Trattamento biologico di denitrificazione e nitrificazione.

### 7.2 PROCESSI DI RIMOZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI NELL'IMPIANTO DI PRETRATTAMENTO

Stante la potenzialità complessiva della piattaforma di trattamento fissata in 480 m<sup>3</sup>/d il presente trattamento specifico viene dimensionato per una portata oraria pari a 50 m<sup>3</sup>/h.

I reflui indicati precedentemente necessitano di appositi pretrattamenti prima di essere introdotti nella sezione biologica; tali trattamenti sono finalizzati alla rimozione di:

- Materiale grossolano;
- Sabbia;
- Materiale flottante.

Per tale sezione di trattamento si opta per un impianto compatto preconstituito di cui, a titolo esemplificativo, si riporta di seguito un'immagine. L'impianti di trattamento compatto verrà realizzato interamente in acciaio inox aisi 304 e sarà costituito da una sezione di grigliatura, una sezione di dissabbiatura ed una sezione di disoleatura.



### **7.2.1 GRIGLIATURA FINE**

La grigliatura fine verrà realizzata mediante una filtrococlea costituita da un vaglio semicircolare in lamiera forata avente luce di filtrazione pari a 3 mm ed alloggiato all'interno di un serbatoio in acciaio inox ove vengono filtrate le acque reflue e trattenuti i materiali grossolani. Al corpo filtrante è collegato, mediante una riduzione di sezione, un tubo di trasporto nel quale ruota una coclea a spirale senz'albero che asporta dal vaglio i residui di grigliatura trattenuti lambendo i fori del filtro stesso con particolari setole in materiale plastico antiusura e trasportando il materiale grigliato verso la zona di scarico. La coclea senz'albero centrale non necessita di alcun supporto intermedio e/o di fondo pertanto vengono ridotti al minimo i rischi legati a possibili ostruzioni provocati da stracci, buste di plastica etc.

La pulizia della zona di filtrazione è realizzata per mezzo di una barra di lavaggio con ugelli completa di elettrovalvola di comando.

L'apparecchiature scaricherà, mediante coclea, il materiale grigliato all'interno di opportuni contenitori che permetteranno il successivo smaltimento secondo le vigenti normative.

### **7.2.2 DISSABBIATURA**

La sezione di dissabbiatura sarà composta da:

- vasca di sedimentazione delle sabbie avente capacità idonea e costruita in moduli bullonati e con guarnizioni di tenuta speciali onde evitare fuoriuscite dei reflui;
- coclea di convogliamento delle sabbie posizionata sul fondo della vasca rivestita in materiale antiusura;
- coclea di estrazione delle sabbie rivestita in materiale antiusura con tubo esterno di alloggiamento;
- sensore di livello per il blocco della pompa di sollevamento in caso di livello alto con segnalazione di allarme.

Il funzionamento del gruppo di estrazione delle sabbie sarà garantito dall'insufflaggio di aria all'interno della tramoggia di sedimentazione e flottazione dotata di diffusori d'aria alimentati da apposito compressore.

L'apparecchiature scaricherà, mediante coclea, le sabbie estratte all'interno di opportuni contenitori che permetteranno il successivo smaltimento secondo le vigenti normative.

### **7.2.3 DISOLEATURA**

La sezione di disoleazione, integrata nell'impianto di pre-trattamento, sarà composta da:

- lama raschiante per l'asportazione di oli, grassi e materiali flottati, movimentata da una fune metallica comandata da un gruppo motoriduttore. La lama raschiante scorre in superficie per tutta

la lunghezza della vasca senza entrare a contatto con i reflui. Al termine della vasca è inserito un microinterruttore che, una volta sollecitato, aziona il comando per l'abbassamento della lama medesima la quale tornerà nella posizione originale asportando il materiale flottato e convogliando lo stesso all'interno di una apposita tramoggia;

- il funzionamento del gruppo di disoleatura, come per il gruppo d'estrazione sabbie, sarà garantito dall'insufflaggio di aria che avverrà all'interno della tramoggia di sedimentazione e flottazione per mezzo di appositi diffusori alimentati da compressore.

L'apparecchiature scaricherà, mediante tubazione, il materiale flottato all'interno di opportuni contenitori che permetteranno il successivo smaltimento secondo le vigenti normative.

#### **7.2.4 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI REFLUI IN USCITA DAI PRETRATTAMENTI**

Successivamente ai trattamenti di grigliatura, dissabbiatura e disoleatura si ipotizza di ottenere un refluo con le seguenti caratteristiche analitiche medie.

	u.m.	Valori in ingresso	Valori attesi in uscita
<b>BOD</b>	mg/l	5000	4500
<b>COD</b>	mg/l	10000	9000
<b>TKN</b>	mg/l	400	360
<b>SST</b>	mg/l	660	330
<b>P</b>	mg/l	50	45
<b>Oli e grassi</b>	mg/l	300	90
<b>Tensioattivi</b>	mg/l	40	36

### **7.3 PROCESSI DI RIMOZIONE DELLE SOSTANZE INQUINANTI NELL'IMPIANTO BIOLOGICO**

La potenzialità complessiva del trattamento biologico è fissata in 480 m<sup>3</sup>/d ovvero 20 m<sup>3</sup>/h.

Le caratteristiche medie del refluo alimentato alla sezione biologia derivano da differenti flussi pretrattati (reflui inorganici, percolato di discarica, reflui organici) che dovranno essere opportunamente miscelati al fine di ottenere un refluo bilanciato (BOD:N:P) con buone caratteristiche di biodegradabilità.

Quanto indicato precedentemente risulta fondamentale per ottenere dei rendimenti di depurazione all'interno della sezione biologica consoni ai limiti imposti dalle vigenti normative.

#### **7.3.1 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI REFLUI ALIMENTATI ALLA SEZIONE BIOLOGICA**

In riferimento a quanto indicato nei capitoli precedenti si definiscono, successivamente, i valori medi delle caratteristiche analitiche del refluo in alimentazione alla sezione biologica derivante dalla miscela dei differenti flussi adottati alla piattaforma di trattamento e successivamente ai rispettivi trattamenti specifici:

	u.m.	Flusso reflui inorganici e/o percolati di discarica	Flusso reflui organici	Valore medio dei due flussi	Valore di progetto
<b>Portata</b>	m <sup>3</sup> /h	9,69	10	19,69	20
<b>pH</b>	-	-	-	-	7,2
<b>BOD</b>	mg/l	1283	4500	2916,8	3000
<b>COD</b>	mg/l	2614	9000	5857,8	6000
<b>TKN</b>	mg/l	1223	360	784,4	800
<b>SST</b>	mg/l	19,4	330	177,1	180
<b>P</b>	mg/l	-	45	22,9	25
<b>Oli e grassi</b>	mg/l	-	90	45,7	45
<b>Tensioattivi</b>	mg/l	-	36	18,3	20

### **7.3.2 SCHEMA IMPIANTISTICO DELLA SEZIONE BIOLOGICA**

La scelta della filiera di trattamento della biologica è stata sviluppata ponendo come obiettivo predominante il rispetto, con opportuni margini di sicurezza, dei Limiti Normativi imposti e pertanto si è optato per un trattamento spinto di denitrificazione – nitrificazione da svilupparsi in due stadi posti in serie.

Lo schema impiantistico della linea acque sarà:

- Denitrificazione (primo stadio);
- Nitrificazione – ossidazione (primo stadio);
- Sedimentazione finale (primo stadio);
- Denitrificazione (secondo stadio);
- Nitrificazione – ossidazione (secondo stadio);
- Sedimentazione finale (secondo stadio);
- Trattamento di affinamento mediante filtrazione a sabbia e carbone attivo;
- Disinfezione mediante ipoclorito di sodio;

Mentre lo schema impiantistico della linea fanghi sarà:

- Ispessimento meccanizzato;
- Disidratazione.

### **7.3.3 SIMULAZIONI DI CALCOLO E SEQUENZA LOGICA DI VERIFICA**

La verifica di processo verrà sviluppata mediante l'ausilio di apposito modello matematico basato su equazioni allo stato stazionario che definiscono il rendimento delle varie fasi di trattamento del processo integrato con un algoritmo di conoscenza di tipo "euristico" (Knowledge based) che attribuisce un valore, tramite apposito indicatore, al grado di funzionamento del processo stesso.

La verifica è stata effettuata mediante il programma specialistico di calcolo "SwaterPRO" che risulta particolarmente idoneo alla verifica di processo per impianti a fanghi attivi convenzionali.

Per entrambi gli stadi della sezione biologica la verifica verrà condotta sia in condizioni invernali (T = 12,5 °C) sia in condizioni estive (T = 25°C).

La logica utilizzata per il dimensionamento delle sezioni (primo e secondo stadio) è la seguente:

- Definizione dei carichi in ingresso;
- Simulazione in **fase di "progetto"** in condizioni invernali (12,5°C): in questa fase, il programma di calcolo, fissati i carichi e le condizioni al contorno determina i volumi minimi delle vasche della sezione biologica;
- Definizione dei volumi "normalizzati" delle vasche biologiche ottenuti dalla prima simulazione: il processista definisce un valore superiore a quanto ottenuto dalla simulazione di calcolo sia per ottenere valori omogenei in termini di lunghezza, larghezza e profondità sia per porre un congruo fattore di sicurezza;
- Simulazione in **fase di "verifica"** in condizioni invernali (12,5°C): in questa fase introdotti nel programma di calcolo i volumi definiti dal processista e le condizioni al contorno vengono calcolate le concentrazioni degli inquinanti allo scarico.
- Simulazione in **fase di "verifica"** in condizioni estive (25°C): la presente fase rispecchia sostanzialmente la precedente con l'eccezione che la simulazione è condotta alla temperatura estiva.

## 8. DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE BIOLOGICA – PRIMO STADIO

### 8.1 PORTATA IDRAULICA E CARICO ORGANICO ALLA SEZIONE BIOLOGICA

In riferimento a quanto indicato al paragrafo 7.3.1 riportiamo successivamente i parametri di processo assunti come base di calcolo:

Dati sezione biologica	U.M.	Valore
Portata media giornaliera	m <sup>3</sup> /d	480
Portata media oraria (Q <sub>24</sub> )	m <sup>3</sup> /h	20
BOD5	mg/l	3000
COD	mg/l	6000
TKN	mg/l	800
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	800
P <sub>tot</sub>	mg/l	25
SST	mg/l	180
Oli e grassi	mg/l	45
MBAS	mg/l	20
T (invernale)	°C	12,5
T (estiva)	°C	25
pH	-	7,2
MLSS (concentrazione biomassa)	Kg SS/m <sup>3</sup>	4
Concentrazione ossigeno in vasca	mg/l	2,0
Portata di ricircolo dei fanghi (Q <sub>r</sub> = 1,0 Q <sub>24</sub> )	m <sup>3</sup> /h	20
Portata di ricircolo miscela areata (Q <sub>mix</sub> = 5 Q <sub>24</sub> )	m <sup>3</sup> /h	100

### 8.2 FASE DI PROGETTO IN CONDIZIONI INVERNALI

In input al programma di calcolo vengono forniti i valori relativi ai seguenti parametri:

- Numero di abitanti equivalenti, Nab;
- Dotazione idrica pro-capite, DI;
- Coefficiente di afflusso in fogna, φ;
- Portata industriale, Q<sub>industriale</sub>;
- Portata di pioggia, Q<sub>pioggia</sub>;
- Carichi inquinanti specifici per abitante equivalente [g/ab×d], BOD5, SST, TKN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P.

#### 8.2.1 CALCOLO DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'IMPIANTO

PORTATA MEDIA GIORNALIERA:

$$Q_{med(24)} [m^3/d] = N_{ab} \times \phi \times DI / 24000 + Q_{industriale} / 10$$

PORTATA MINIMA NOTTURNA:

$$Q_{min(48)} [m^3/h] = 24 \times Q_{med(24)} / 48 = 0.5 \times Q_{med(24)}$$

PORTATA DI PUNTA DIURNA:

$$Q_{max(14)} [m^3/h] = 24 \times Q_{med(24)} / 14 = 1.7 \times Q_{med(24)}$$

PORTATA MEDIA DIURNA:

$$Q_{med(18)} [m^3/h] = 24 \times Q_{med(24)} / 18 = 1.3 \times Q_{med(24)}$$

PORTATA TOTALE GIORNALIERA:

$$Q_{24h} [m^3/d] = Q_{med(24)} \times 24$$

### 8.2.2 CALCOLO DEI CARICHI INQUINANTI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO

La valutazione delle concentrazioni degli inquinanti presenti nell'effluente in ingresso è stata effettuata sulla base dei carichi specifici fissati per ciascuno di essi:

CARICO ORGANICO:

$$BOD_5 [mg/l] = N_{ab} \times BOD_5 [g/ab \times d] / 24 \times Q_{med(24)}$$

CARICO DI SOLIDI SOSPESI:

$$SST [mg/l] = N_{ab} \times SST [g/ab \times d] / 24 \times Q_{med(24)}$$

CARICO DI AZOTO:

$$TKN [mg/l] = N_{ab} \times TKN [g/ab \times d] / 24 \times Q_{med(24)}$$

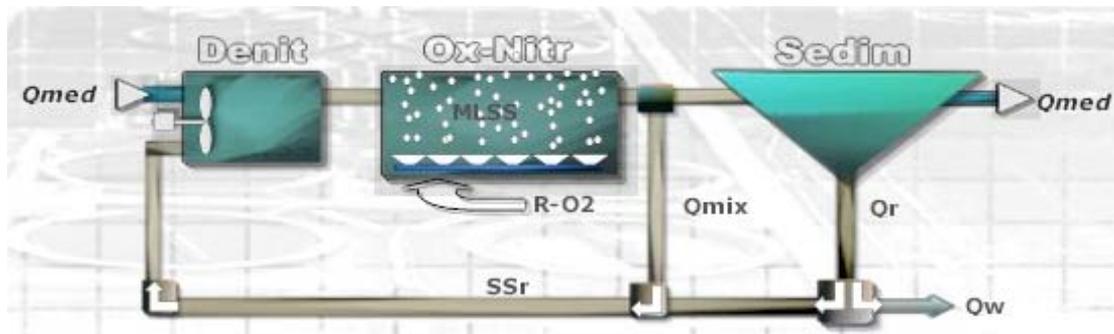
CARICO DI FOSFORO:

$$P [mg/l] = N_{ab} \times P [g/ab \times d] / 24 \times Q_{med(24)}$$

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori dei parametri indicati:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INPUT		OUTPUT	
N <sub>ab</sub> [N]	2400	Q <sub>med(24)</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20
DI [l/ab×d]	250	Q <sub>min(48)</sub> [m <sup>3</sup> /h]	10
φ [-]	0,8	Q <sub>max(14)</sub> [m <sup>3</sup> /h]	34
Q <sub>industriale</sub> [m <sup>3</sup> /d]	0	Q <sub>med(18)</sub> [m <sup>3</sup> /h]	26
Q <sub>pioggia</sub> [m <sup>3</sup> /h]	0	Q <sub>24h</sub> [m <sup>3</sup> /d]	480
BOD <sub>5</sub> [g/ab×d]	600	BOD <sub>5</sub> [mg/l]	3000
SST [g/ab×d]	36	SST [mg/l]	180
TKN [g/ab×d]	160	TKN [mg/l]	800
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [g/ab×d]	160	P [mg/l]	25
P [g/ab×d]	5	MBAS [mg/l]	20
MBAS [g/ab×d]	4	Oli e grassi [mg/l]	45
Oli e grassi [g/ab×d]	9	BOD <sub>5</sub> [kg/d]	1440
		SST [kg/d]	86,4
		COD [mg/l]	6000
		(COD/BOD) <sub>in</sub> [-]	2

### 8.2.3 RIMOZIONE DEI NUTRIENTI



Lo schema impiantistico adottato prevede la presenza di una denitrificazione e lo svolgimento della fase di nitrificazione all'interno della vasca d'ossidazione.

La corrente idrica affluente assicura la disponibilità di substrato organico necessario al processo di denitrificazione operato da una biomassa eterotrofa in condizioni anossiche; i nitrati sono formati nella successiva fase di nitrificazione a seguito dell'ossidazione dell'azoto ammoniacale e organico in ingresso che vengono riciclati a monte sia con il fango di ricircolo nel bacino di sedimentazione secondaria sia con la miscela aerata. Nella fase di nitrificazione si verifica, altresì, l'ossidazione biologica del substrato organico.

In input al programma di calcolo vengono forniti i valori relativi ai seguenti parametri:

- Valore minimo del BOD in ingresso, BODmin;
- Valore massimo del BOD in ingresso, BODmax;
- Concentrazione di fango in vasca, MLSS;
- Ossigeno disciolto, DOox;
- Portata di ricircolo dei fanghi provenienti dalla sedimentazione secondaria, Qr;
- Temperatura influente, T;
- pH influente, pH ;
- Concentrazione di azoto ammoniacale voluto in uscita, N-NH4+out;
- Concentrazione di azoto nitroso voluto in uscita, N-NO3out <sup>(1)</sup>;

Vengono inoltre ereditati dalle fasi precedenti i valori relativi ai parametri di seguito elencati:

- Portata media giornaliera, Qmed(24);
- Concentrazione di BOD5 in ingresso, BOD5in;
- Concentrazione di fosforo in ingresso, Pin;
- Concentrazione di COD in ingresso, CODin.

### 8.2.4 DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI NITRIFICAZIONE

Mediante un bilancio effettuato tra le sezioni d'ingresso e d'uscita del bacino di nitrificazione è possibile valutare la quantità di azoto ammoniacale che deve essere ossidata (**Nox**), riducendo la quantità alimentata alla fase biologica (**Ni**) di un'aliquota pari alla somma di quella che viene allontanata con lo

<sup>(1)</sup> La concentrazioni di nitrati allo scarico è fortemente connessa alla portata di ricircolo della miscela aerata; come indicato al paragrafo 8.1 la stessa viene assunta progettualmente pari a 5 volte la portata in ingresso al fine di non accrescere eccessivamente la concentrazione d'ossigeno in vasca di denitrificazione. Tale valore della portata di ricircolo si ottiene per una concentrazioni di nitrati allo scarico pari a circa 100 mg/l.

scarico (**N<sub>u</sub>**) e di quella utilizzata dai batteri eterotrofi per il fabbisogno di sintesi (**N<sub>sint</sub>**). La quantità N<sub>sint</sub> può essere assunta pari al 5% del BOD rimosso in aerazione, tenendo conto che il rapporto C:N:P, nelle reazioni di sintesi, risulta essere 100:5:1. Dunque risulta:

$$N_{ox} \text{ [Kg/d]} = 24 \times Q_{med(24)} \times (TKN_i - TKN_u) / 1000 - N_{sint}$$

dove:

Q<sub>med(24)</sub> = portata liquame influente [m<sup>3</sup>/h];

N<sub>ox</sub> = azoto ammoniacale ed organico (ΔTKN<sub>elim</sub>) che deve essere ossidato [Kg/d];

TKN<sub>i</sub> = azoto ammoniacale ed organico in ingresso alla fase biologica [mg/l];

TKN<sub>u</sub> = azoto ammoniacale ed organico in uscita dalla fase biologica [mg/l];

N<sub>sint</sub> = azoto ammoniacale ed organico sintetizzato [Kg/d].

La biomassa necessaria ad ottenere il voluto livello di nitrificazione risulta pari a:

$$X \text{ [Kg]} = N_{ox} / (f \times v_{nT})$$

dove:

X = biomassa che deve essere garantita nel reattore di nitrificazione [Kg];

f = frazione di batteri nitrificanti sulla biomassa totale [adimensionale];

v<sub>nT</sub> = velocità di nitrificazione alla generica temperatura T [KgTKN/KgSS × d].

Risulta dunque necessaria la valutazione di “v<sub>nT</sub>”, la velocità di nitrificazione, e di “f”, la frazione di batteri nitrificanti sulla biomassa totale (autotrofa ed eterotrofa) presente nel bacino, parametri calcolati, per i liquami urbani, secondo le seguenti formule:

$$v_{nT} \text{ [KgTKN/KgSS} \times \text{d]} = 24 \times v_{n20} \times [TKN_u / (K_{TKN} + TKN_u)] \times [DO / (K_O + DO_{ox})] \times \delta_n^{(T-20)} \times [1 - 0.833 \times (7.2 - pH)]$$

dove:

v<sub>n20</sub> = velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20°C; mediamente pari a 0,075 [KgTKN/KgSS × h];

DO<sub>ox</sub> = concentrazione di ossigeno disciolto mantenuta in vasca pari a 2 mg/l;

K<sub>TKN</sub> = costante di semisaturazione relativa all'ammoniaca, pari a 0,5 mg/l;

K<sub>O</sub> = costante di semisaturazione relativa all'ossigeno disciolto, pari a 1,0 mg/l;

T = temperatura di esercizio [°C];

δ<sub>n</sub> = coefficiente di correzione relativo alla temperatura, pari a 1,12 [adimensionale].

$$f = [1 + (BOD_i - BOD_u) / (TKN_i - TKN_u)] \times (Y/Y_n)^{-1}$$

dove:

BOD<sub>i</sub> = concentr. equivalente di carico organico in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];

BOD<sub>u</sub> = concentr. equivalente di carico organico in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];

TKN<sub>i</sub> = concentr. azoto organico ed ammoniacale in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];

TKN<sub>u</sub> = concentr. di azoto organico ed ammoniacale in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];

Y/Y<sub>n</sub> = rapporto dei coefficienti di crescita cellulare dei batteri totali e di quelli nitrificanti [adimensionale], valore che può essere assunto pari a 3.7 (Y = 0.88 g SS/g TKN; Y<sub>n</sub> = 0.24 g SS/g TKN).

I dati ottenuti permettono la valutazione del volume del bacino di nitrificazione, secondo la formula:

$$V_{NIT} \text{ [m}^3\text{]} = 1000 \times X / MLSS = 1000 \times \Delta TKN_{elim} / (MLSS \times f \times v_{nT})$$

### 8.2.5 DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI DENITRIFICAZIONE

La quantità di nitrati da ridurre è pari alla somma dei nitrati in ingresso alla fase di denitrificazione e dell'ammoniaca ossidata, cui vanno sottratti i nitrati voluti allo scarico:

$$N_{rid} [Kg/d] = NN_i + N_{ox} - NN_u$$

dove:

$N_{rid}$  = nitrati  $\Delta N-NO_3$  che devono essere ridotti [Kg/d];

$NN_i$  = nitrati  $N-NO_{3_i}$  presenti nel liquame in ingresso [Kg/d];

$N_{ox}$  = azoto organico ed ammoniacale  $TKN_i$  da ossidare [Kg/d];

$NN_u$  = nitrati  $N-NO_{3_u}$  ammessi allo scarico [Kg/d].

La biomassa necessaria ad ottenere il voluto livello di denitrificazione risulta perciò:

$$X_d [Kg] = N_{rid} / v_{dT}$$

dove:

$X_d$  = biomassa che deve essere garantita nel reattore di denitrificazione [Kg];

$N_{rid}$  = nitrati  $\Delta N-NO_3$  che devono essere ridotti [Kg/d];

$v_{dT}$  = velocità di denitrificazione alla generica temperatura T [KgN- $NO_3$ /KgSS×d].

La velocità di denitrificazione può essere calcolata secondo la formula seguente:

$$v_{dT} [KgN-NO_3/KgSS×d] = 24 \times v_{d20} \times [N-NO_{3_u} / (K_n + N-NO_{3_u})] \times [S / (K_s + S)] \times \delta_d^{(T-20)}$$

dove:

$v_{dT}$  = velocità di denitrificazione alla generica temperatura T [KgN- $NO_3$ /KgSS×d];

$v_{d20}$  = velocità di denitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20°C; mediamente pari a 0,003 KgN- $NO_3$ /KgSS×h;

$N-NO_{3_u}$  = concentrazione dell'azoto nitrico in uscita alla fase di denitrificazione [mg/l];

S = concentrazione del substrato carbonioso biodegradabile [mg/l];

$K_n$  = costante di semisaturazione relativa ai nitrati, pari a 0,1 mg/l;

$K_s$  = costante di semisaturazione relativa al substrato carbonioso, pari a 0,1 mg/l;

T = temperatura di esercizio [°C];

$\delta_d$  = coefficiente di correzione relativo alla temperatura, pari a 1,12 [adimensionale].

Il volume del bacino di denitrificazione è dato quindi dalla seguente espressione:

$$V_{DEN} [m^3] = 1000 \times X_d / MLSS = 1000 \times \Delta(N-NO_{3_{elim}}) / (MLSS \times v_{dT})$$

### 8.2.6 RISULTANZE DELL'ELABORAZIONE

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori dei parametri indicati precedentemente, distinguendo tra quelli inseriti in input e quelli restituiti in output, nonché gli indicatori multiparametrici in grado di valutare "globalmente" se la progettazione della sezione in esame risulta "equilibrata" o "condizionata".

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO		DATA: 07.2012	
INPUT			OUTPUT		
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	3000	<b>V<sub>OX-NITR</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>2521,3</b>		
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	2900	<b>V<sub>DEN</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>2170,8</b>		
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	3100	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	2119		
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	<b>BOD<sub>5out</sub> [mg/l]</b>	<b>183</b>		
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,939		
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	Abb. MBAS [%]	0,772		
T [°C]	12,5	d-TKN [Kg/d]	315		

pH	7,2	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	267
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	3	F <sub>c-ox</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,143
N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	100	F <sub>c-eff</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,077
		F <sub>cv</sub> [KgBOD/m <sup>3</sup> ×d]	0,31
		TR <sub>ox</sub> [h]	126,06
		R <sub>totale</sub> [-]	5,56
		R <sub>mix-aerato</sub> [-]	4,56
		COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	7,5
		Età del fango [d]	17,97

### 8.3 FASE DI VERIFICA IN CONDIZIONI INVERNALI

In input al programma di calcolo, come per la fase di progetto, vengono forniti i valori relativi ai seguenti parametri:

- Numero di abitanti equivalenti, Nab;
- Dotazione idrica pro-capite, DI;
- Coefficiente di afflusso in fogna, φ;
- Portata industriale, Q<sub>industriale</sub>;
- Portata di pioggia, Q<sub>pioggia</sub>;
- Carichi inquinanti specifici per abitante equivalente [g/ab×d], BOD<sub>5</sub>, SST, TKN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P.

Si omettono i calcoli delle portate e dei carichi inquinanti essendo uguali a quanto indicato nei precedenti.

#### 8.3.1 RIMOZIONE DEI NUTRIENTI

Per la verifica della sezione di trattamento in esame vengono forniti in input i valori relativi ai seguenti parametri:

- Valore minimo del BOD in ingresso, BOD<sub>min</sub>;
- Valore massimo del BOD in ingresso, BOD<sub>max</sub>;
- Concentrazione di fango in vasca, MLSS;
- Ossigeno disciolto, DO<sub>ox</sub>;
- Portata di ricircolo dei fanghi provenienti dalla sedimentazione secondaria, Q<sub>r</sub>;
- Portata di liquame influente, Q<sub>med</sub>;
- Valore del BOD in ingresso alla fase biologica, BOD<sub>5in dn</sub>;
- Temperatura influente, T;
- pH influente, pH ;
- Volume del bacino di ossidazione nitrificazione, VOX-NITR (**2592 m<sup>3</sup>**);
- Volume del bacino di denitrificazione, VDEN (**2208 m<sup>3</sup>**);
- Fattore di ricircolo della miscela aerata, R<sub>mix aerato</sub> (**R= 5**);
- Concentrazione di COD in ingresso, COD<sub>in</sub>;

#### 8.3.2 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE DEI COMPOSTI AZOTATI IN USCITA DAL BACINO DI NITRIFICAZIONE

Per la valutazione della concentrazione dei composti azotati in uscita dal bacino di nitrificazione si parte dall'espressione del volume del bacino di nitrificazione, il quale risulta dall'equazione seguente:

$$V_{NIT}[m^3] = 1000 \times \Delta TKN_{elim}/(MLSS \times f \times v_{nT}) \quad [1]$$

dove:

$\Delta TKN_{elim} = TKN$  abbattuto [Kg/d];  
 MLSS = concentrazione dei solidi sospesi totali in vasca [mg/l];  
 f = frazione di batteri nitrificanti sulla biomassa totale [adimensionale];  
 $vn_T$  = velocità di nitrificazione alla generica temperatura T [KgTKN/KgSS × d].

La frazione dei batteri nitrificanti e la velocità di nitrificazione, che compaiono nell'equazione [1], risultano rispettivamente dalle seguenti formule:

$$f = [1 + (BOD_i - BOD_u)/(TKN_i - TKN_u) \times (Y/Y_n)]^{-1} \quad [2]$$

dove:

$BOD_i$  = concentr. equivalente di carico organico in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];  
 $BOD_u$  = concentr. equivalente di carico organico in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];  
 $TKN_i$  = concentr. azoto organico ed ammoniacale in ingresso alla fase di nitrificazione [mg/l];  
 $TKN_u$  = concentr. di azoto organico ed ammoniacale in uscita alla fase di nitrificazione [mg/l];  
 $Y/Y_n$  = rapporto dei coefficienti di crescita cellulare dei batteri totali e di quelli nitrificanti [adimensionale], valore che può essere assunto pari a 3,7 ( $Y = 0,88$  g SS/g TKN;  $Y_n = 0,24$  g SS/g TKN).

$$vn_T [KgTKN/KgSS \times d] = 24 \times vn_{20} \times [TKN_u / (K_{TKN} + TKN_u)] \times [DO_{ox} / (K_O + DO_{ox})] \times \delta_n^{(T-20)} \times [1 - 0.833 \times (7.2 - pH)] \quad [3]$$

dove:

$vn_{20}$  = velocità di nitrificazione, in assenza di fattori limitanti, alla temperatura di riferimento di 20°C; mediamente pari a 0,075 [KgTKN/KgSS × h];  
 $DO_{ox}$  = concentrazione di ossigeno disciolto mantenuta in vasca pari a 2,0 mg/l;  
 $K_{TKN}$  = costante di semisaturazione relativa all'ammoniaca, pari a 0,5 mg/l;  
 $K_O$  = costante di semisaturazione relativa all'ossigeno disciolto, pari a 1,0 mg/l;  
 T = temperatura di esercizio [°C];  
 $\delta_n$  = coefficiente di correzione relativo alla temperatura, pari a 1,12 [adimensionale].

Sostituendo le equazioni [2] e [3] nell'equazione [1], quest'ultima diviene:

$$V_{NIT} [m^3] = A \times \{ [(TKN_i - TKN_u) - 0.05 \times \Delta BOD] \times [(TKN_i - TKN_u) + 3.7 \times \Delta BOD] / \{ [TKN_u / (0.5 + TKN_u)] \times (TKN_i - TKN_u) \} \}$$

Avendo definito A come:

$$A = Q_{med}(24) / \{ MLSS \times 0.075 \times [DO_{ox} / (1 + DO_{ox})] \times 1.12^{(T-20)} \times [1 - 0.833 \times (7.2 - pH)] \}$$

Si ottiene un'equazione di terzo grado, nell'incognita  $TKN_u$ :

$$TKN_u^3 + \psi \times TKN_u^2 + \xi \times TKN_u + \eta = 0$$

in cui:

$$\psi = (V_{NITR}/A) + 0.5 - 3.7 \times \Delta BOD - 2 \times TKN_i + 0.05 \times \Delta BOD$$

$$\xi = TKN_i^2 + 3.65 \times TKN_i \times \Delta BOD + 0.5 \times 0.05 \times \Delta BOD - 0.5 \times 3.7 \times \Delta BOD - 3.7 \times 0.05 \times \Delta BOD^2 - V_{NITR} \times TKN_i / A$$

$$\eta = 0.5 \times (TKN_i^2 + 3.65 \times TKN_i \times \Delta BOD - 3.7 \times 0.05 \times \Delta BOD^2)$$

Delle tre soluzioni, assume significato fisico quella avente espressione:

$$TKN_u = \{ -\psi + [(\psi + X1)^2 + 4\eta/X1]^{1/2} \} / 2$$

in cui:

$$X1 = (\cos \alpha / \Omega) - \psi / 3$$

$$\alpha = \arccos [ (p/q) \times (-6.75/p)^{1/2} ]$$

$$\Omega = (-0.75/p)^{1/2}$$

$$q = 2 \times \psi^3 / 27 - \psi \times \xi / 3 + \eta$$

$$p = -\psi^2 / 3 + \xi$$

### 8.3.3 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE DI NITRATI IN USCITA DAL BACINO DI NITRIFICAZIONE

Variare il fattore di ricircolo interno della miscela aerata o variare il volume di denitrificazione, comporta un diverso effetto sulla concentrazione dei nitrati in uscita dal bacino di nitrificazione; l'algoritmo per il calcolo di  $N-NO_{3u}$  dovrà quindi risultare dalla combinazione dei due effetti.

In particolare, la concentrazione di nitrati in uscita dal bacino di ossidazione-nitrificazione che deriva dalla considerazione di  $R_{mix\_aer}$  risulta dall'espressione:

$$N-NO_{3u(R_{mix\_aer})} [mg/l] = (TKN_i - TKN_u - 0.05 \times \Delta BOD_5) / (R_{mix\_aer} + R_{int} + 1) \quad [4]$$

dove:

$\Delta BOD_5$  =  $BOD_5$  abbattuto [mg/l];

$R_{mix\_aer}$  = rapporto di ricircolo interno della miscela aerata [adimensionale];

$R_{int}$  = rapporto di ricircolo interno dei fanghi dal sedimentatore secondario [adimensionale].

Per la determinazione della concentrazione di nitrati in uscita che deriva dalla considerazione di  $V_{DEN}$  si è, invece, partiti dall'equazione per la determinazione del volume del bacino di denitrificazione:

$$V_{DEN} [m^3] = 1000 \times \Delta(N-NO_{3elim}) / (MLSS \times v_{dT}) \quad [5]$$

Considerando le espressioni di ciascuno dei parametri che compaiono nell'equazione [5], operando le opportune sostituzioni e compiendo idonei passaggi si giunge alla seguente equazione di secondo grado:

$$N-NO_{3u(V_{den})}^2 + C \times N-NO_{3u(V_{den})} + D = 0$$

Avendo definito i coefficienti:

$$A = MLSS \times 0.003 \times 24 \times [BOD_5 / (0.1 + BOD_5)] \times 1.12^{(T-20)};$$

$$B = 24 \times (TKN_i - TKN_u - 0.05 \times \Delta BOD_5);$$

$$C = (-B + 2.4 \times Q_{med} + V_{DEN} \times A) / (24 \times Q_{med});$$

$$D = -0.1 \times B / (24 \times Q_{med}).$$

Delle due soluzioni quella avente significato fisico ha la seguente espressione:

$$N-NO_{3u(V_{den})} = [-C + (C^2 - 4 \times D)^{1/2}] / 2 \quad [6]$$

Il valore di  $N-NO_{3u}$  risulta dalla combinazione delle equazioni [4] e [6], ovvero dalla seguente relazione:

$$N-NO_{3u} [mg/l] = (N-NO_{3u(R_{mix\_aer})} \times K_{R_{mix\_aer}} + N-NO_{3u(V_{den})} \times K_{V_{den}}) / (K_{R_{mix\_aer}} + K_{V_{den}})$$

in cui:

$$K_{R_{mix\_aer}} = 1 - R_{mix\_aer} / (k + R_{mix\_aer});$$

$$K_{V_{den}} = 1 - K_{R_{mix\_aer}}.$$

### 8.3.4 VALUTAZIONE DELLA RICHIESTA D'OSSIGENO

La scelta progettuale, almeno in questa fase, consiste nell'installazione di un sistema di diffusione dell'aria mediante diffusori a bolle fini; si prevede comunque la predisposizione all'interno delle vasche d'ossidazione delle necessarie tubazioni per un futuro potenziamento mediante ossigeno puro.

Per mantenere condizioni aerobiche all'interno della vasca è necessario soddisfare la richiesta d'ossigeno e scegliere, quindi, un opportuno sistema di aerazione.

La richiesta d'ossigeno in condizioni operative è calcolata mediante la formula:

$$R_{O_2}[\text{Kg/d}] = a_t \times 24 \times Q_{\text{med}}(24) \times (\text{BOD}_5 \text{i} - \text{BOD}_5 \text{u}) + b_{\text{ht}} \times V_{\text{NITR}} \times \text{MLSSd} + \Delta c \times N_{\text{ox}} + c \times N_{\text{ox-u}}$$

dove:

$a_t \times 24 \times Q_{\text{med}}(24) \times (\text{BOD}_5 \text{i} - \text{BOD}_5 \text{u})$  = ossigeno necessario per ossidare il substrato carbonioso;

$b_{\text{ht}} \times V_{\text{NITR}} \times \text{MLSSd}$  = ossigeno necessario alla fase endogena;

$\Delta c \times N_{\text{ox}}$  = ossigeno necessario alla ossidazione dell'azoto ammoniacale sottratto dell'apporto di ossigeno da parte dei nitrati riciccolati;

$c \times N_{\text{ox-u}}$  = ossigeno presente nel ricircolo e utilizzato dall'azoto in uscita, ossidato nella denitrificazione.

Esplicitando i termini della precedente formula, si ottiene:

$$R_{O_2}[\text{Kg/d}] = [0.5 \times 1.02^{(T-20)}] \times 24 \times Q_{\text{med}}(24) \times (\Delta \text{BOD}_5 / 1000) + [0.1 \times 1.084^{(T-20)}] \times V_{\text{NITR}} \times (\text{MLSSd} / 1000) + (4.57 - 1.7) \times 24 \times Q_{\text{med}}(24) \times [(\Delta \text{TKN} - \text{N} - \text{NO}_3 \text{u} - 0.05 \times \Delta \text{BOD}_5) / 1000] + 4.57 \times 24 \times Q_{\text{med}}(24) \times \text{N} - \text{NO}_3 \text{u}$$

dove:

$0.05 \times \Delta \text{BOD}_5$  = frazione di azoto impiegata dai batteri eterotrofi per la loro sintesi batterica;

$\Delta \text{BOD}_5$  = BOD abbattuto [mg/l];

$\Delta \text{TKN}$  = TKN abbattuto [mg/l];

$T$  = temperatura [°C];

$\text{N} - \text{NO}_3 \text{u}$  = azoto ammoniacale in uscita [mg/l];

$\text{MLSSd}$  = concentrazione dei solidi sospesi totali in aerazione [mg/l];

4,57 = ossigeno necessario per trasformare 1 kg di  $\text{NH}_3$  in nitrati;

1,7 = apporto di ossigeno per 1 Kg di  $\text{NO}_3$ .

Per ottenere le caratteristiche dimensionali dei dispositivi di areazione è necessario che il fabbisogno d'ossigeno in condizioni operative ( $R_{O_2}$ ) sia tradotto nel corrispondente fabbisogno in condizioni standard ( $R_{O_2(\text{ST})}$ ).

$$R_{O_2(\text{ST})} [\text{Kg/d}] = R_{O_2} / [\alpha / C_{\text{SL}}^1 \times (\beta \times C_{\text{SL}} - C_E) \times 1,024^{T-20}]$$

dove:

$R_{O_2(\text{ST})}$  = fabbisogno di ossigeno in condizioni standard [Kg/d];

$R_{O_2}$  = fabbisogno di ossigeno in condizioni operative [Kg/d];

$T$  = temperatura del liquame pari a 12,5°C in inverno e 25°C in estate;

$\alpha$  = coefficiente correttivo che tiene conto della diffusione dell'ossigeno nel refluo anziché nell'acqua ed pari a 0,65;

$\beta$  = coefficiente correttivo che tiene conto della salinità del refluo ed pari a 0,98;

$C_{\text{SL}}^1$  = esprime la concentrazione d'ossigeno a saturazione in acqua pulita alla temperatura di 20°C e pressione pari a 1 atm (condizioni standard) ed è pari a 9,07 mg/l;

$C_{\text{SL}}$  = esprime la concentrazione d'ossigeno a saturazione per la temperatura e la pressione d'esercizio ed è pari a 10,64 mg/l per  $T = 12,5^\circ\text{C}$  e 8,24 mg/l per  $T = 25^\circ\text{C}$ ;

$C_E$  = esprime la concentrazione di ossigeno nelle condizioni operative di processo ed è pari a 2,0 mg/l.

Infine, per ottenere la portata d'aria da insufflare si dovrà considerare il rendimento di diffusione dei diffusori, funzione del battente idrostatico, nonché la percentuale d'ossigeno presente in aria.

$$Q_A [\text{Nmc/h}] = R_{O_2(\text{ST})} / (\mu \times 0,28 \times 24)$$

dove:

$Q_A$  = portata d'aria [Nmc/h];

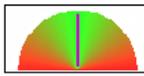
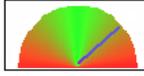
$R_{O_2(ST)}$  = fabbisogno di ossigeno in condizioni standard [Kg/d];

$\mu$  = rendimento di diffusione dei diffusori (tale valore, ipotizzando un battente idrico pari a 6 metri, può essere assunto pari al 30,00 %)

0,28 = percentuale d'ossigeno in aria;

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori dei parametri indicati precedentemente, distinguendo tra quelli inseriti in input e quelli restituiti in output, nonché gli indicatori multiparametrici in grado di valutare "globalmente" se la progettazione della sezione in esame risulta "equilibrata" o "condizionata":

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: INVERNALE	VERIFICA	DATA: 07.2012
INPUT		OUTPUT		
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	3000	N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	109,4	
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	2900	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	2,5	
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	3100	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	181,2	
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,94	
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	2143	
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	<b>20</b>	RO <sub>2</sub> (ST) [Kg/d]	4240	
Q <sub>med</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	QA [Nm <sup>3</sup> /h]	<b>2103</b>	
BOD <sub>5 in dn</sub> [mg/l]	3000	d-TKN [Kg/d]	215,1	
T [°C]	<b>12,5</b>	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	277,9	
pH	7,2	F <sub>c-ox</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,139	
V <sub>OX-NITR</sub> [m <sup>3</sup> ]	<b>2592</b>	F <sub>c-eff</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,075	
V <sub>DEN</sub> [m <sup>3</sup> ]	<b>2208</b>	F <sub>cv</sub> [KgBOD/m <sup>3</sup> ×d]	0,3	
R <sub>mix aerato</sub> [-]	<b>5</b>	TR <sub>ox</sub> [h]	129,6	
		R <sub>totale</sub> [-]	<b>6</b>	
		COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	7,5	
		Età del fango [d]	18,45	

RIMOZIONE NUTRIENTI - VERIFICA			
<b>Rimozione Nutrienti - Fase di Verifica</b>			
BODmin [mg/l]	2900	<b>Influente</b>	
BODmax [mg/l]	3100	Qmed(24) [m³/h]	20,0
MLSS [mg/l]	4000	BOD5in dn [mg/l]	3000,0
DOox [mg/l]	2	T [°C]	12,5
Qr [m³/h]	20,0	pH [-]	7,2
Cs [kgSS/m³h]	4,00	<b>Valori di Riferimento</b>	
Hss [m]	2,50	4000 MLSSd	2,00 DOmed
R-O2 [kg/d]	2143	3867 MLSSmin	1,34 DOmin
		4134 MLSSmax	2,20 DOmax
		<b>Abbattimenti</b>	
		Fraz. Abb. BOD5 [0,·]	0,940
		Fraz. Abb. MBAS [0,·]	0,772
		d-TKN [Kg/d]	315,1
		d-NO3 [Kg/d]	277,9
		Fc-ox [kgBOD/kgSS*d]	0,139
		Fc-eff [kgBOD/kgSS*d]	0,075
		Fcv [kgBOD/m³*d]	0,30
		TRox [h]	129,60
		R totale [-]	6,00
		R mix aerato [-]	5,00
		Alcal. agg. [kgCaCO3/d]	1 372
<b>Indicatore di Processo</b>			
	0,50	conc. fango regolare	
		MLSSV/MLSS ox	0,68
	0,77	ossigenazione regolare	
		MLSSV/MLSS ric	0,64
CODin/TKNin [-]	7,5	Denitrificazione limitata	SFgujer [-] Nitrificazione favorita
Età Fango dn+ox [d]	18,39	Nitrificazione favorita	6,76
		Età Minima [d]	6,48
<b>Rimozione Fosforo</b>			
<input type="checkbox"/> Pout [mg/l]		CODrb/COD	
Pin [mg/l]		CODin [mg/l]	
		CODin/TKNin	
		Volume Fosforo [m³]	
<input type="button" value="Sludge"/> <input type="button" value="Progetto"/> <input type="button" value="Verifica"/> <input type="button" value="Effic. Aeraz."/>			

Finestra di calcolo del software – rimozione nutrienti

Sludge	
<b>Vel. Nitrificazione [Kg TKN/KgSS d] v-n</b>	0,4280
<b>Frazione % Batteri Nitrificanti f</b>	0,0710
<b>Biomassa Nitrificante necess. [Kg] X-nt</b>	10 367
<b>Vel. Denitrificazione [Kg NO3/KgSS d] v-d</b>	0,0307
<b>Biomassa Denitrificante necess. [Kg] X-dn</b>	8 832
<b>Età del fango [d] SRTa</b>	18,4
<b>Temperatura [°C] T</b>	12,5
<b>Velocità max biomassa autotrofa mu-max</b>	0,47
<b>Funzione di dipendenza dalla Temperatura fta</b>	0,78
<b>SFgujer</b>	6,76

Finestra di calcolo del software – parametri biologici

## 8.4 FASE DI VERIFICA IN CONDIZIONI ESTIVE

Si omettono le metodologie di calcolo essendo uguali a quanto indicato al paragrafo 8.3 con la sola eccezione che la verifica è stata effettuata per una temperatura del refluo pari a 25°C.

Nella sottostante Tabella vengono riportati direttamente i risultati dell'elaborazione per il comparto biologico in condizioni estive:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: VERIFICA ESTIVA		DATA: 07.2012	
INPUT			OUTPUT		
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	3000	N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	109,2		
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	2900	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	0,1		
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	3100	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	104,4		
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,965		
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	3311		
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	RO2(ST) [Kg/d]	6755		
Q <sub>med</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	QA [Nm <sup>3</sup> /h]	3350		
BOD <sub>5 in dn</sub> [mg/l]	3000	d-TKN [Kg/d]	314,4		
T [°C]	25	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	314,4		
pH	7,2	F <sub>c-ox</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,139		
V <sub>OX-NITR</sub> [m <sup>3</sup> ]	2592	F <sub>c-eff</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,075		
V <sub>DEN</sub> [m <sup>3</sup> ]	2208	F <sub>cv</sub> [KgBOD/m <sup>3</sup> ×d]	0,3		
R <sub>mix aerato</sub> [-]	5	TR <sub>ox</sub> [h]	129,6		
		R <sub>totale</sub> [-]	6		
		COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	7,5		
		Età del fango [d]	22,15		

**RIMOZIONE NUTRIENTI - Fase di Verifica**

**Influent**

BOD <sub>min</sub> [mg/l]	2900
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	3100
MLSS [mg/l]	4000
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20,0
C <sub>s</sub> [kgSS/m <sup>3</sup> h]	4,00
H <sub>ss</sub> [m]	2,50
R-O <sub>2</sub> [kg/d]	3311

**Valori di Riferimento**

4000	MLSS <sub>d</sub>	2,00	DO <sub>med</sub>
3867	MLSS <sub>min</sub>	1,34	DO <sub>min</sub>
4133	MLSS <sub>max</sub>	2,20	DO <sub>max</sub>

**Indicatore di Processo**

IP<sub>mix</sub> 0,50 conc. fango regolare  
MLSSV/MLSS<sub>T</sub> ox 0,68

IP<sub>DO</sub> 0,77 ossigenazione regolare  
MLSSV/MLSS<sub>T</sub> ric 0,64

**Abbattimenti**

0,965	Fraz. Abb. BOD <sub>5</sub> [0,·]
0,790	Fraz. Abb. MBAS [0,·]
314,4	d-TKN [Kg/d]
314,4	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]
0,139	F <sub>c-ox</sub> [kgBOD/kgSS×d]
0,075	F <sub>c-eff</sub> [kgBOD/kgSS×d]
0,30	F <sub>cv</sub> [kgBOD/m <sup>3</sup> ×d]
129,60	TR <sub>ox</sub> [h]
6,00	R <sub>totale</sub> [-]
5,00	R <sub>mix aerato</sub> [-]
1,258	Alcal. agg. [kgCaCO <sub>3</sub> /d]

**Valori di Output**

0,1	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]
109,2	N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]
104,4	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]
2592	V <sub>ox/nitr</sub> [m <sup>3</sup> ]
2208	V <sub>den</sub> [m <sup>3</sup> ]

**Altri Parametri**

7,5	COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]
22,06	Età Fango dn+ox [d]
27,63	SF <sub>guier</sub> [-]
1,57	Età Minima [d]

**Rimozione Fosforo**

P<sub>out</sub> [mg/l]     COD<sub>rb</sub>/COD     COD<sub>in</sub>/TKN<sub>in</sub>     Volume Fosforo [m<sup>3</sup>]

P<sub>in</sub> [mg/l]     COD<sub>in</sub> [mg/l]

Buttons: Sludge, Progetto, **Verifica**, Effic. Aeraz.

*Finestra di calcolo del software – rimozione nutrienti*

Sludge	
Vel. Nitrificazione [Kg TKN/KgSS d] v-n	0,4366
Frazione % Batteri Nitrificanti f	0,0695
Biomassa Nitrificante necess. [Kg] X-nt	10 368
Vel. Denitrificazione [Kg NO3/KgSS d] v-d	0,1268
Biomassa Denitrificante necess. [Kg] X-dn	8 832
Età del fango [d] SRTa	22,1
Temperatura [°C] T	25,0
Velocità max biomassa autotrofa mu-max	0,47
Funzione di dipendenza dalla Temperatura fta	2,67
SFgujer	27,63

*Finestra di calcolo del software – parametri biologici*

## 8.5 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

Il bacino di sedimentazione secondaria è il componente dell'impianto che provvede alla decantazione della miscela di acqua e fiocchi di fango biologico proveniente dal bacino di ossidazione-nitrificazione, con conseguente separazione dell'acqua chiarificata dai fiocchi l'ispessimento del fango attivo da ricircolare.

### 8.5.1 DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA

Il dimensionamento della sezione di sedimentazione secondaria è stato effettuato sulla base dei seguenti parametri:

- Carico idraulico superficiale ( $C_i$ ) calcolato in corrispondenza della portata di calcolo ( $Q_C$ );
- Flusso solido limite (FI): rappresenta il massimo carico di solidi sospesi che può attraversare un'unità di superficie;
- Il tempo di permanenza ( $T_P$ ) calcolato in corrispondenza della portata di calcolo ( $Q_C$ );

Le ipotesi progettuali assunte sono le seguenti:

- $Q_C = 1,7 Q_{med}(24) = 34 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- $Q_r = \text{portata di ricircolo dei fanghi} = 1,5 Q_{med}(24) = 30 \text{ m}^3/\text{h}^{(2)}$ ;

<sup>(2)</sup> Nelle simulazioni di processo la portata di ricircolo è stata assunta pari alla portata media; nella presente valutazione, a favore di sicurezza, si assume che la portata di ricircolo possa arrivare sino a 1,5 volte la portata media.

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INPUT		OUTPUT	
$Q_{med}(24)$ [m <sup>3</sup> /h]	20	$A(1) = Q_c/C_i$ [m <sup>2</sup> ]	56,7
$C_c$	1,7	$A(2) = [MLSS \cdot (Q_c + Q_r)] / FI$ [m <sup>2</sup> ]	51,2
$Q_c$ [m <sup>3</sup> /h]	<b>34</b>	$A = \max[A(1), A(2)]$ [m <sup>2</sup> ]	<b>56,7</b>
$Q_r = 1,5 Q_m$ [m <sup>3</sup> /h]	<b>30</b>	Diametro equivalente normalizzato [m]	<b>9</b>
$C_i$ [m/h]	0,6	$A(\text{progetto})$ [m <sup>2</sup> ]	63,585
MLSS [kg/m <sup>3</sup> ]	4,0	$V(\text{progetto})$ [m <sup>3</sup> ]	190,755
$FI$ [kgSS*m <sup>2</sup> /h]	5	<b>VERIFICA SU <math>Q_c</math></b>	
$H$ [m]	3	$C_i$ [m/h]	0,53
		$FI$ [kgSS*m <sup>2</sup> /h]	4,02
		$T_p$ [h]	5,61

### 8.5.2 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE DEI SOLIDI SOSPESI NELL'EFFLUENTE E CALCOLO DELLA PRODUZIONE DI FANGO DI SUPERO

Per il calcolo dei solidi sospesi nell'effluente si fa riferimento al valore medio risultante dalle formule [7] e [8]:

$$SSe1 \text{ [mg/l]} = 5.3616 \times \exp(0.1787 \times MLSS \times 10^{-3} + 1.315 \times Q_{med}/A_{ss}) \quad [7]$$

dove  $A_{ss}$  = area del sedimentatore secondario;  $A_{ss} = V_{ss}/H_{ss}$ .

$$SSe2 \text{ [mg/l]} \sim 7.5 C_s \quad [8]$$

Nel fango di ricircolo il valore della concentrazione dei solidi sospesi risulta dalla seguente formula:

$$SSr \text{ [mg/l]} = (R_{fanghi} + 1) \times MLSS / R_{fanghi}$$

La portata di supero, invece, è valutata come segue:

$$Q_w \text{ [m}^3\text{/d]} = 24 \times Q_{med} \times (y \times (BOD_{in} - BOD_{out}) - SSe) / (SSr - SSe)$$

dove:

$y$  = rendimento netto di crescita

Il fango prodotto è calcolato mediante la seguente formula:

$$\text{Prod. Fango [Kg/d]} = Q_w \times SSr / 1000$$

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori ottenuti mediante le espressioni precedenti in condizioni invernali ed estive:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
SSe [mg/l]	17,68	SSe [mg/l]	17,68
SSr [mg/l]	8000	SSr [mg/l]	8000
Prod. Fango [Kg SS/d]	1031,9	Prod. Fango [Kg SS/d]	858,2
Supero $Q_w$ [m <sup>3</sup> /d]	128,99	Supero $Q_w$ [m <sup>3</sup> /d]	107,27

## 8.6 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL REFLUO IN USCITA DALLA SEZIONE BIOLOGICA – PRIMO STADIO

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori analitici delle caratteristiche dell'effluente in uscita dal primo stadio di trattamento biologico ottenuti dalle precedenti simulazioni in condizioni invernali ed estive:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
Qmed(24h) [m³/h]	20,00	Qmed(24h) [m³/h]	20,00
BOD <sub>5</sub> [mg/l]	181,16	BOD <sub>5</sub> [mg/l]	104,39
SST [mg/l]	17,68	SST [mg/l]	17,68
NO <sub>3</sub> [mg/l]	109,42	NO <sub>3</sub> [mg/l]	109,18
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	2,52	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	0,13
P [mg/l]	8,41	P [mg/l]	8,02
MBAS [mg/l]	4,55	MBAS [mg/l]	4,19
Oli e grassi [mg/l]	10,24	Oli e grassi [mg/l]	9,43

## 9. DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE BIOLOGICA – SECONDO STADIO

### 9.1 PORTATA IDRAULICA E CARICO ORGANICO ALLA SEZIONE BIOLOGICA

Il processo di dimensionamento del secondo stadio biologico è stato sviluppato secondo i medesimi criteri illustrati nel capitolo 8 ed inerenti il primo stadio di trattamento.

La differenza sostanziale è che in input al software di calcolo sono stati introdotti, in questa fase, i valori analitici ottenuti dalle simulazioni precedenti con le seguenti assunzioni integrative:

- Sono stati utilizzati i valori analitici ottenuti dalla verifica invernale essendo qualitativamente peggiori;
- Si è ipotizzato che il BOD residuo si difficilmente biodegradabile e che pertanto vi sia la necessità di introdurre sostanza organica facilmente biodegradabile sotto forma di Metanolo ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) nella misura di circa 400 mg/l.

Pertanto, a fronte delle premesse, riportiamo successivamente i parametri di processo assunti come base di calcolo:

Dati sezione biologica	U.M.	Valore
Portata media giornaliera	$\text{m}^3/\text{d}$	480
Portata media oraria ( $Q_{24}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	20
BOD5	mg/l	581,16
COD	mg/l	1162,32
TKN	mg/l	111,94
$\text{NH}_4^+$	mg/l	2,52
$P_{\text{tot}}$	mg/l	8,41
SST	mg/l	17,68
Oli e grassi	mg/l	10,24
MBAS	mg/l	4,55
T (invernale)	$^{\circ}\text{C}$	12,5
T (estiva)	$^{\circ}\text{C}$	25
pH	-	7,2
MLSS (concentrazione biomassa)	$\text{Kg SS}/\text{m}^3$	4
Concentrazione ossigeno in vasca	mg/l	2,0
Portata di ricircolo dei fanghi ( $Q_r = 1,0 Q_{24}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	20
Portata di ricircolo miscela areata ( $Q_{\text{mix}} = 5 Q_{24}$ )	$\text{m}^3/\text{h}$	100

Per semplicità descrittiva, nei paragrafi successivi, verranno omesse le descrizioni inerenti le metodologie utilizzate nonché le espressioni analitiche impiegate essendo uguali a quanto indicato nel capitolo 8 mentre verranno riportate direttamente le risultanze dell'elaborazione.

### 9.2 FASE DI PROGETTO IN CONDIZIONI INVERNALI

#### 9.2.1 RISULTANZE DELL'ELABORAZIONE

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori ottenuti in output dal software di calcolo:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INPUT		OUTPUT	
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	581,5	V <sub>OX-NITR</sub> [m <sup>3</sup> ]	<b>434,8</b>
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	500	V <sub>DEN</sub> [m <sup>3</sup> ]	<b>274,4</b>
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	700	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	330
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	<b>37,2</b>
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,936
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	Abb. MBAS [%]	0,770
T [°C]	12,5	d-TKN [Kg/d]	39,3
pH	7,2	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	33,5
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	<b>3</b>	F <sub>c-ox</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,160
N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	<b>12</b>	F <sub>c-eff</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,098
		F <sub>c-v</sub> [KgBOD/m <sup>3</sup> ×d]	0,39
		TR <sub>ox</sub> [h]	21,74
		R <sub>totale</sub> [-]	5,82
		R <sub>mix-aerato</sub> [-]	4,85
		COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	10,4
		Età del fango [d]	12,73

### 9.3 FASE DI VERIFICA IN CONDIZIONI INVERNALI

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori ottenuti in output dal software di calcolo considerando le seguenti scelte di processo effettuate dalla scrivente:

- Volume del bacino di ossidazione nitrificazione, VOX-NITR (**504 m<sup>3</sup>**);
- Volume del bacino di denitrificazione, VDEN (**420 m<sup>3</sup>**);
- Fattore di ricircolo della miscela aerata, R<sub>mix aerato</sub> (**R= 5**);

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: VERIFICA INVERNALE	
INPUT		OUTPUT	
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	581,5	N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	13,85
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	500	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	1,48
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	700	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	33,18
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,943
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	349
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	<b>20</b>	RO2(ST) [Kg/d]	690
Q <sub>med</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	QA [Nm <sup>3</sup> /h]	<b>342</b>
BOD <sub>5 in dn</sub> [mg/l]	581,5	d-TKN [Kg/d]	39,9
T [°C]	<b>12,5</b>	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	39,8
pH	7,2	F <sub>c-ox</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,138
V <sub>OX-NITR</sub> [m <sup>3</sup> ]	<b>504</b>	F <sub>c-eff</sub> [KgBOD/KgSS×d]	0,076

$V_{DEN}$ [m <sup>3</sup> ]	<b>420</b>	Fcv [KgBOD/m <sup>3</sup> ×d]	0,30
$R_{mix}$ aerato [-]	<b>5</b>	TRox [h]	25,20
		$R_{totale}$ [-]	<b>6</b>
		CODin/TKNin[-]	10,4
		Età del fango [d]	17,33

**RIMOZIONE NUTRIENTI - VERIFICA**

**Rimozione Nutrienti - Fase di Verifica**

**Influente**

BODmin [mg/l]	500
BODmax [mg/l]	700
MLSS [mg/l]	4000
DOox [mg/l]	2
Qr [m <sup>3</sup> /h]	20,0
Cs [kgSS/m <sup>3</sup> h]	4,00
Hss [m]	2,50
R-O2 [kg/d]	349

**Valori di Riferimento**

4000	MLSSd	2,00	DOmed
3441	MLSSmin	1,19	DOmin
4817	MLSSmax	2,20	DOmax

**Indicatore di Processo**

IP\_mix: 0,41 conc. fango regolare  
MLSSV/MLSST ox: 0,68

IP\_DO: 0,80 ossigenazione regolare  
MLSSV/MLSST ric: 0,65

**Abbattimenti**

N-NH4+out [mg/l]	1,5
N-NO3out [mg/l]	13,9
BOD5out[mg/l]	33,2
Vox/nitr [m <sup>3</sup> ]	504
Vden [m <sup>3</sup> ]	420
Fraz. Abb. BOD5 [0,1]	0,943
Fraz. Abb. MBAS [0,1]	0,775
d-TKN [Kg/d]	39,9
d-NO3 [Kg/d]	39,8
Fc-ox [kgBOD/kgSS*d]	0,138
Fc-elf [kgBOD/kgSS*d]	0,076
Fcv [kgBOD/m <sup>3</sup> *d]	0,30
TRox [h]	25,20
R totale [-]	6,00
R mix aerato [-]	5,00
Alcal. agg. [kgCaCO3/d]	160

**Valori di Riferimento**

4000	MLSSd	2,00	DOmed
3441	MLSSmin	1,19	DOmin
4817	MLSSmax	2,20	DOmax

**Indicatori di Processo**

CODin/TKNin [-]: 10,4 Denitrificazione favorita SFgujer [-]: 6,38 Nitrificazione favorita

Età Fango dn+ox [d]: 17,33 Nitrificazione favorita Età Minima [d]: 6,48

**Rimozione Fosforo**

Pout [mg/l]  CODrb/COD  CODin/TKNin

Pin [mg/l]  CODin [mg/l]  Volume Fosforo [m<sup>3</sup>]

Sludge Progetto **Verifica** Effic. Aeraz.

Finestra di calcolo del software – rimozione nutrienti

**Sludge**

**Vel. Nitrificazione [Kg TKN/KgSS d] v-n** 0,3832

**Frazione % Batteri Nitrificanti f** 0,0517

**Biomassa Nitrificante necess. [Kg] X-nt** 2 015

**Vel. Denitrificazione [Kg NO3/KgSS d] v-d** 0,0305

**Biomassa Denitrificante necess. [Kg] X-dn** 1 680

**Età del fango [d] SRTa** 17,3

**Temperatura [°C] T** 12,5

**Velocità max biomassa autotrofa mu-max** 0,47

**Funzione di dipendenza dalla Temperatura fta** 0,78

**SFgujer** 6,38

Finestra di calcolo del software – parametri biologici

## 9.4 FASE DI VERIFICA IN CONDIZIONI ESTIVE

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori ottenuti in output dal software di calcolo:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: VERIFICA ESTIVA	
INPUT		OUTPUT	
BOD <sub>in</sub> [mg/l]	581,5	N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	13,95
BOD <sub>min</sub> [mg/l]	500	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	0,11
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	700	BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	18,25
MLSS [mg/l]	4000	Abb. BOD <sub>5</sub> [%]	0,969
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2	R <sub>O2</sub> [Kg/d]	578
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	RO2(ST) [Kg/d]	1179
Q <sub>med</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20	QA [Nm <sup>3</sup> /h]	<b>585</b>
BOD <sub>5 in dn</sub> [mg/l]	581,5	d-TKN [Kg/d]	40,2
T [°C]	12,5	d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	40,2
pH	7,2	Fc-ox [KgBOD/KgSS*d]	0,138
V <sub>OX-NITR</sub> [m <sup>3</sup> ]	504	Fc-eff [KgBOD/KgSS*d]	0,076
V <sub>DEN</sub> [m <sup>3</sup> ]	420	Fcv [KgBOD/m <sup>3</sup> *d]	0,30
R <sub>mix aerato</sub> [-]	5	TRox [h]	25,20
		R <sub>totale</sub> [-]	<b>6</b>
		COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	10,4
		Età del fango [d]	20,6

**RIMOZIONE NUTRIENTI - Fase di Verifica**

**Influente**

BOD <sub>min</sub> [mg/l]	500
BOD <sub>max</sub> [mg/l]	700
MLSS [mg/l]	4000
DO <sub>ox</sub> [mg/l]	2
Q <sub>r</sub> [m <sup>3</sup> /h]	20,0
C <sub>s</sub> [kgSS/m <sup>2</sup> h]	4,00
H <sub>ss</sub> [m]	2,50
R-D2 [kg/d]	578

**Valori di Riferimento**

4000	MLSS <sub>d</sub>	2,00	DO <sub>med</sub>
3440	MLSS <sub>min</sub>	1,19	DO <sub>min</sub>
4816	MLSS <sub>max</sub>	2,20	DO <sub>max</sub>

**Indicatore di Processo**

IP<sub>mix</sub>: 0,41 conc. fango regolare  
MLSS/MLSS<sub>ox</sub>: 0,68

IP<sub>DO</sub>: 0,80 ossigenazione regolare  
MLSS/MLSS<sub>ric</sub>: 0,64

**Valori di Output**

N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> out [mg/l]	0,1
N-NO <sub>3</sub> out [mg/l]	14,0
BOD <sub>5out</sub> [mg/l]	18,2
V <sub>ox/nitr</sub> [m <sup>3</sup> ]	504
V <sub>den</sub> [m <sup>3</sup> ]	420
Fraz. Abb. BOD <sub>5</sub> [0,.]	0,969
Fraz. Abb. MBAS [0,.]	0,793
d-TKN [Kg/d]	40,2
d-NO <sub>3</sub> [Kg/d]	40,2
Fc-ox [kgBOD/kgSS*d]	0,138
Fc-eff [kgBOD/kgSS*d]	0,076
Fcv [kgBOD/m <sup>3</sup> *d]	0,30
TRox [h]	25,20
R totale [-]	6,00
R mix aerato [-]	5,00
Alcal. agg. [kgCaCO <sub>3</sub> /d]	161

**Altri Parametri**

COD <sub>in</sub> /TKN <sub>in</sub> [-]	10,4	Denitrificazione favorita	SF <sub>guier</sub> [-]	Nitrificazione favorita
Età Fango dn+ox [d]	20,60	Nitrificazione favorita		25,81
			Età Minima [d]	1,57

**Rimozione Fosforo**

P<sub>out</sub> [mg/l]  COD<sub>rb</sub>/COD  COD<sub>in</sub>/TKN<sub>in</sub>

P<sub>in</sub> [mg/l]  COD<sub>in</sub> [mg/l]  Volume Fosforo [m<sup>3</sup>]

Buttons: Sludge, Progetto, **Verifica**, Effic. Aeraz.

*Finestra di calcolo del software – rimozione nutrienti*

Sludge	
Vel. Nitrificazione [Kg TKN/KgSS d] v-n	0,3832
Frazione % Batteri Nitrificanti f	0,0517
Biomassa Nitrificante necess. [Kg] X-nt	2 015
Vel. Denitrificazione [Kg NO3/KgSS d] v-d	0,0305
Biomassa Denitrificante necess. [Kg] X-dn	1 680
Età del fango [d] SRTa	17,3
Temperatura [°C] T	12,5
Velocità max biomassa autotrofa mu-max	0,47
Funzione di dipendenza dalla Temperatura fta	0,78
SFgujer	6,38
Exit	

Finestra di calcolo del software – parametri biologici

## 9.5 SEDIMENTAZIONE SECONDARIA

Il bacino di sedimentazione secondaria, considerato che i dati in progetto sono equivalenti a quelli del primo stadio di trattamento, risulta uguale a quello dimensionato al paragrafo 8.5.

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori ottenuti in output dal software di calcolo sia per il dimensionamento della vasca sia per quanto concerne la produzione di fango di supero e la concentrazione di solidi sospesi nel refluo in uscita:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INPUT		OUTPUT	
$Q_{med(24)}$ [m <sup>3</sup> /h]	20	$A(1) = Q_C/C_i$ [m <sup>2</sup> ]	56,7
$C_c$	1,7	$A(2) = [MLSS \cdot (Q_C + Q_r)] / F_i$ [m <sup>2</sup> ]	51,2
$Q_C$ [m <sup>3</sup> /h]	34	$A = \max[A(1), A(2)]$ [m <sup>2</sup> ]	56,7
$Q_r = 1,5 Q_m$ [m <sup>3</sup> /h]	30	Diametro equivalente normalizzato [m]	9
$C_i$ [m/h]	0,6	$A(\text{progetto})$ [m <sup>2</sup> ]	63,585
MLSS [kg/m <sup>3</sup> ]	4,0	$V(\text{progetto})$ [m <sup>3</sup> ]	190,755
$F_i$ [kgSS*m <sup>2</sup> /h]	5	<b>VERIFICA SU <math>Q_C</math></b>	
H [m]	3	$C_i$ [m/h]	0,53
		$F_i$ [kgSS*m <sup>2</sup> /h]	4,02
		$T_p$ [h]	5,61

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
SSe [mg/l]	25,51	SSe [mg/l]	25,51
SSr [mg/l]	8000	SSr [mg/l]	8000
Prod. Fango [Kg SS/d]	201	Prod. Fango [Kg SS/d]	167,2
Supero Qw [m <sup>3</sup> /d]	25,13	Supero Qw [m <sup>3</sup> /d]	20,89

## 9.6 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL REFLUO IN USCITA DALLA SEZIONE BIOLOGICA – SECONDO STADIO

Nella sottostante Tabella vengono riportati i valori analitici delle caratteristiche dell'effluente in uscita dal secondo stadio di trattamento biologico ottenuti dalle precedenti simulazioni in condizioni invernali ed estive:

IMPIANTO: CISA S.P.A.		modalità: PROGETTO	
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
Qmed(24h) [m <sup>3</sup> /h]	20,00	Qmed(24h) [m <sup>3</sup> /h]	20,00
BOD <sub>5</sub> [mg/l]	33,18	BOD <sub>5</sub> [mg/l]	18,25
SST [mg/l]	25,51	SST [mg/l]	25,51
NO <sub>3</sub> [mg/l]	13,85	NO <sub>3</sub> [mg/l]	13,95
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	1,48	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg/l]	0,11
P [mg/l]	1,83	P [mg/l]	1,65
MBAS [mg/l]	1,13	MBAS [mg/l]	1,04
Oli e grassi [mg/l]	2,25	Oli e grassi [mg/l]	2,07

## 10. TRATTAMENTI DI AFFINAMENTO E DISINFEZIONE FINALE

### 10.1 CONSIDERAZIONI INIZIALI

Le simulazioni di calcolo indicano che i parametri analitici degli inquinanti presenti allo scarico della piattaforma di trattamento sono conformi a quanto previsto nella Tab. 3, Allegato 5 alla Parte III del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. per lo scarico in acque superficiali **in aree non sensibili**.

Ciò nonostante appare congruo considerare che quota parte del BOD in ingresso non sia degradabile biologicamente o che, in particolari condizioni di carico, vi siano flussi di reflujo allo scarico con concentrazioni di inquinanti superiori a quanto imposto dalle vigenti normative.

In considerazione di quanto anticipato precedentemente si prevede in uscita dalla sezione biologica (secondo stadio) i seguenti trattamenti di affinamento:

- Sezione di filtrazione a quarzite;
- Sezione di filtrazione a carboni attivi;
- Disinfezione finale mediante ipoclorito di sodio.

### 10.2 SEZIONE DI FILTRAZIONE A QUARZITE

La sezione di filtrazione a sabbia permette la rimozione degli inquinanti presenti in sospensione o trasformabili in tale forma.

Nel caso specifico, l'unità di filtrazione, viene posta quale presidio ad un eventuale trascinarsi di solidi sospesi in uscita dall'unità di sedimentazione finale nonché quale pretrattamento per la successiva fase di filtrazione a carbone.

#### 10.2.1 DIMENSIONAMENTO DELLA COLONNA DI FILTRAZIONE

Il sistema proposto è costituito da filtri verticali in pressione con mezzo filtrante in sabbia/antracite (il primo strato in quarzite ed il secondo strato in antracite).

Nel calcolo dimensionale si considera una velocità di filtrazione  $v_f$  di 11 m/h <sup>(3)</sup> con una portata di calcolo  $Q_C = 34 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_C = 1,7 Q_{\text{med}}(24)$ ).

- $S_f = Q_C/v_f = 3,09 \text{ m}^2$

Si adatteranno pertanto 2 filtri verticali, di cui uno in riserva attiva da utilizzarsi durante le fasi di contro lavaggio dell'altro, aventi ciascuno le seguenti caratteristiche:

- Diametro fasciame: 2000 mm;
- Superficie: 3,14 m<sup>2</sup>;
- Portata media: 20 m<sup>3</sup>/h;
- Portata di punta: 34 m<sup>3</sup>/h;
- Primo strato: sabbia;
- Secondo strato: antracite;
- Altezza primo strato: 0,6 m;
- Altezza secondo strato: 0,75 m;
- Caratteristiche fisiche antracite: dimensione efficace 1,3 mm; coefficiente d'uniformità 1,4; densità 1600 kg/m<sup>3</sup>;
- Caratteristiche fisiche sabbia: dimensione efficace 0,65 mm; coefficiente d'uniformità 1,4; densità 2650 kg/m<sup>3</sup>;
- Solidi sospesi in ingresso: 25,51 mg/l;
- Percentuale abbattimento solidi sospesi: 85%;

<sup>(3)</sup> Riferimenti: Bonomo  $v_{f(\text{max})} = 24 \text{ m/h}$ ; Masotti  $v_{f(\text{max})} = 20 \text{ m/h}$ .

- Solidi sospesi allo scarico: 4 mg/l (circa).

Per quanto concerne la fase di controlavaggio vengono definiti i seguenti parametri progettuali:

- $P_{s(aria)}$  = portata specifica d'aria =  $90 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ ;
- $P_{s(acqua)}$  = portata specifica d'acqua =  $20 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ .

da cui otteniamo:

- $P_{(aria)}$  = portata d'aria =  $282,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $\Delta p = 700 \text{ mbar}$
- $P_{(acqua)}$  = portata d'acqua =  $62,3 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $\Delta p = 3 \text{ bar}$

### 10.3 SEZIONE DI FILTRAZIONE A CARBONI ATTIVI

Nel caso specifico, l'unità di filtrazione a carbone, viene posta quale presidio per l'eventuale presenza di sostanze refrattarie o comunque non biodegradabili all'interno dei precedenti trattamenti biologici.

L'adsorbimento mediante carbone attivo è un processo chimico-fisico di trasferimento di massa con cui atomi e molecole di composti presenti in fase liquida o gassosa si fissano su una superficie solida porosa, concentrandosi all'interfaccia di separazione, per effetto di legami di natura sia fisica che chimica tra l'*adsorbato* e il solido *adsorbente*.

L'utilizzo di filtri a carbone negli impianti di depurazione trova particolare interesse nei confronti di eventuali inquinanti disciolti sia organici che inorganici che potrebbero non essere stati sufficientemente rimossi nelle fasi precedenti (colorati, tensioattivi, solventi, metalli pesanti, pesticidi, idrocarburi, COD non biodegradabile, ...).

#### 10.3.1 DIMENSIONAMENTO DELLA COLONNA DI FILTRAZIONE

Il sistema proposto è costituito da filtri verticali discendenti in pressione con Carbone Attivo Granulare (G.A.C.).

Nel calcolo dimensionale si assumono i seguenti parametri:

- $Q_C = 24 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_C = 1,2 Q_{med(24)}$ );
- BOD non biodegradabile: 150 mg/l;
- BOD allo scarico: 35 mg/l;
- $v_f = 8 \text{ m/h}$  <sup>(4)</sup> (velocità di filtrazione);
- EBCT = 30 minuti <sup>(5)</sup> (tempo di contatto Empty Bed Contact Time);
- $\rho_{GAC} = 430 \text{ g/l}$ ;

da cui otteniamo:

- $V_{GAC} = Q_C \times EBCT = 12 \text{ m}^3$ ;
- $A_{GAC} = Q_C/v_f = 3 \text{ m}^2$ ;
- $M_{GAC} = 5160 \text{ kg GAC}$ ;

Si installeranno di n°2 filtri da cui si ottiene quanto segue in riferimento a ciascun filtro:

- Diametro fasciame: 2000 mm;
- Superficie: 3,14  $\text{m}^2$ ;
- Portata media:  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Portata di punta:  $24 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Altezza strato di GAC: 2000 mm;
- Volume strato di GAC:  $6,28 \text{ m}^3$ ;

<sup>(4)</sup> Riferimenti: Bonomo  $v_f = 5-12 \text{ m/h}$ .

<sup>(5)</sup> Riferimenti: Bonomo EBCT = 20-45 minuti.

- Massa di GAC: 2700 kg.

Ipotizzando inoltre che la capacità d'assorbimento del carbone sia pari a 300 mg BOD/g GAC si ottiene che il tasso d'utilizzo del carbone è pari a:

- $AUR = (150-35)/300 = 0,38 \text{ kg GAC/ m}^3 \text{ refluo trattato}$ ;

Il refluo complessivamente trattabile è quindi pari a:

- $V_{RT} = 2 \times 2700 / 0,46 = 14210 \text{ m}^3$

da cui è possibile stimare la durata del carbone attivo:

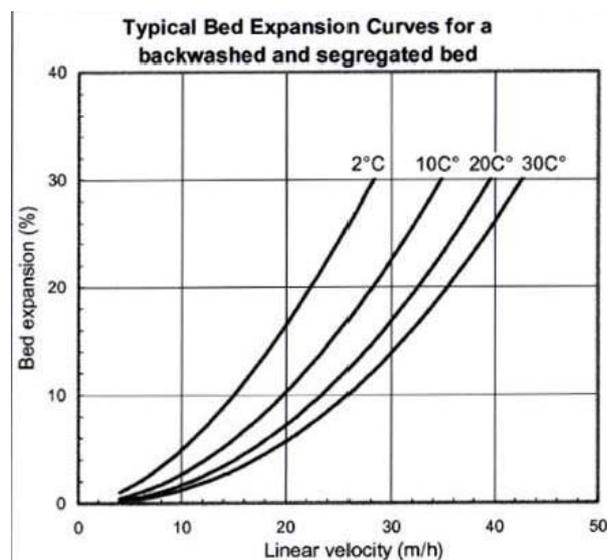
- $t_{GAC} = 14210/480 = 79 \text{ giorni}$

### **10.3.2 DIMENSIONAMENTO DELLA FASE DI CONTROLAVAGGIO**

Il procedimento di controlavaggio dei filtri a carbone attivo è essenziale per rimuovere le particelle organiche ed inorganiche accumulate durante il normale funzionamento, per mantenere le capacità idrauliche desiderate e possibilmente per controllare la crescita biologica. I controlavaggi dei filtri a GAC possono essere effettuati in un'unica fase con sola acqua o in due fasi distinte e sequenziali in cui nella prima viene insufflata aria e nella seconda con acqua. I controlavaggi, comunque, devono essere ridotti al minimo per via dei loro possibili effetti sull'efficienza del processo di adsorbimento. Se avviene un forte mescolamento del letto, il GAC con le molecole adsorbite nella parte alta potrebbe scendere verso il basso dove è possibile che avvenga il desorbimento di queste molecole soprattutto se debolmente e reversibilmente adsorbite, come avviene spesso nel caso di composti organici volatili. Il desorbimento non avviene se le molecole sono state adsorbite irreversibilmente o se sono state rimosse da un meccanismo distruttivo, come ad esempio la biodegradazione, invece che adsorbite.

Per stimare la portata necessaria ai controlavaggi dei filtri a carbone è necessario stabilire l'espansione del letto; posto quindi di voler ottenere una espansione del 15%, data l'altezza del letto filtrante pari a 2.00 m, l'espansione sarà di 30 cm. In un letto a carboni attivi l'espansione dovuta al controlavaggio è fortemente influenzata dalla temperatura, in particolar modo aumenta al diminuire della temperatura, ciò significa che, a parità di espansione voluta, la portata necessaria al controlavaggio diminuisce al diminuire della temperatura.

Ogni singolo tipo di carbone attivo granulare ha le sue curve caratteristiche di espansione, nella figura seguente, si riporta un grafico di uno specifico GAC in cui sono evidenziate le diverse curve di espansione al variare della temperatura.



E' quindi necessario stabilire anche quali siano le temperature caratteristiche delle acque trattate nell'impianto. Per le acque in uscita dalla piattaforma di trattamento, in uniformità a quanto indicato nelle ipotesi progettuali, si hanno i seguenti valori:

- Temperatura invernale: 12,5 °C
- Temperatura estiva: 25 °C

Dunque, considerando la temperatura caratteristica dell'acqua e la percentuale di espansione del letto filtrante dell'ordine del 15%, si ottiene una velocità di controlavaggio di circa 30 m/h.

Prevedendo pertanto che il ciclo di lavaggio si esegua con sola acqua si ottiene una portata specifica di lavaggio per ciascun filtro di 94,2 m<sup>3</sup>/h.

## 10.4 SEZIONE DI DISINFEZIONE FINALE

L'acqua in uscita dai filtri a carbone attivo, e prima di essere avviata alla fase di disinfezione, è addotta ad una vasca di accumulo acqua filtrata che fungerà da riserva idrica così che possa essere riutilizzata a fini industriali all'interno dell'impianto.

Il processo di disinfezione è mirato al controllo del numero di microrganismi patogeni presenti nelle acque reflue in uscita da un impianto di trattamento al fine di ridurlo al di sotto di un valore di soglia ritenuto accettabile.

Le principali caratteristiche richieste da un agente disinfettante sono:

- Efficacia a dosi limitate e con largo spettro d'azione;
- Assenza di tossicità residua diretta ed indiretta (sottoprodotti);
- Misurabilità del principio attivo.

Nel caso specifico si sceglie quale agente disinfettante l'ipoclorito di sodio (NaClO) per semplicità gestionale e facile reperibilità.

### 10.4.1 DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI CONTATTO

La sezione di disinfezione verrà quindi dotata di un sistema di dosaggio di ipoclorito di sodio mediante pompa dosatrice e serbatoio di stoccaggio.

Nel calcolo dimensionale si assumono i seguenti parametri:

- $Q_C = 30 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $Q_C = 1,5 Q_{\text{med}}(24)$ );
- $T_C = 30$  minuti.

Da cui si ottiene un volume di contatto pari a :

- $V_C = 15 \text{ m}^3$

## II. LINEA FANGHI

### II.1 LINEA FANGHI BIOLOGICI

La linea di trattamento dei fanghi biologici comprende i fanghi di supero provenienti da entrambe le sezioni di trattamento biologico (primo e secondo stadio) e prevede le seguenti fasi:

- Ispessimento meccanizzato;
- Disidratazione meccanica.

Riportiamo successivamente le caratteristiche dei flussi provenienti dalle sezioni biologiche:

Impianto biologico primo stadio			
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
S <sub>Se</sub> [mg/l]	17,68	S <sub>Se</sub> [mg/l]	17,68
S <sub>Sr</sub> [mg/l]	8000	S <sub>Sr</sub> [mg/l]	8000
Prod. Fango [Kg SS/d]	1031,9	Prod. Fango [Kg SS/d]	858,2
Supero Q <sub>w</sub> [m <sup>3</sup> /d]	128,99	Supero Q <sub>w</sub> [m <sup>3</sup> /d]	107,27

Impianto biologico secondo stadio			
INVERNO (12,5°C)		ESTATE (25°C)	
S <sub>Se</sub> [mg/l]	25,51	S <sub>Se</sub> [mg/l]	25,51
S <sub>Sr</sub> [mg/l]	8000	S <sub>Sr</sub> [mg/l]	8000
Prod. Fango [Kg SS/d]	201	Prod. Fango [Kg SS/d]	167,2
Supero Q <sub>w</sub> [m <sup>3</sup> /d]	25,13	Supero Q <sub>w</sub> [m <sup>3</sup> /d]	20,89

Da cui, considerando il contributo di entrambe le sezioni nella condizione più gravosa (inverno) otteniamo:

Impianto biologico primo e secondo stadio in condizioni invernali	
S <sub>Se</sub> [mg/l]	25,51
S <sub>Sr</sub> [mg/l]	8000
Prod. Fango [Kg SS/d]	1232,9
Supero Q <sub>w</sub> [m <sup>3</sup> /d]	154,12

#### II.1.1 DIMENSIONAMENTO ISPESSIMENTO MECCANIZZATO

L'ispessimento a gravità è la tecnica più utilizzata per l'addensamento dei fanghi. Si tratta sostanzialmente di una sedimentazione di massa che, come noto, permette di ottenere una concentrazioni dei fanghi tanto più elevata quanto più ridotto è il flusso solido applicato.

Nel presente dimensionamento si assumono i seguenti parametri di processo:

- Q<sub>w</sub> (ISP): 154,12 m<sup>3</sup>/d (portata di fango in alimentazione all'ispessitore)
- FS = 30 Kg SS/m<sup>2</sup>d (flusso solido di progetto);
- H = 4 m (altezza dell'ispessitore);
- Umidità fango ispessito: 97,5%.

In funzione delle premesse otteniamo un'area di calcolo pari a :

- $A_{ISP}$ :  $1232,9/30 = 41,1 \text{ m}^2$ .

In funzione dell'area di calcolo pari a  $41,1 \text{ m}^2$  definiamo un diametro commerciale pari a 8 m da cui si ottiene:

- $A_{ISPF} = 50,24 \text{ m}^2$ ;
- $V_{ISPF} = 200,96 \text{ m}^3$ ;
- $T_P = 1,3 \text{ d}$ ;
- $Q_{isp}(ISP)$ :  $49,3 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata di fango ispessito in uscita dall'ispessitore);
- $Q_{sur}(ISP)$ :  $104,82 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata surnatante in uscita dall'ispessitore).

I surnatanti provenienti dall'ispessitore verranno addotti alla vasca di equalizzazione della sezione biologica per essere nuovamente trattati.

### 11.1.2 DIMENSIONAMENTO DISIDRATAZIONE MECCANICA

Per la sezione di disidratazione meccanica si propone l'installazione di un decanter a tamburo rotante.

Le ipotesi progettuali assunte per il dimensionamento della presente sezione di trattamento sono le seguenti:

- $Q_{isp}(ISP)$ :  $49,3 \text{ m}^3/\text{d}$  (produzione giornaliera di fango ispessito);
- Giorni settimanali di funzionamento: 5;
- Ore giornaliere di funzionamento: 7;
- Umidità fango disidratato : 22 %.

In funzione delle premesse otteniamo quanto segue:

- $Q_{DIS}(I)$ :  $(49,3 \times 7)/(5 \times 7) = 9,86 \text{ m}^3/\text{h}$  (portata idraulica della centrifuga);
- $Q_{DIS}(M)$ :  $(1232,9 \times 7)/(5 \times 6) = 246,58 \text{ kg SS/h}$  (portata massica della centrifuga);
- $Q_{DIS}(DIS)$ :  $7,84 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata di fango disidratato);
- $Q_{sur}(ISP)$ :  $61,18 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata surnatante in uscita dalla disidratazione).

La sezione di disidratazione verrà dotata di polipreparatore automatico, pompe di alimentazione fango e polielettrolita, strumentazione di controllo e coclea d'evacuazione del fango.

Il fango disidratato, grazie ad un sistema di coclee brandeggianti opportunamente installato per stoccare separatamente i fanghi biologici da quelli chimici, verrà addotto provvisoriamente all'interno di opportuni container dedicati alla ricezione del solo fango biologico così da poter essere smaltito secondo le vigenti normative.

## 11.2 LINEA FANGHI CHIMICO-FISICI

La linea di trattamento dei fanghi chimico-fisici tratterà i fanghi estratti dal sedimentatore a pacchi lamellari della linea di trattamento del percolato e quello proveniente dalla linea dei reflui inorganici e prevede le seguenti fasi:

- Ispessimento meccanizzato;
- Disidratazione meccanica.

Riportiamo successivamente le caratteristiche dei flussi provenienti dalle sezioni indicate:

- Portata impianto trattamento percolato:  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Portata impianto reflui inorganici:  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

Si osserva comunque che, come indicato nei capitoli precedenti, la portata massima complessiva dei due flussi dovrà essere pari a 10 m<sup>3</sup>/h al fine di ottenere un refluo in alimentazione alla sezione biologica sufficientemente equilibrato.

Le stime delle quantità di fango prodotto sono spesso di difficile valutazione pertanto è consuetudine affidarsi ad intervalli di valori reperibili in letteratura; nel caso specifico, visto l'utilizzo di cloruro ferrico, si assumono i seguenti valori specifici:

- Produzione fango di supero rispetto alla portata trattata: 3,8% (intervallo 0,9 – 3,8%);
- Contenuto percentuale di solidi nel fango prodotto: 3,5% (intervallo 2 – 4 %).

### **11.2.1 DIMENSIONAMENTO ISPESSIMENTO STATICO**

Nel presente dimensionamento si assumono i seguenti parametri di processo:

- $Q_W$  (ISP): 240 m<sup>3</sup>/d x 3,8% = 9,12 m<sup>3</sup>/d (portata di fango in alimentazione all'ispessitore);
- $SS_W$  (ISP): 9,12 m<sup>3</sup>/d x 3,5% = 319,2 kg SS/d (fango prodotto in alimentazione all'ispessitore);
- FS = 80 Kg SS/m<sup>2</sup>d (flusso solido di progetto);
- H = 4 m (altezza dell'ispessitore);
- Umidità fango ispessito: 95%.

In funzione delle premesse otteniamo un'area di calcolo pari a :

- $A_{ISP}$ : 319,2/80 = 3,99 m<sup>2</sup>.

In funzione dell'area di calcolo pari a 3,99 m<sup>2</sup> definiamo un diametro commerciale pari a 2,4 m da cui si ottiene:

- $A_{ISPF}$  = 4,52 m<sup>2</sup>;
- $V_{ISPF}$  = 18,08 m<sup>3</sup>;
- $T_P$  = 1,98 d;
- $Q_{isp}$  (ISP): 6,38 m<sup>3</sup>/d (portata di fango ispessito in uscita dall'ispessitore);
- $Q_{sur}$  (ISP): 2,74 m<sup>3</sup>/d (portata surnatante in uscita dall'ispessitore).

Viste le esigue dimensioni si opta per un ispessitore realizzato mediante serbatoio in PRFV avente le seguenti caratteristiche:

- Caratteristica del serbatoio: fondo conico a 60°;
- Materiale: doppio liner interno in resina vinilestere ed esterno in bisfenolica, colorazione traslucida con protezione UV;
- Dimensioni: Ø interno 2.400 mm, altezza 7.000 mm circa;
- Volume: 30 m<sup>3</sup>;
- Telaio di sostegno: acciaio al carbonio zincato a caldo;
- Accessori: n°1 tronchetto flangiato DN40, n°1 tronchetto flangiato DN100, canale di sfioro chiarificato, tubo centrale di calma.

I surnatanti provenienti dall'ispessitore verranno addotti alla vasca di equalizzazione della sezione chimico-fisica per essere nuovamente trattati.

### **11.2.2 DIMENSIONAMENTO DISIDRATAZIONE MECCANICA**

Le ipotesi progettuali assunte per il dimensionamento della presente sezione di trattamento sono le seguenti:

- $Q_{isp}$  (ISP): 6,38 m<sup>3</sup>/d (produzione di fango ispessito)
- Giorni settimanali di funzionamento: 5;
- Ore giornaliere di funzionamento: 7;
- Umidità fango disidratato : 25 %.

In funzione delle premesse otteniamo quanto segue:

- $Q_{DIS}(I): (6,38 \times 7)/(5 \times 7) = 1,28 \text{ m}^3/\text{h}$  (portata idraulica della centrifuga);
- $Q_{DIS}(M): (319,2 \times 7)/(5 \times 7) = 63,84 \text{ kg SS}/\text{h}$  (portata massica della centrifuga);
- $Q_{DIS}(DIS): 1,79 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata di fango disidratato);
- $Q_{sur}(ISP): 7,15 \text{ m}^3/\text{d}$  (portata surnatante in uscita dalla disidratazione).

Allo stato attuale non si ritiene necessario l'installazione di una centrifuga dedicata alla sola disidratazione della componente chimico-fisica dei fanghi e pertanto verrà utilizzata la centrifuga dei fanghi biologici.

Il fango disidratato, grazie al sistema brandeggiante precedentemente descritto, verrà stoccato provvisoriamente all'interno di opportuni container dedicati alla ricezione del solo fango chimico così da poter essere smaltito separatamente dal fango biologico e comunque secondo le vigenti normative.

## 12. VASCHE DI ACCUMULO ED OMOGENEIZZAZIONE

### 12.1 VASCA D'ACCUMULO ED OMOGENEIZZAZIONE LINEA PERCOLATO E REFLUI INORGANICI

La filiera di processo prevede, successivamente ai trattamenti specifici di ciascun flusso (chiariflocculazione, concentrazione, evaporazione), che gli stessi vengano accumulati ed omogeneizzati prima di essere inviati alla vasca di equalizzazione della sezione biologica.

La portata oraria complessiva dei flussi inorganici e dei percolati è pari a  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Si ritiene sufficiente avere un volume di compensazione pari a  $120 \text{ m}^3$  corrispondente ad un tempo di ritenzione di 12 ore.

Le dimensioni geometriche della vasca saranno:

- Lunghezza: 6 m;
- Larghezza: 6 m;
- Altezza utile: 3,5 m.
- Altezza totale: 4 m.

### 12.2 VASCA D'ACCUMULO ED OMOGENEIZZAZIONE LINEA BIOLOGICA

La vasca di omogeneizzazione inerente la linea biologica riceve i seguenti flussi:

- Flusso omogeneizzato proveniente dalla vasca di equalizzazione della linea percolato e reflui inorganici con una portata di  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Flusso di reflui organici proveniente dai serbatoi di stoccaggio a seguito di pretrattamenti meccanici con una portata di  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ;

La filiera di processo prevede, successivamente ai trattamenti specifici di ciascun flusso (chiariflocculazione, concentrazione, evaporazione, pretrattamenti meccanici), che gli stessi vengano accumulati ed omogeneizzati prima di essere inviati alla sezione di trattamento biologica in modo tale da poter ottenere un refluo bilanciato (BOD:N:P).

La portata oraria complessiva dei flussi indicati precedentemente è pari a  $20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Si ritiene sufficiente avere un volume di compensazione pari a  $600 \text{ m}^3$  corrispondente ad un tempo di ritenzione di 30 ore.

Le dimensioni geometriche della vasca saranno:

- Lunghezza: 13 m;
- Larghezza: 13 m;
- Altezza utile: 3,5 m.
- Altezza totale: 4 m.

Per ottemperare alla funzione di omogeneizzazione e contestualmente evitare fenomeni di setticizzazione si prevede di dotare la vasca di equalizzazione di un sistema di diffusione a bolle fini dell'aria.

Il dimensionamento del sistema di aerazione viene sviluppato assumendo una portata specifica d'aria pari a  $3 \text{ Nm}^3/\text{h}$  per metro cubo di refluo.

Pertanto otteniamo che il sistema di produzione dell'aria deve garantire  $1800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

### 13. IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE EMISSIONI ODORIGENE

#### 13.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Come accennato in premessa alla presente relazione particolare attenzione è stata posta al contenimento ed al trattamento delle potenziali emissioni odorigene.

Nello sviluppo del progetto sono state individuate le seguenti principali aree di emissione di potenziali odori:

- Vasca di omogeneizzazione linea percolato e reflui inorganici (Vasca 1);
- Vasca di omogeneizzazione linea biologica (Vasca 2);
- Ispessitore linea fanghi biologici (Vasca 3);
- Ispessitore linea fanghi chimico-fisici (Vasca 4);
- Locale disidratazione meccanica (Locale 1).

Le suddette aree, ad esclusione del locale di disidratazione, verranno pertanto dotate di opportune coperture in PRFV atte a contenere le potenziali emissioni; inoltre l'aria presente all'interno delle vasche e del locale verrà captata e trattata mediante opportuni scrubbers.

In particolare si prevede l'installazione di uno scrubber (impianto 1) dedicato alle vasche 1 e 2 ed un secondo scrubber (impianto 2) a servizio delle vasche 3, 4 e del locale disidratazione.

Il volume complessivo d'aria da trattare risulta pari a :

#### Impianto 1

Opera	Dimensioni	Volume (m <sup>3</sup> )	Pres. Umana	Ricamb (n/h)	Insuffl. (m <sup>3</sup> /h)	Portata applicata (m <sup>3</sup> /h)
Vasca 1	6,00 x 6,00 x 1,00 m (H)	36	No	8	-	288
Vasca 2	13,00 x 13,00 x 1,00 m (H)	169	No	8	1800	1352+1800
						<b>3.440</b>

Verrà pertanto installato un impianto di trattamento dell'aria avente una portata di 3.500 m<sup>3</sup>/h.

#### Impianto 2

Opera	Dimensioni	Volume (m <sup>3</sup> )	Pres. Umana	Ricamb (n/h)	Insuffl. (m <sup>3</sup> /h)	Portata applicata (m <sup>3</sup> /h)
Locale 1	5,10 x 13,00 x 3,70 m (H)	245,31	Si	10	-	2453
Vasca 3	Ø8,00 x 1,00 m (H)	50,24	No	8	-	402
Vasca 4	Ø2,40 x 1,00 m (H)	4,52	No	8	-	36
						<b>2.891</b>

Verrà pertanto installato un impianto di trattamento dell'aria avente una portata di 3.000 m<sup>3</sup>/h.

### 13.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

La tecnologia di trattamento per le potenziali emissioni odorigene prevede l'abbattimento ad umido mediante scrubber, in doppio stadio, con utilizzo di reagenti.

La tecnologia suddetta presenta i seguenti vantaggi:

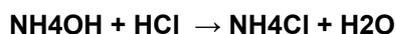
- È un processo largamente utilizzato nel settore della depurazione dei rifiuti liquidi ed ha dimostrato ottimi rendimenti di trattamento;
- Rispetto ad un processo biologico (es. biofiltri) permette una variazione dei parametri operativi molto rapida mediante il controllo di variabili chimico-fisiche come il potenziale redox ed il pH;
- È estremamente efficace nei confronti di sostanze molto percepibili come l'acido solfidrico;
- È utilizzabile in poco tempo non avendo, contrariamente a soluzioni biologiche, masse adese da coltivare;
- Ha ingombri planimetrici estremamente contenuti;

Ogni impianto di trattamento indicato precedentemente è costituito da due scrubber di lavaggio per l'abbattimento dei vapori trasportati dalla corrente gassosa prelevata dalle vasche e dai locali. Gli abbattitori saranno del tipo ad asse verticale.

Il trattamento prevede:

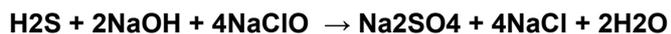
#### ABBATTITORE 1

- torre di neutralizzazione  $\text{NH}_3$  con dosaggio acido (cloridrico o solforico)

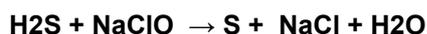


#### ABBATTITORE 2:

- stadio di neutralizzazione  $\text{H}_2\text{S}$  e abbattimento odori mediante stadio basico-ossidativo (soda e ipoclorito)



o



Ogni torre è seguita da un filtro ferma gocce a funzionamento verticale per ridurre i trascinamenti e favorire la condensazione di gocce.

La soluzione di lavaggio viene portata in ricircolo continuo mediante elettropompe collegate alle vasche di contenimento liquidi e periodicamente scaricata mediante controllo temporizzato. Il controllo dell'acido di neutralizzazione è gestito dalla strumentazione elettronica di controllo pH e Redox.

Lo scarico delle soluzioni di lavaggio è temporizzata ed il reintegro acqua gestito da livello.

La gestione ed il funzionamento dell'impianto avverrà mediante PLC dedicato .

### 13.3 PARAMETRI DI PROGETTO

Parametri di progetto	Valore	Unità di misura
Portata di progetto impianto 1	3.500	m <sup>3</sup> /h a 20 °C
Portata di progetto impianto 2	3.000	m <sup>3</sup> /h a 20 °C
Temperatura di esercizio	20 - 35	°C
Temperatura Massima di picco PP	90	°C
Temperatura rammollimento riempimenti	70	°C
Fluido: fumane da vasca di ossidazione e aria ambiente da locali trattamento acque reflue		

### 13.4 MATERIALI DI COSTRUZIONE

Materiali di costruzione	
Fasciame esterno / interno	P.P.
Rinforzi / Sostegni	P.P.
Ugelli nebulizzatori	P.V.C.
Filtro ferma gocce	P.V.C.
Rampe di lavaggio	P.P.
Riempimento (ad elevata efficienza e superficie)	P.P. nero

## **I 4. ALLEGATI**

In allegato alla presente vengono fornite le relazioni tecniche specialistiche inerenti:

- Impianto di concentrazione Osmoper 150;
- Evaporatore EW40000;
- Evaporatore RW6000.