Comune

GENOVA

Provincia

GENOVA

Titolo del progetto

REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO DI DEPURAZIONE AREA CENTRALE DI GENOVA - D.A.C.

Livello di progettazione	Settore di business	Disciplina
D - DEFINITIVO	I2 - DEPURAZIONE	SIA - STUDIO AMBIENTALE

Numero	Titolo	Scala
RT - 003	STUDIO IMPATTO AMBIENTALE QUADRO PROGETTUALE	/

ID Progetto	Titolo sintetico (nome file di stampa)	Codifica WBS
2016GESI0025-00	2016GESI0025-00-D-I2-SIA-RT-003-00.pdf	C10I2-L058-01-0004

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Dicembre 2017	Emissione	AS	CP	CC

Redatto:

ing. Angelo Schiavone - LS

Verificato:

ing. Cosimo Parabita - IRETI

Approvato:

ing. Claudio Casale - IRETI

Funzione Ingegneria e Realizzazioni
IRETI.S.p.A - Società con socio unico IREN S.p.A
Sottoposta a direzione e coordinamento di IREN S.p.A
Sede legale : S.P. 95 per Castelnuovo Scrivia - 15057 Tortona (AL)
cod.fisc e P.IVA n° 01791490343 pec:ireti@pec.ireti.it

LS INGEGNERIA s.r.l.s
Via Dante Alighieri n.11
74015 Martina Franca (TA)
lsingegneria@pec.it
C.fisc.-P.IVA 03000270735

PROGETTISTA :

Ing. Angelo Schiavone iscritto all'ordine degli ingegneri di Torino con n. 4310

Ing. ANGELO SCHIAVONE n. 4310

INDICE

1. PREMESSA 5
1.0 STATO ATTUALE DELLE STRUTTURE IMPIANTISTICHE E SUE CRITICITA' 7
2.0 LA NATURA DELL'INTERVENTO E DEL SERVIZIO OFFERTO 10
Grado di copetura della domanda 10
Obiettivi dell'intervento 12
3.0 CRITERI DI BASE PER LE SCELTE PROGETTUALI 13
4.0 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI ALTERNATIVE 14
L'opzione "Zero" 14
Alternative localizzative 14
Alternative Progettuali linea acque 14
LE ALTERNATIVE PROGETTUALI PER LA LINEA FANGHI 21
LE ALTERNATIVE PER I SISTEMI DI DEODORIZZAZIONE 22
LE ALTERNATIVE PROGETTUALI PER IL LAY-OUT DELL'IMPIANTO 24
5.0 MOTIVI PRINCIPALI DELLe SCELTe COMPIUTe, TENENDO CONTO DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE 26
Aspetti generali 26
Giustificazione delle soluzioni adottate e modalità di mitigazione previste a progetto 26
Linea acque: pretrattamenti 26
Trattamenti primari 29
Nuovo trattamento biologico 31
Trattamento fanghi 32
Sistemazione area 34
Ulteriori misure di mitigazione 35
6.0 LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO, CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE E DIMENSIONALI DELL'OPERA 36
Descrizione configurazione di progetto 39
Linea acque 39
Linea fanghi 44
Sistema di trattamento delle emissioni odorigene 48
Impianto elettrico e sistemi di automazione 49
Sistemazione dell'area 49
Descrizione delle caratteristiche fisiche del progetto e delle esigenze di utilizzazione del suolo durante la costruzione 49
7.0 LA VALUTAZIONE DEL TIPO E DELLA QUANTITÀ DEI RESIDUI E DELLE EMISSIONI PREVISTE RISULTANTI DALLA REALIZZAZIONE 50
Movimenti di terra, nuove costruzioni e uso di strade 51
Drenaggio 52
Smaltimento di rifiuti solidi provenienti dal cantiere 53
Inquinamento del suolo 53
Impiego di manodopera 53
Impiego di risorse 53
8.0 ESERCIZIO DELL'IMPIANTO, MODALITA' DI CONDUZIONE E IMPATTI 55
Utilizzo delle risorse 55
Produzione di rifiuti 56
Emissioni di processo 57
Emissioni liquide 58
Emissioni solide 58

Emissioni in atmosfera 59
Rumore e vibrazioni..... 62
9.0 ANALISI INCIDENTALE E QUADRO DELLE EVENTUALI CONDIZIONI DI RISCHIO..... 64
10.0 BIBLIOGRAFIA..... 66

1.0 PREMESSA

Il Quadro di riferimento Progettuale, descrive le soluzioni adottate nell'ambito del Progetto di realizzazione del nuovo impianto di depurazione D.A.C. di Genova, con particolare riferimento agli aspetti ambientali in fase di costruzione e gestione dell'opera.

L'elaborato si articola in due parti: la prima esplicita le motivazioni tecniche assunte dal proponente nella definizione del progetto; la seconda concorre al giudizio di compatibilità ambientale e descrive le misure, i provvedimenti e gli interventi che si ritiene opportuno adottare ai fini del migliore inserimento dell'opera nell'ambiente eliminando, o per lo meno limitando, gli impatti che la realizzazione della stessa andrà a generare sul territorio circostante.

Il quadro di riferimento progettuale precisa le caratteristiche dell'opera progettata, con particolare riferimento a:

- la natura dell'intervento e del servizio offerto;
- i criteri che hanno guidato le scelte del progetto, in relazione alle previsioni delle trasformazioni territoriali di breve e lungo periodo conseguenti alla localizzazione dell'intervento, delle infrastrutture di servizio e dell'eventuale indotto;
- il grado di copertura della domanda ed i suoi livelli di soddisfacimento in funzione delle diverse ipotesi progettuali esaminate, anche con riferimento all'ipotesi di assenza dell'intervento (opzione zero);
- la prevedibile evoluzione qualitativa e quantitativa del rapporto domanda-offerta riferita alla presumibile vita tecnica ed economica dell'intervento;

Nel quadro progettuale si descrivono inoltre:

- le caratteristiche tecniche e fisiche del progetto e le aree occupate durante la fase di costruzione e di esercizio nonché le norme tecniche che regolano la realizzazione dell'opera;
- le motivazioni tecniche della scelta progettuale e delle principali alternative prese in esame, con particolare riferimento a:
  - le condizioni di utilizzazione di risorse naturali e di materie prime direttamente ed indirettamente impiegate o interessate nelle diverse fasi di realizzazione del progetto e di esercizio dell'opera;
  - le quantità e le caratteristiche degli scarichi idrici, dei rifiuti, delle emissioni nell'atmosfera, con riferimento alle diverse fasi di attuazione del progetto e di esercizio dell'opera;
  - le necessità progettuali di livello esecutivo e le esigenze gestionali imposte o da ritenersi necessarie a seguito dell'analisi ambientale;
  - le eventuali misure non strettamente riferibili al progetto o provvedimenti di carattere gestionale che si ritiene opportuno adottare per contenere gli impatti sia nel corso della fase di costruzione sia in quella di esercizio;

- gli interventi di ottimizzazione dell'inserimento nel territorio e nell'ambiente;
- gli interventi tesi a riequilibrare eventuali scompensi indotti sull'ambiente.

Lo Studio d'Impatto Ambientale si basa sulle informazioni tecniche, ricavabili dal Progetto Definitivo, in relazione alle caratteristiche costruttive delle opere previste ed alle relative modalità di esercizio.

2.0 STATO ATTUALE DELLE STRUTTURE IMPIANTISTICHE E SUE CRITICITA'

Allo stato attuale il sistema depurativo dell'area genovese è composto da diversi impianti distribuiti sul territorio, generalmente lungo la costa. Tale configurazione è frutto del progressivo sviluppo urbanistico e della morfologia locale caratterizzata da più bacini drenanti paralleli.

Nel dettaglio, nel territorio del comune di Genova si possono individuare i seguenti bacini di utenza, ciascuno servito da uno specifico depuratore:

Bacino drenante	Carico inquinante del bacino [A.E.]
Voltri	60'000
Pegli	50'000
Sestri Ponente	50'000
Valpolcevera	250'000[1]
Darsena	110'000
Punta Vagno	250'000
Sturla	60'000
Quinto	60'000

Alcuni dei suddetti impianti sono stati nel tempo conglobati nel tessuto urbano così che oggi la presenza degli stessi non sempre è sostenibile in zone fortemente antropizzate, spesso anche a destinazione residenziale.

Un'altra conseguenza del suddetto conglobamento degli impianti nei quartieri cittadini è l'assenza di spazi utili ad adeguamenti o potenziamenti delle filiere depurative nell'ottica di garantire migliori prestazioni e di minimizzare gli impatti sull'ambiente circostante.



L'insufficienza delle aree che caratterizza in modo generalizzato i depuratori esistenti è altresì evidente nel caso degli impianti di Sestri Ponente e Punta Vagno che, sprovvisti di linee di

[1] Il carico attualmente trattato dal depuratore di Valpolcevera assomma a circa 160'000 A.E.

trattamento dei fanghi, trasferiscono questi ultimi per mezzo di fangodotti rispettivamente agli impianti di Valpolcevera e Volpara.

Quest'ultimo è dedicato esclusivamente al trattamento dei fanghi prodotti dall'impianto di Punta Vagno.

Proprio gli impianti di Valpolcevera e Volpara rappresentano le situazioni più critiche sotto il profilo ambientale.

Il primo, costruito negli anni '80 nella delegazione di Cornigliano per il trattamento dei soli reflui industriali dell'area e successivamente utilizzato per soddisfare le esigenze depurative di parte dell'abitato, è stretto tra edifici residenziali e commerciali, senza alcuna possibilità di ulteriori espansioni o di introduzione di sistemi più efficienti atti a superare gli attuali limiti prestazionali.



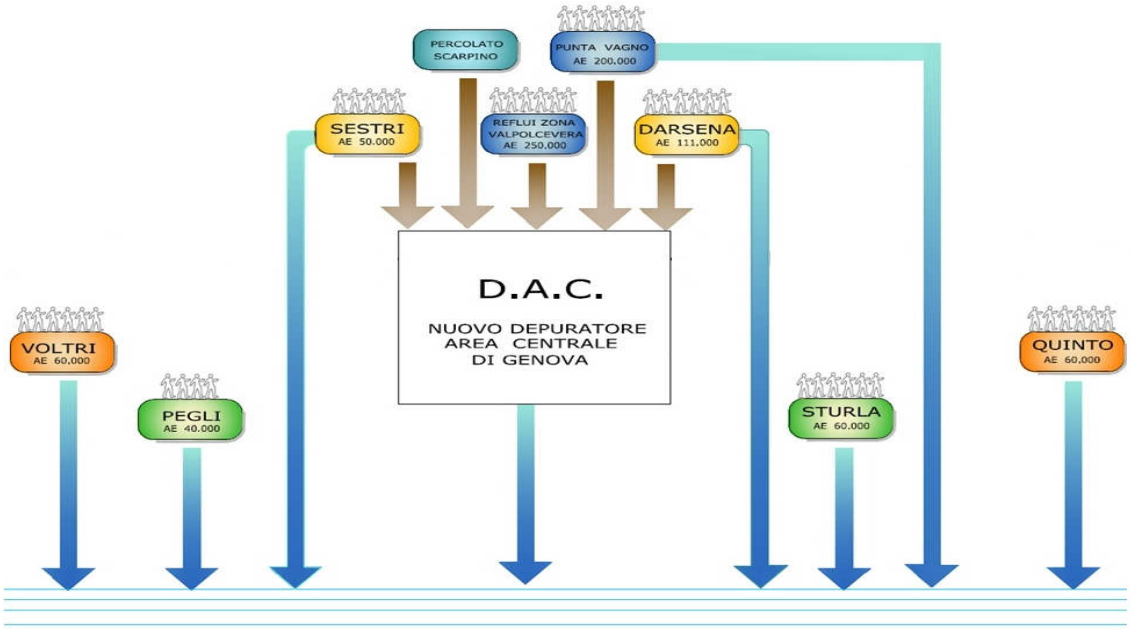
Analoghe considerazioni possono riferirsi all'impianto di Volpara, anch'esso prossimo alle abitazioni.

In definitiva, le odierne criticità del sistema depurativo genovese non riguardano in genere il livello qualitativo delle acque scaricate (che rispettano i limiti di legge) ma sostanzialmente l'impatto sulla popolazione delle strutture impiantistiche, ormai totalmente inserite in contesti residenziali e commerciali.

Inoltre, occorre considerare che gli impianti citati sono caratterizzati da una generale obsolescenza, essendo ormai giunti al termine della propria vita utile.

Tutto ciò premesso, è emersa la necessità di dismettere, gli impianti di Volpara e Valpolcevera e di sostituire gli stessi con un nuovo polo depurativo cui saranno conferiti una quota dei reflui urbani e i fanghi generati dai depuratori minori.

L'attuazione delle previsioni progettuali sopra riassunte richiede la preliminare costruzione di una serie di infrastrutture necessarie al convogliamento di reflui e fanghi dagli odierni siti di trattamento al D.A.C.



Schema dell'organizzazione prevista per il sistema depurativo dell'area Genovese

Per quanto riguarda i fanghi, dette infrastrutture, costituite da fangodotti, sono in avanzato stato di realizzazione.

Relativamente allo scarico in mare dell'effluente della linea acque, è già disponibile localmente una condotta sottomarina costruita allo scopo dal Comune di Genova.

3.0 LA NATURA DELL'INTERVENTO E DEL SERVIZIO OFFERTO

GRADO DI COPETURA DELLA DOMANDA

Ai fini della presente progettazione, per la linea acque del nuovo depuratore è stato considerato in primo luogo l'apporto dei reflui fognari attualmente convogliati all'impianto di Valpolcevera (di cui si prevede la dismissione una volta completato il D.A.C.): sulla scorta dei dati disponibili, il carico inquinante in esame è stato quantificato in circa 160'000÷180'000 A.E.

Tale dato è stato tuttavia elevato in questa sede a 250'000 A.E. affinché le nuove opere possano far fronte ad eventuali variazioni dell'assetto dell'infrastruttura fognaria (con collettamento al D.A.C. di ulteriori reflui derivanti da sottobacini attualmente non allacciati all'impianto di Valpolcevera[2]).

Nel valore progettuale di 250'000 A.E. sopra indicato, è compreso anche il contributo dell'effluente del trattamento del refluo della discarica di Scarpino (immesso in fognatura con caratteristiche conformi alla tabella 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs. 152/06).

I carichi inquinanti ed idraulici relativi agli apporti della Val Polcevera, riferiti in questo caso ad una situazione di esercizio futura, sono stati calcolati sulla base dei normali parametri di letteratura.

La seguente tabella riassume i dati posti a base della progettazione della linea acque.

Parametro (ingresso all'impianto)	**U.d.m.**	**Valore**
Carico equivalente (su base BOD_5)	**A.E.**	**250'000**
Portata media	m^3/d	51'680
	m^3/h	2'153
Portata di punta nera	m^3/h	4'306
Portata massima in tempo di pioggia	m^3/h	10'767
Carico medio di COD influente	kg/d	30'000
Concentrazione media di COD influente	mg/l	580,5
Carico medio di BOD_5 influente	kg/d	15'000
Concentrazione media di BOD_5 influente	mg/l	290,2
Carico medio di SST	kg/d	20'000
Concentrazione media di SST influente	mg/l	387,0
Carico medio di N-NH_4 influente	kg/d	1'800
Concentrazione media di N-NH_4 influente	mg/l	34,8
Carico medio di N-NO_3 influente	kg/d	50,4
Concentrazione media di N-NO_3 influente	mg/l	1,0
Carico medio di TKN influente	kg/d	3'000
Concentrazione media di TKN influente	mg/l	58,0
Carico medio di P_{tot} influente	kg/d	500
Concentrazione media di P_{tot} influente	mg/l	9,7
Carico medio di cloruri influente	kg/d	18'088
Concentrazione media di cloruri influente	mg/l	350,0

[2] Si potrà, per esempio, valutare la possibilità di trattare presso il nuovo impianto i bottini delle navi.

Per quel che concerne le portate idrauliche, si assume che la massima portata che potrà essere ricevuta all'impianto in tempo di pioggia risulti pari al quintuplo di quella media di tempo secco.

Tale massima portata sarà sottoposta agli ordinari pretrattamenti meccanici a valle dei quali solamente una frazione di refluo non superiore al triplo della portata media di tempo asciutto sarà alimentata ai successivi trattamenti primari e biologici. Il volume liquido in eccesso sarà scolmato grazie ad un apposito sfioratore che ne permetterà il diretto invio allo scarico.

Preme sottolineare che, in tempo di pioggia, per eventi meteorici determinanti l'afflusso di portate superiori a 3 Qm, si fa l'ipotesi che i carichi inquinanti si mantengano sostanzialmente pari a quelli di tempo asciutto e che agli stessi si possa applicare un fattore di diluizione corrispondente al rapporto tra la portata di pioggia e quella media di tempo secco.

Le concentrazioni del refluo in tempo di pioggia saranno pertanto ridotte del medesimo fattore rispetto a quelle di tempo asciutto.

Infine, oltre ai carichi inquinanti sopra descritti, relativi ai reflui grezzi in arrivo dalla fognatura urbana, si è tenuto conto dell'ulteriore contributo di carico contaminante costituito dalle acque di drenaggio della linea fanghi: queste ultime presentano un impatto non trascurabile sulla linea acque, considerato il particolare regime operativo a cui sarà sottoposto l'impianto (che riceverà i reflui di un sottobacino del sistema fognario genovese ma tratterà i fanghi associati ad un più ampio bacino di utenza).

Detti dreni saranno alimentati alla linea acque a valle dello sfioro per la limitazione delle portate ammesse al trattamento biologico precedentemente citato (così da evitare l'accidentale convogliamento al recapito finale di acque fortemente inquinate come quelle in esame).

Per quanto riguarda la linea fanghi, come già anticipato, si prevede che l'impianto tratti l'intera produzione di fanghi associata ai depuratori cittadini esistenti (Valpolcevera, Punta Vagno, Darsena e Sestri Ponente), corrispondente ad un'utenza servita di circa 600'000 A.E.

In tal caso, si può fare utilmente riferimento alle elaborazioni del Gestore (basate su dati analitici integrati da indicazioni di letteratura), non essendo previsti incrementi significativi del quantitativo globale di fanghi rispetto alla situazione attuale: eventuali riorganizzazioni della rete fognaria o spostamenti interni della popolazione non altereranno infatti la produzione complessiva.

Ciò premesso, le seguenti produzioni di fanghi (riportate nella seguente tabella e disaggregate rispetto ai diversi bacini di utenza) costituiscono la base per la progettazione della pertinente linea di trattamento del D.A.C..

IMPIANTO	Carico		Concentrazione fango	Portata
	[kgSST/d]	[tSST/y]	[%]	[m^3/d]
Valpolcevera	17'280	6'307	1%	1'728
Punta Vagno	14'400	5'256	1%	1'440
Darsena	7'920	2'891	1%	792
Sestri Ponente	3'600	1'314	1%	360
TOTALE	43'200	15'768	-	4'320

Con un modesto arrotondamento a favore di sicurezza si possono ottenere i seguenti valori progettuali:

IMPIANTO	Carico		Concentrazione fango	Portata
	[kgSST/d]	[tSST/y]	[%]	[m^3/d]
Valpolcevera	18'000	6'570	1%	1'800
Punta Vagno	15'000	5'475	1%	1'500
Darsena	8'250	3'011	1%	825
Sestri Ponente	3'750 6.753	1'369	1%	375
TOTALE	**45'000**	**16'425**	**-**	**4'500**

Nella definizione dell'impostazione generale dei nuovi reparti di trattamento si è inoltre tenuto conto del possibile futuro conferimento all'impianto di ulteriori quantitativi di fanghi (per effetto di potenziamenti delle linee acque dei depuratori cittadini o dell'apporto dei fanghi prodotti presso altri siti, diversi da quelli già considerati).

In quest'ottica, benché l'impianto venga in primo luogo dimensionato per ricevere 45'000 kg SST/d, il lay-out dello stesso è stato concepito in modo tale da consentire futuri incrementi della potenzialità di trattamento.

OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

Il progetto definitivo, oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale, ha sviluppato le soluzioni tecniche in grado di risolvere le criticità attuali delle strutture depurative dell'area genovese assicurando il trattamento dei carichi (di refluo e di fango) precedentemente descritti e minimizzando gli impatti sulla popolazione e sull'ambiente. Più nel dettaglio, la realizzazione del nuovo impianto D.A.C. è funzionale al perseguimento dei seguenti obiettivi:

- migliorare la vivibilità dei quartieri cittadini esposti alle negative pressioni di alcuni degli esistenti depuratori;
- garantire l'adeguato trattamento dei carichi inquinanti (attuali e futuri) associati ai reflui ed ai fanghi generati dall'area urbana genovese;
- minimizzare gli impatti sull'ambiente (in termini di emissioni nelle acque superficiali ed in atmosfera) e sulla componente antropica (con particolare riferimento al trattamento delle emissioni odorigene ed all'inserimento architettonico delle nuove opere);
- contenere i costi di investimento e di gestione delle opere;
- razionalizzare la distribuzione planimetrica dei manufatti all'interno del sito individuato, di estensione assai limitata in rapporto alla potenzialità di trattamento, così da disporre di un'infrastruttura depurativa flessibile ed ampliabile in futuro;
- minimizzare le interferenze con l'area portuale ed aeroportuale circostante;
- facilitare la gestione e la manutenzione delle opere.

4.0 CRITERI DI BASE PER LE SCELTE PROGETTUALI

I criteri seguiti nello sviluppo della progettazione (a partire dallo Studio di Fattibilità Tecnica ed Economica), nell'ottica di individuare le tecnologie e le soluzioni impiantistiche che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi descritti al punto precedente, possono essere così riassunti:

- realizzazione di un impianto ex-novo, in un'area appositamente individuata al fine di allontanare il sito preposto ai trattamenti da zone più propriamente residenziali e di permettere, senza i limiti imposti da strutture depurative esistenti, l'adozione di tutti gli accorgimenti ed i presidi che la buona tecnica prevede per un impianto efficiente e funzionale;
- selezione di tecnologie depurative in grado di assicurare lo stabile e continuo mantenimento di livelli di qualità degli effluenti anche sensibilmente superiori a quelli strettamente richiesti dalla Normativa vigente, sia nell'ottica di provvedere le opere di un maggiore fattore di sicurezza operativa sia per un generale miglioramento della qualità ambientale dell'area;
- adozione di una configurazione dei manufatti che faciliti il contenimento, il convogliamento ed il trattamento delle eventuali emissioni odorifere;
- minimizzazione dei consumi energetici (e dei costi gestionali associati) sia attraverso l'impiego di macchine e processi intrinsecamente caratterizzati da ridotti fabbisogni energetici sia con l'ottimizzazione della generazione di biogas nella digestione anaerobica. Quest'ultimo può infatti essere utilizzato per la produzione combinata di energia elettrica e calore (il che permetterà di migliorare il bilancio energetico relativo all'esercizio del depuratore);
- preferenza accordata a soluzioni costruttive compatte, con elevato grado di ridondanza e facilmente manutenibili od espandibili senza compromettere la continuità di esercizio del depuratore.

Il Progetto ha quindi definito nel dettaglio gli elementi che possono contribuire al raggiungimento del miglior risultato in rapporto alle previsioni dettate dagli atti di pianificazione e controllo ambientale.

Anticipando in questa sede quanto verrà esposto con maggiore accuratezza nel seguito, il nuovo D.A.C. sarà costituito da comparti di trattamento interamente coperti ed operanti, in generale, secondo i processi caratterizzati dalla minore occupazione di area tra quelli oggi disponibili.

Inoltre, tutti gli effluenti (solidi, liquidi e gassosi) saranno caratterizzati da un livello qualitativo ampiamente superiore a quello prescritto dalle norme applicabili per il sito in esame.

Altro importante criterio progettuale è poi rappresentato dalla sicurezza dei lavoratori, aspetto che soggiace ad ogni accorgimento tecnico, ancorché specificatamente rivolto al conseguimento di benefici ambientali o funzionali. Il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza degli operatori è stato considerato sia per la fase di realizzazione dell'opera sia nella successiva fase di gestione, il tutto nel rispetto ed ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Nei paragrafi successivi saranno descritte le valutazioni e le scelte operate che hanno condotto all'individuazione della soluzione definitiva sia per quanto attiene agli aspetti costruttivi e tecnologici sia per quel che concerne la cantierizzazione dell'opera.

5.0 DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI ALTERNATIVE

Il presente capitolo contiene una disamina delle alternative analizzate ai fini della definizione delle scelte progettuali. Per quanto appaia superfluo nel contesto dello specifico intervento, vengono prese in considerazione anche l'opzione "zero" e le alternative localizzative.

L'OPZIONE "ZERO"

L'*Opzione zero*, ossia la non realizzazione dell'intervento, implicherebbe conseguenze estremamente negative per l'ambiente naturale ed antropico. In particolare, stanti le criticità registrate in termini di impatto sul territorio e sulla popolazione che vive nei pressi dei vetusti impianti di Volpara e Valpolcevera, l'assenza di provvedimenti strutturali al riguardo risulterebbe insostenibile. Del resto, le opere in progetto sono state già dichiarate dal Consiglio Metropolitano, il 29 giugno 2016, "**intervento strategico"**.

ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE

Nell'ottica di procedere ad un intervento effettivamente risolutivo delle attuali criticità, si può in primo luogo escludere l'ipotesi di riedificare l'impianto sullo stesso sito attualmente occupato dal depuratore di Valpolcevera: da un lato, l'area appare insufficiente ad ospitare le nuove strutture depurative ed è collocata in un contesto territoriale inappropriato; dall'altro, gli interventi di adeguamento (necessariamente invasivi) non consentirebbero il mantenimento della continuità di servizio dell'odierno depuratore per tutta la durata dei lavori. Appare quindi una scelta obbligata la rilocalizzazione dell'impianto.

Detta rilocalizzazione è stata analizzata tenendo presenti le indicazioni degli atti normativi di pianificazione (per una trattazione più approfondita si rimanda al Quadro Programmatico) e le necessità funzionali del sistema fognario-depurativo, strettamente connesse alla morfologia del territorio.

Quest'ultima impone infatti molteplici vincoli alle infrastrutture di collettamento dei reflui all'impianto. Inoltre, occorre altresì considerare la necessità di un agevole conferimento dell'effluente trattato al recettore finale.

Tutto ciò premesso, l'area in cui si prevede la costruzione del nuovo D.A.C. appare la migliore soluzione disponibile: essa, nel rispetto degli strumenti urbanistici, permette un razionale inserimento nel sistema drenante e nel tessuto urbano della zona.

ALTERNATIVE PROGETTUALI LINEA ACQUE

Tenuto conto degli obiettivi generali precedentemente esposti, gli aspetti fondamentali che devono essere specificamente considerati nella selezione della soluzione progettuale relativa alla linea acque del nuovo D.A.C. possono così riassumersi:

- compatibilità con i ridotti spazi disponibili all'interno dell'area individuata;
- adeguatezza dei processi e dei trattamenti ai carichi idraulici e contaminanti in ingresso ed agli obiettivi di qualità dello scarico;
- flessibilità di esercizio in rapporto alle normali variazioni delle condizioni di alimentazione;

- modularità ed espandibilità del sistema affinché l'impianto sia compatibile con l'evoluzione dell'infrastruttura fognaria per un arco di tempo confrontabile con la vita utile delle strutture e degli impianti (al fine di evitare il riproporsi delle problematiche che oggi affliggono gli impianti esistenti).

Ciò considerato, la filiera di trattamento dovrà essere caratterizzata dalla massima compattezza coniugata ad un'elevata efficienza di trattamento.

A valle dei consueti pretrattamenti (grigliatura, disoleazione e dissabbiatura, dimensionati in funzione delle portate idrauliche da trattare e dei requisiti qualitativi imposti dai successivi reparti) si procederà in primo luogo ad un trattamento primario, utile non solo alla rimozione di componenti solidi e particolati di scarsa degradabilità ma anche all'abbattimento di una quota del consistente carico inquinante in ingresso (come si è visto, per il solo bacino della Val Polcevera si stima un carico di progetto di 250'000 A.E.).

Il fango prodotto dal trattamento primario si presta peraltro ad un'efficiente valorizzazione energetica nell'attiguo impianto di digestione anaerobica che comporrà la linea fanghi (si vedano per maggiori dettagli i paragrafi successivi).

Per quanto riguarda le opzioni tecnologiche applicabili per il trattamento primario, la soluzione di base è rappresentata dai tradizionali sedimentatori, dove il materiale solido di maggiori dimensioni viene separato attraverso l'azione della gravità.

Tale sistema di chiarificazione presenta consumi energetici trascurabili ma richiede (anche nel caso in cui si proceda ad un condizionamento chimico preliminare del refluo) la realizzazione di vasche caratterizzate da superfici utili di alcune migliaia di metri quadri, il che lo rende decisamente incompatibile con l'area destinata all'impianto.

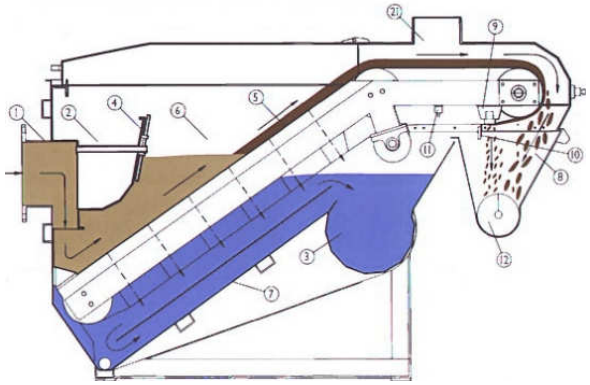
Sono poi disponibili sistemi compatti, costituiti da sedimentatori a pacchi lamellari e da dispositivi di filtrazione primaria indicati in letteratura con l'acronimo inglese di RBF (rotating belt filters, ovvero filtri rotativi a tela).

I primi sfruttano sempre l'azione della gravità combinata con il flusso del liquame attraverso lamine parallele: si favorisce la separazione delle particelle solide riducendo il tempo necessario alla deposizione delle stesse su di una superficie di raccolta.

Ciò consente di ottenere prestazioni analoghe a quelle dei sedimentatori tradizionali ma con un ingombro planimetrico significativamente inferiore (di circa il 70%). I pacchi lamellari presentano tuttavia l'inconveniente di essere soggetti all'intasamento (a causa delle piccole dimensioni dei canali compresi tra le lamelle) e richiedono pertanto frequenti interventi manutentivi.

La seconda tecnologia compatta analizzata, ovvero gli RBF, prevede che il refluo venga distribuito su di una tela filtrante: il liquame attraversa quest'ultima e vi deposita i solidi di dimensioni superiori alle maglie della tela stessa (0,35 mm). Un lento movimento della tela trasporta poi le sostanze trattenute verso un punto di raccolta.

Il funzionamento del comparto è interamente automatizzato e viene gestito da un apposito PLC che regola sia la rotazione della tela sia la pulizia della stessa.



Schema di funzionamento RBF

La tecnologia appena descritta è ampiamente diffusa in Scandinavia e Nord America e, nelle ormai numerose realizzazioni in piena scala, ha mostrato i seguenti vantaggi rispetto alla normale sedimentazione primaria:

- abbattimenti di SST fino a valori massimi dell'80%;
- ispessimento del fango fino all'8%;
- riduzione di oltre il 90% della superficie di ingombro planimetrico rispetto ai tradizionali sedimentatori primari;
- miglioramento della qualità dei fanghi ai fini della successiva digestione anaerobica. La letteratura tecnica conferma infatti che l'introduzione di sistemi di filtrazione primaria di tipo RBF consente di generare fanghi caratterizzati da:
  - un più alto contenuto di solidi volatili (SSV) e COD;
  - una migliore disidratabilità;
  - un più elevato potenziale metanigeno.

Il maggiore quantitativo di SSV comporta un ulteriore incremento della produzione specifica del biogas. Il più alto potenziale metanigeno determina invece un aumento della frazione di metano nella miscela costituente il biogas prodotto: quest'ultimo è quindi caratterizzato da un più elevato potere calorifico inferiore e, conseguentemente, da un maggiore contenuto energetico.

I dispositivi RBF sono inoltre completamente chiusi e, a differenza dei normali sedimentatori primari, consentono un più semplice contenimento degli odori.

Tutto ciò premesso, la realizzazione di una sezione di trattamento primario RBF appare la soluzione ottimale per il nuovo D.A.C., considerati sia le prestazioni depurative ottenibili con ingombri planimetrici assai contenuti sia le positive ricadute anche sulla linea fanghi e sulla produzione di biogas.

Per quanto riguarda invece il successivo trattamento biologico, i medesimi criteri di selezione (raggiungimento di alte efficienze depurative con volumi di trattamento ridotti) hanno portato a restringere il campo di indagine ad un numero limitato di processi.

In particolare, è immediato verificare che un tradizionale trattamento biologico a fanghi attivi (composto da reattori di nitrificazione e denitrificazione seguiti da sedimentatori per la separazione della biomassa dall'effluente) richiederebbe manufatti caratterizzati da un'occupazione di superficie compresa tra 5'000 e 9'000 m^2, evidentemente incompatibile con le dimensioni dell'area disponibile per la realizzazione del D.A.C..

La riduzione dei volumi di reazione (e quindi delle relative superfici) può essere perseguita solamente incrementando la concentrazione di biomassa all'interno dei reattori stessi.

Al riguardo, i processi biologici a fanghi attivi tradizionali sono tuttavia soggetti alle limitazioni imposte dai sedimentatori: a parità di superficie di sedimentazione, esiste infatti una concentrazione limite dei solidi nella miscela aerata superata la quale i chiarificatori non riescono più a trattenere i fanghi al proprio interno, rilasciandoli nell'effluente.

Inoltre, anche restando al di sotto del suddetto valore limite, l'operare con alte concentrazioni di fanghi nei bacini espone i sedimentatori ad un'instabilità funzionale che può dar luogo a crisi dell'efficienza depurativa in corrispondenza di variazioni di portata o del carico.

Tutto ciò considerato, le tecnologie che allo stato attuale dell'arte permettono il soddisfacimento dei requisiti precedentemente espressi (trattamento dei carichi di progetto secondo gli obiettivi di qualità con una ridotta occupazione di area) garantendo nel contempo una buona costanza prestazionale sono state individuate nei processi MBBR ed MBR.

Il processo MBBR (acronimo anglosassone di Moving Bed BioReactors – bioreattori a letto mobile -) impiega biomasse adese che si accrescono su supporti mobili detti "carrier". Questi ultimi, caratterizzati da una densità prossima a quella dell'acqua, sono mantenuti in sospensione all'interno di reattori in cui viene alimentato il refluo.

Il trascinamento dei carrier nello scarico è impedito dall'installazione di apposite griglie all'uscita dei bacini. Il sistema è quindi strutturalmente analogo ad un sistema a fanghi attivi tradizionale con la differenza che i microorganismi responsabili della rimozione dei contaminanti si sviluppano sui supporti anziché in fiocchi dispersi nel liquame.

Ciò implica la fondamentale differenza che, laddove si opti per una soluzione con biomassa esclusivamente adesa (i cosiddetti sistemi "puri"), i sedimentatori finali non saranno più chiamati alla separazione dei fanghi dall'effluente ma semplicemente al trattenimento delle pellicole biologiche di spoglio che possono essere rilasciate dai supporti, con carichi di solidi assai inferiori rispetto al processo a fanghi attivi.

In questo modo la sedimentazione finale non risulta più critica ai fini del mantenimento della prescritta qualità dell'effluente e si può sopprimere il ricircolo dei fanghi biologici. In alternativa, si può realizzare un sistema "ibrido" mantenendo una quota di biomassa sospesa insieme alla biomassa adesa: il trattamento è quindi equivalente al processo a fanghi attivi tradizionale con l'aggiunta della componente di biomassa adesa sviluppata sui carrier in seno al liquido.

Si può così ridurre la concentrazione dei fanghi attivi in sospensione a livelli tali da consentirne l'agevole sedimentazione nei chiarificatori finali mantenendo tuttavia elevati quantitativi complessivi di biomassa grazie al contributo della frazione adesa (che non deve essere separata dall'effluente).

In definitiva, il processo MBBR, puro o ibrido, con riferimento al contesto impiantistico ed ambientale del nuovo D.A.C. offre i seguenti vantaggi:

- possibilità di ridurre sensibilmente le sollecitazioni applicate al comparto di sedimentazione finale, che vedrebbe apporti di solidi sospesi assai più contenuti rispetto ad un sistema a fanghi attivi convenzionale;

- possibilità di realizzare il trattamento biologico all'interno di un volume significativamente inferiore a quello richiesto per un processo tradizionale. Come già detto, rispetto ad un equivalente impianto a fanghi attivi convenzionali, si può incrementare il carico di contaminanti trattabile grazie alla crescita nelle vasche dell'ulteriore componente di biomassa adesa sui supporti mobili. Detta biomassa adesa, essendo trattenuta all'interno dei reattori anossici o aerobici (senza possibilità di migrazione dagli uni agli altri come nel caso dei fanghi attivi) tende inoltre a specializzarsi garantendo migliori efficienze di rimozione;

- maggiore stabilità del processo rispetto ad oscillazioni della portata, non essendo soggette le biomasse adese ad un eventuale dilavamento per fuga dei fanghi dai sedimentatori;

- discreta flessibilità evolutiva dell'impianto in virtù della possibilità di ricevere in futuro maggiori carichi inquinanti aumentando la quantità di carrier nelle vasche.

Di converso, si rileva che:

- i supporti di crescita delle biomasse adese presentano costi non indifferenti e sono soggetti al degrado legato ai costanti urti reciproci (il che ne richiede una periodica sostituzione);

- le pellicole di spoglio che devono essere raccolte dai sedimentatori possono presentare una cattiva sedimentabilità tale da imporre il dosaggio (allo scarico del comparto biologico) di sostanze flocculanti;

- le operazioni di manutenzione sul comparto biologico risultano complicate dalla presenza dei carrier che, in caso di svuotamento dei bacini, devono essere separati e recuperati.

Rispetto ad un sistema a fanghi attivi convenzionale, il processo MBBR consente quindi di assicurare un'elevata qualità dello scarico con minori volumi dei reattori e con maggiore stabilità.

Inoltre, proprio il contenimento dei volumi di reazione richiesti permette un più razionale utilizzo delle aree dell'impianto con possibilità di future espansioni (dapprima con la sola aggiunta di altri supporti e in seguito con la realizzazione di ulteriori bacini).

Permangono tuttavia incertezze rispetto all'efficienza della rimozione dei solidi sospesi (da cui dipendono in parte anche le prestazioni depurative nei riguardi di COD, BOD_5 e nutrienti).

È stato quindi analizzato il processo MBR (acronimo di Membrane BioReactor bioreattore a membrane).

Esso impiega biomasse sospese come il tradizionale processo a fanghi attivi, di cui può assumere i più comuni schemi (predenitrificazione-nitrificazione, nitrificazione e denitrificazione alternate, etc.) con la differenza che la separazione dei fanghi biologici dall'effluente non è operata per gravità, all'interno di un sedimentatore, bensì attraverso membrane di ultrafiltrazione.

Dette membrane, realizzate in materiali polimerici porosi, operano un'azione filtrante trattenendo le particelle caratterizzate da dimensioni maggiori rispetto a quelle dei pori attraverso i quali viene fatto fluire il refluo.

Le membrane di ultrafiltrazione, nello specifico, presentano pori di dimensioni generalmente inferiori a 50 nm e sono quindi in grado di trattenere non solo i fiocchi di fango attivo ma anche singole cellule batteriche, virus, macromolecole, particelle colloidali, olii, etc.

È dunque evidente che le membrane consentono di superare le criticità operative normalmente connesse alla sedimentabilità dei fanghi biologici nei tradizionali chiarificatori finali: in particolare, si scongiura l'eventualità che le biomasse vengano rilasciate nell'effluente peggiorando la qualità dello scarico non solo rispetto al parametro "solidi sospesi" ma anche con riguardo ai nutrienti (azoto e fosforo) che nel materiale biologico sono contenuti.

Ciò si traduce nella possibilità di mantenere nei reattori biologici più alte concentrazioni di biomassa (dell'ordine di 8-10 kg SS/m^3) rispetto ai sistemi a fanghi attivi convenzionali. Le dimensioni dei reattori biologici possono essere così significativamente ridotte, con una occupazione di aree anche più che dimezzata rispetto ai comuni processi a fanghi attivi.

Tra le varie tipologie di membrane disponibili sul mercato (membrane a fibre cave, a pannelli piani, tubolari) quelle a fibre cave si impongono nei sistemi di trattamento di reflui urbani in virtù della maggiore facilità di pulizia e dei più contenuti costi di investimento e manutenzione.

Le suddette membrane potranno essere installate all'interno di vasche separate dai reattori biologici alle quali la miscela aerata sarà alimentata tramite apposite pompe: qui una portata pari a quella del refluo grezzo in ingresso al comparto sarà filtrata attraverso le membrane (tale flusso viene anche indicato come "permeato").

Nelle vasche delle membrane si accumuleranno invece le particelle trattenute da queste ultime: tali bacini presentano quindi una concentrazione di solidi sospesi superiore rispetto a quella riscontrabile nei reattori biologici (fino a 10-12 g SS/l).

Tale sospensione viene infine ricircolata (per gravità) in testa ai reattori di ossidazione per mantenervi la concentrazione di biomassa (assolvendo alla funzione che nei sistemi a fanghi attivi convenzionali è attribuita al ricircolo dei fanghi dalla sedimentazione).

L'estrazione del permeato è operata generalmente tramite apposite pompe reversibili che saranno anche utilizzate per il controlavaggio delle membrane.

Queste ultime, proprio in virtù del principio di funzionamento (agiscono come un filtro) necessitano infatti di periodiche operazioni di pulizia per ripristinarne l'originaria permeabilità.

Tali operazioni di pulizia prevedono una serie di interventi caratterizzati da una diversa frequenza: si passa da una pressoché continua insufflazione di aria alla base delle membrane (il cosiddetto air-scouring che, generando una turbolenza sulla superficie filtrante, provoca il distacco dei solidi ivi accumulatisi) a cicli di controlavaggio del permeato periodicamente additivato con reagenti chimici (come ipoclorito di sodio ed acido citrico).

Dalla sintetica descrizione sopra riportata, appare quindi evidente che il processo MBR presenta l'indiscutibile pregio di poter garantire una qualità dello scarico superiore agli altri processi a biomassa adesa e sospesa di normale impiego: l'effluente, in virtù dell'ultrafiltrazione, presenta stabilmente concentrazioni di solidi sospesi di pochi mg/l ed una carica batterica pressoché nulla, il che rende inoltre possibile il diretto riutilizzo di un'aliquota della portata depurata come acqua tecnica da impiegarsi presso altre sezioni dell'impianto.

Inoltre, i volumi minimi di trattamento richiesti sono fortemente ridotti rispetto a quelli propri di un processo a fanghi attivi convenzionale.

Per contro, tali elevate prestazioni depurative sono raggiunte al prezzo di maggiori consumi di energia (legati principalmente all'aerazione delle membrane) e di reagenti (reattivi chimici per la pulizia delle membrane).

Al riguardo, come confermato da recenti studi (cfr. T.A. Young et al. (2012)), dal raffronto dei costi complessivi di gestione e costruzione nell'arco della vita utile dell'impianto, laddove quest'ultimo debba garantire elevate prestazioni depurative, il processo MBR risulta più vantaggioso anche sotto il profilo economico.

Quanto all'affidabilità ed alla durabilità delle membrane, sono ormai molte, in Italia ed all'estero, le installazioni attive da più di 10 anni, dimostrando così che la vita utile dei dispositivi è risultata generalmente di gran lunga superiore ai 7 anni delle prime prudenziali stime (i costruttori forniscono garanzie delle membrane anche per 20 anni).

Inoltre, la raggiunta maturità tecnica del processo si coniuga oggi con una sensibile diminuzione dei costi di produzione a tutto vantaggio di una sempre più evidente sostenibilità economica.

Ciò premesso, i benefici connessi all'impiego del processo MBR possono così riassumersi:

- un'elevatissima qualità dell'effluente (superiore anche a quella conseguibile con il processo MBBR);
- una sostanziale stabilità del processo e della suddetta qualità dello scarico grazie al diverso sistema di separazione delle biomasse dall'effluente (mediante ultrafiltrazione anziché per mezzo della sedimentazione) che rende sostanzialmente trascurabile l'effetto di oscillazioni della portata;
- la possibilità di operare con una maggiore concentrazione di biomassa nei bacini di ossidazione biologica che permette di esplicare il trattamento dei reflui con un minore volume di reazione;
- un più armonioso inserimento della sezione biologica nel locale contesto impiantistico;
- una migliore adattabilità a variabili condizioni di carico inquinante in virtù delle maggiori concentrazioni di biomassa che si possono mantenere nei reattori;
- una maggiore flessibilità rispetto a futuri incrementi della potenzialità: si può infatti far fronte ad aumenti modesti del carico innalzando la concentrazione dei fanghi nei reattori (fino a valori dell'ordine di 10 kg SS/m^3) senza un peggioramento della qualità dell'effluente. I minori volumi di reazione richiesti permetteranno inoltre di realizzare ulteriori reparti di trattamento negli spazi disponibili all'interno dell'impianto.

La suddetta analisi consente quindi di apprezzare come il processo MBR, superando le criticità funzionali di un impianto a fanghi attivi convenzionale ed i limiti del processo MBBR precedentemente descritto, si configuri come la migliore soluzione sotto i profili tecnico, ambientale e gestionale.

Il Gestore ha inoltre maturato una consolidata esperienza nella conduzione di impianti a membrane, il che rappresenta una ulteriore garanzia di efficienza e di efficacia del trattamento.

LE ALTERNATIVE PROGETTUALI PER LA LINEA FANGHI

Il fango in ingresso all'impianto dovrà essere in primo luogo sottoposto ad un preispessimento, volto a ridurne il contenuto d'acqua: l'operazione è fondamentale per contenere i volumi di trattamento, stante il ridotto spazio disponibile.

Escludendo sistemi di addensamento statico (che a loro volta presentano ingombri planimetrici maggiori, richiedono coperture per evitare la liberazione di emissioni odorigene e sono poco efficienti in presenza di fanghi biologici – come nel caso in esame, in cui i fanghi da trattare sono di tipo misto -), la selezione di sistemi di ispessimento dinamico appare pressoché obbligata: a fronte di un maggior consumo di energia e polielettrolita, i macchinari presenti sul mercato consentono infatti di ottenere un grado di addensamento stabilmente superiore al 5%, anche per i fanghi misti.

I dispositivi sono inoltre compatti e totalmente chiusi, offrendo quindi maggiori garanzie rispetto al contenimento degli odori molesti.

Considerazioni analoghe a quelle condotte per il preispessimento orientano poi la scelta dei Progettisti in relazione ai sistemi di disidratazione finale del fango stabilizzato: gli estrattori centrifughi (di limitato ingombro, totalmente chiusi e caratterizzati da buone prestazioni) sono evidentemente preferibili alle nastropresse (meno efficienti) ed alle filtro presse (più ingombranti).

Per quanto riguarda il processo di stabilizzazione dei fanghi, non si ravvisano alternative tecniche plausibili alla digestione anaerobica mesofila: la grande taglia dell'impianto in esame (nella configurazione finale, il quantitativo di fanghi in ingresso corrisponderà ad un'utenza di circa 600'000 A.E.) rende ottimale l'applicazione di tale trattamento in considerazione della possibilità di generare un consistente quantitativo di biogas utilizzabile per la produzione di calore ed energia (con conseguente riduzione dei costi netti di gestione).

Maggiori approfondimenti meritano invece i processi volti all'ottimizzazione della qualità del fango per il miglioramento delle prestazioni della stessa stabilizzazione: a parità di volumetria dei digestori, alcuni specifici trattamenti dei fanghi (preliminari o contestuali al processo di digestione anaerobica mesofila) possono infatti portare ad una sensibile riduzione dei quantitativi di fanghi disidratati e dei relativi costi di gestione nonché ad un incremento nella produzione di biogas.

A questo scopo sono oggi disponibili diverse tecnologie innovative: il criterio di valutazione dell'applicabilità di ognuna di esse si fonda sulla constatazione di una concreta ed immediata fattibilità (in rapporto al livello di maturità tecnica), dell'affidabilità comprovata da esperienze costruttive e gestionali consolidate e dei benefici prestazionali e gestionali ottenibili.

In quest'ottica, tra i processi più comunemente utilizzati in abbinamento alla digestione anaerobica mesofila per la cosiddetta "stabilizzazione avanzata" dei fanghi, sono stati considerati:

- idrolisi termica;
- idrolisi enzimatica;
- sistema di ricircolo interno.

Mentre i primi due processi sono stati utilizzati per il trattamento di fanghi di depurazione e della frazione organica dei rifiuti da raccolta differenziata, per il sistema con ricircolo interno sono note realizzazioni per il trattamento della frazione organica dei rifiuti anche se si ritiene che esso possa facilmente venire applicato ai fanghi di depurazione, in considerazione delle meno gravose condizioni di esercizio.

Un interessante ed accurato raffronto tra le suddette tecnologie è riportato nell'articolo scientifico di Jolly M. et al.[3] che, oltre a descrivere i diversi trattamenti, ne quantifica anche i costi di realizzazione e di gestione.

L'esame della letteratura disponibile porta a concludere che i processi di stabilizzazione avanzata che più proficuamente si potrebbero impiegare ad integrazione della digestione anaerobica mesofila del D.A.C. sono circoscrivibili all'idrolisi termica ed al ricircolo interno del fango: l'idrolisi termica, a fronte di non trascurabili costi di investimento, offre la possibilità di ridurre significativamente i volumi di reazione necessari e di incrementare la produzione di biogas; il ricircolo interno del fango garantisce anch'esso un'ottimizzazione del processo con un più contenuto aumento dei costi di costruzione.

L'idrolisi enzimatica è stata scartata in quanto caratterizzata da oneri gestionali maggiori del sistema con ricircolo interno ed efficacia inferiore a quella dell'idrolisi termica.

Tutto ciò considerato, si è ritenuto opportuno procedere in primo luogo all'implementazione di un processo di digestione anaerobica con ricircolo interno del fango, rimandando a fasi successive di intervento l'eventuale inserimento di un apparato per l'idrolisi termica. Quest'ultima potrà quindi costituire un'integrazione futura dei digestori qualora, in sede di gestione, si ravvisassero alcune delle seguenti necessità:

- trattare i carichi di progetto in un numero minore di digestori, utilizzando quelli rimanenti (uno o due) come accumulo od equalizzazione per i liquami in ingresso all'impianto;
- incrementare le produzioni di biogas.

La realizzazione di una stazione di idrolisi termica consentirà quindi di potenziare il reparto senza dover realizzare ulteriori digestori.

Nella concezione del lay-out impiantistico del comparto di digestione anaerobica è stata pertanto prevista la possibilità di un successivo inserimento delle dotazioni necessarie all'idrolisi termica.

LE ALTERNATIVE PER I SISTEMI DI DEODORIZZAZIONE

Come già detto, particolare importanza nella progettazione del D.A.C. assumono i presidi contro la possibile diffusione di odori molesti nell'ambiente circostante.

Dato il contesto urbano in cui sorgerà il nuovo impianto, non si può prescindere dal garantire un adeguato trattamento dei flussi di aria potenzialmente maleodorante generati dai comparti impiantistici (in particolare, da quelli associati ai pretrattamenti della linea acque e da quelli componenti la linea fanghi).

In quest'ottica, la progettazione è stata sviluppata secondo due linee d'azione fondamentali:

- provvedere alla copertura di tutti i reparti di trattamento: tale accorgimento, peraltro utile anche al contenimento delle emissioni sonore, rappresenta la modalità di protezione dell'ambiente circostante più semplice ed efficace, rispetto alla quale non si riscontrano alternative tecniche ragionevolmente sostenibili;

[3] "The economics of advanced digestion" – Jolly, M. and Gillard, J. Black & Veatch, UK

- garantire un'adeguata ventilazione dei locali e degli edifici tecnici e deodorizzare l'aria esausta prima dell'immissione in atmosfera: la ventilazione dei locali è la naturale conseguenza della esigenza di segregare le potenziali fonti di emissione rispetto all'esterno, senza determinare eccessive concentrazioni di inquinanti o sostanze odorifere negli ambienti di lavoro coperti.

Ai fini della deodorizzazione dell'aria esausta sono disponibili diverse tecnologie:

- biofiltrazione;
- adsorbimento su carboni attivi;
- scrubber ad umido (lavaggi con acido-base);
- scrubber a secco.

Il processo di biofiltrazione consiste nell'insufflazione dell'aria esausta all'interno di vasche riempite di una matrice solida, costantemente inumidita, su cui viene favorita la crescita di specifiche biomasse.

La rimozione degli odori è in tal caso affidata ad un effetto combinato di adsorbimento e assorbimento delle sostanze inquinanti sulle matrici solide e liquide e di successiva degradazione biologica operata dai ceppi batterici residenti sull'interfaccia liquida dell'acqua che lambisce la superficie del materiale di riempimento. Il processo non richiede in generale il consumo di reattivi ma è caratterizzato da una maggiore occupazione di area e dalla necessità di mantenere una corretta umidificazione del letto filtrante.

Gli altri sistemi non biologici, basati su assorbimento, adsorbimento e azione chimica sono in generale caratterizzati maggiori costi di gestione (per la rigenerazione del carbone attivo e per i reagenti) ma risultano più compatti e più efficienti rispetto ai biofiltri, fattori di grande rilevanza per il sito in esame.

Tra questi ultimi sistemi, per l'applicazione nel D.A.C. sono stati selezionati gli scrubber a secco in quanto, rispetto alle altre tecnologie sopra citate, offrono i seguenti vantaggi:

- un'elevata efficienza di rimozione e concentrazioni di odore in uscita dal camino anche inferiori a 200 UO/m^3;
- un'efficienza di rimozione indipendente dalle concentrazioni in ingresso. Questo assicura la massima efficacia di filtrazione anche in presenza di carichi variabili senza necessità di alcuna regolazione;
- bassi consumi energetici, con condizioni di esercizio programmabili in funzione dei carichi effettivi di odore da eliminare;
- disponibilità di unità filtranti compatte e maneggevoli, di facile installazione, con dimensioni molto ridotte rispetto alle torri di lavaggio o ai biofiltri;
- grande flessibilità di esercizio con possibilità di messa fuori servizio e riattivazione immediati, senza scadimenti delle prestazioni depurative;
- costi di investimento iniziale e di gestione sensibilmente inferiori rispetto alle altre tecnologie;

- manutenzione ridotta e programmabile: i filtri hanno durata misurabile tramite analisi di laboratorio; la manutenzione ordinaria è ridotta all'analisi periodica dello stato di consumo del mezzo filtrante;

- assenza di materiali pericolosi a differenza di altre tecnologie che necessitano lo stoccaggio di prodotti chimici pericolosi.

LE ALTERNATIVE PROGETTUALI PER IL LAY-OUT DELL'IMPIANTO

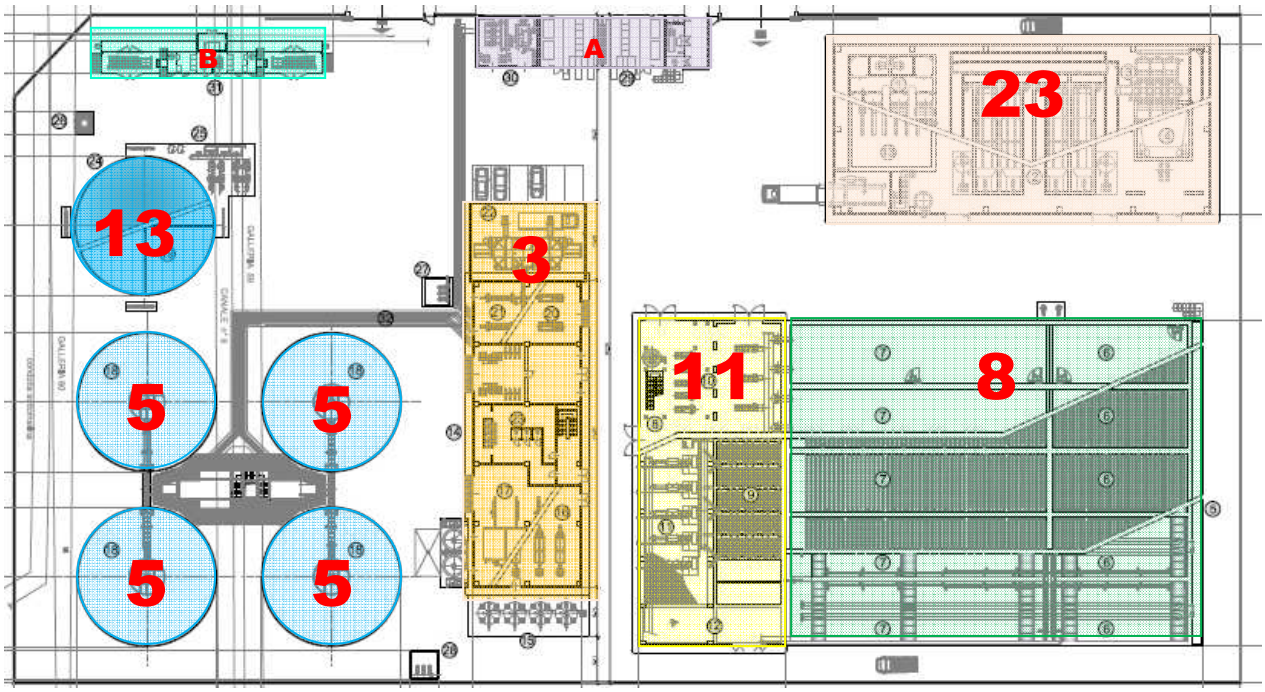
Le immagini successive sintetizzano le diverse opzioni di disposizione dei manufatti elaborate.

La metà sinistra di ciascuna planimetria è occupata dalla linea fanghi, quella destra dalla linea acque.

Come si può notare, l'esigenza di contenere le occupazioni di area ha condotto alla concentrazione delle diverse sezioni di trattamento all'interno di pochi manufatti, anche strutturati su più livelli.

Inoltre, è fondamentale rilevare come, attraverso le suddette soluzioni realizzative e l'adozione di opportune tecnologie (stacci per il trattamento primario, filtrazione a membrane, ispessitori dinamici, etc.) tutti i singoli comparti impiantistici siano costituiti da macchinari completamente chiusi o comunque contenuti all'interno di locali tecnici anch'essi chiusi.

Come già detto, ciò assicura il totale confinamento delle potenziali emissioni odorigene e la possibilità di convogliare le stesse agli specifici sistemi di trattamento. Inoltre, l'utilizzo di condotte chiuse e la riduzione dei bacini esposti alla pressione atmosferica consente una drastica diminuzione delle stesse portate d'aria esausta da trattare con evidenti ulteriori garanzie di protezione dell'ambiente circostante contro le eventuali esalazioni odorifere.



Più nel dettaglio, a parità di ingombro dei diversi manufatti, la definizione delle differenti alternative planimetriche è stata sviluppata tenendo conto dei seguenti aspetti:

- il rispetto delle distanze minime stabilite dalle norme e dagli strumenti di pianificazione urbanistica;
- un'agevole accessibilità ai locali tecnici ed ai reparti impiantistici per la gestione e la manutenzione (ordinaria e straordinaria);
- una sicura e razionale viabilità interna;
- l'ottimale sviluppo dei collegamenti idraulici e di processo;
- la risoluzione delle interferenze con sottoservizi e strutture interrate (cunicoli e gallerie preesistenti).

Nelle immagini che seguono sono nettamente distinguibili, per quel che concerne la linea acque, edificio tecnico che ospiterà i pretrattamenti ed il trattamento primario (individuato con n. 23)

- vasche di ossidazione (numero 8)
- il locale membrane (numero 11)
- cabina elettrica e centrale termica (A)
- cogeneratori (B)

la linea fanghi è invece composta dal :

- locale tecnico che ospiterà l'ispessimento e la disidratazione (numero 3)
- digestori (numero 5) e dal gasometro (numero 13).

6.0 MOTIVI PRINCIPALI DELLE SCELTE COMPIUTE, TENENDO CONTO DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE

ASPETTI GENERALI

Come già anticipato, la progettazione del D.A.C. prevede una serie di accorgimenti per la riduzione dell'impatto globale dell'impianto sull'ambiente circostante in termini di emissioni solide, liquide, aeriformi e sonore.

Nello specifico, i rifiuti solidi (grigliati, sabbie, fanghi) saranno ridotti al minimo (sotto il profilo della massa e del volume) e saranno adeguatamente trattati al fine di contenerne la putrescibilità.

Gli effluenti liquidi, conferiti al corpo idrico recettore, grazie ai processi depurativi adottati per la linea acque, presenteranno una qualità superiore a quella strettamente richiesta dalla normativa vigente.

Contro le emissioni odorifere, è prevista l'installazione di una rete di captazione in grado di aspirare l'aria dall'interno dei locali tecnici e di convogliarla ad appositi sistemi di trattamento per l'abbattimento degli odori.

Tutti i reparti impiantistici sono inoltre confinati da strutture di tamponamento in carpenteria metallica o in calcestruzzo, in modo tale evitare la diffusione verso l'esterno di aria non trattata.

Per quanto riguarda le emissioni sonore, le stesse strutture di confinamento delle emissioni odorigene assicurano in generale l'abbattimento dei livelli di rumorosità percepibili all'esterno. Molte apparecchiature presentano inoltre installazione sommersa. A tutela della salute e del comfort degli operatori, i macchinari più rumorosi, ancorché installati all'interno di locali chiusi, saranno comunque provvisti di idonee cabine di insonorizzazione.

Infine, anche l'impostazione architettonica dei manufatti è stata curata affinché gli stessi offrano una continuità visiva con il paesaggio urbano e si inseriscano il più armonicamente possibile nello specifico contesto territoriale.

Ciò premesso, nei successivi paragrafi saranno esaminate nel dettaglio le soluzioni tecniche adottate per le singole unità impiantistiche con particolare riguardo ai provvedimenti per la mitigazione dei vari impatti verso l'esterno.

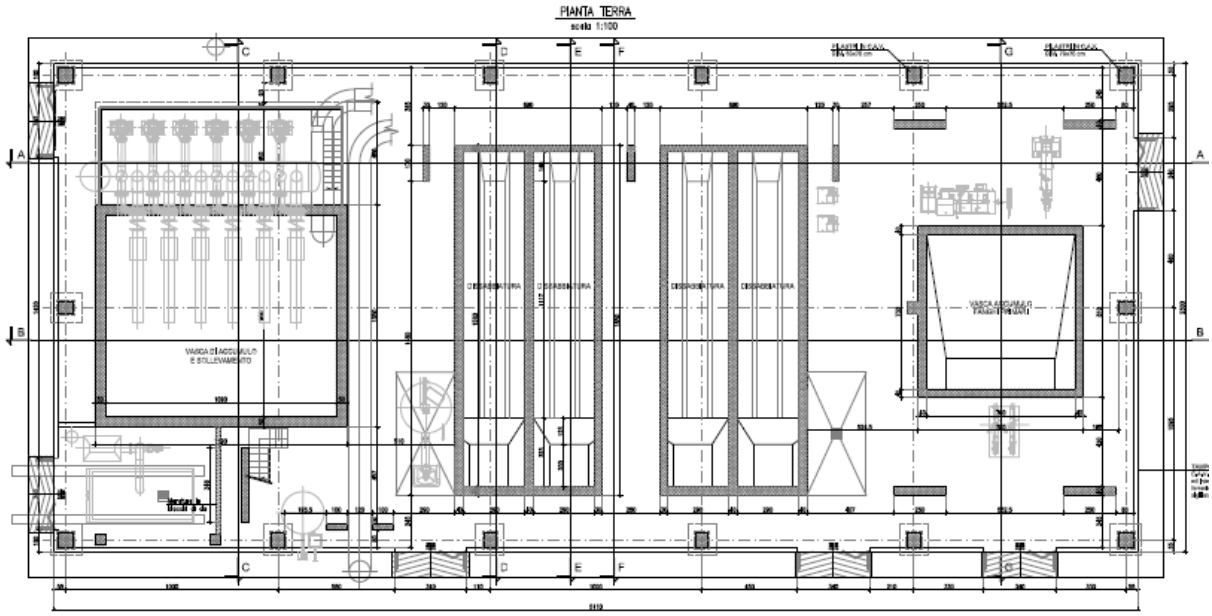
GIUSTIFICAZIONE DELLE SOLUZIONI ADOTTATE E MODALITÀ DI MITIGAZIONE PREVISTE A PROGETTO

Linea acque: pretrattamenti

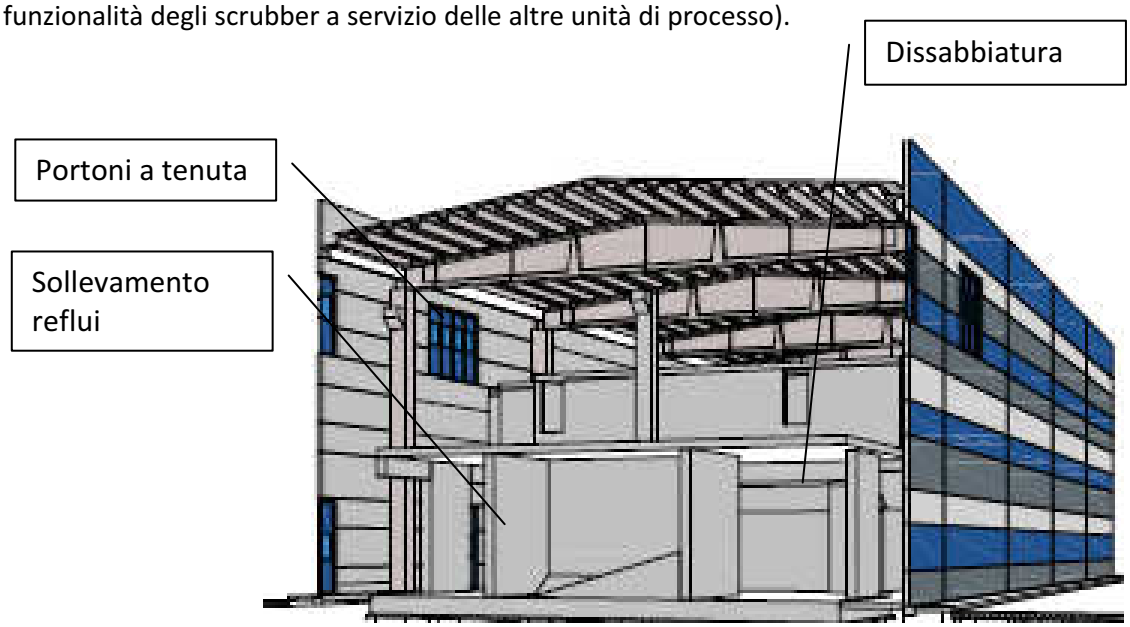
I reflui in ingresso saranno alimentati, attraverso un collettore in pressione, ai pretrattamenti della linea acque. Detti pretrattamenti saranno così articolati:

- grigliatura fine, costituita da griglie a nastro forato (luce filtrante 6 mm), selezionate in virtù dell'elevata capacità idraulica e degli ingombri relativamente contenuti. Le griglie si rendono necessarie per proteggere le apparecchiature di valle dai corpi grossolani contenuti nei liquami, evitando altresì il deposito degli stessi nei canali e nelle vasche e l'ostruzione delle tubazioni. Nonostante operino un limitato abbattimento del carico inquinante, le griglie presentano quindi un impatto benefico sulla qualità dello scarico in quanto contribuiscono alla continuità di servizio del depuratore. I materiali grigliati (costituenti un rifiuto da smaltire

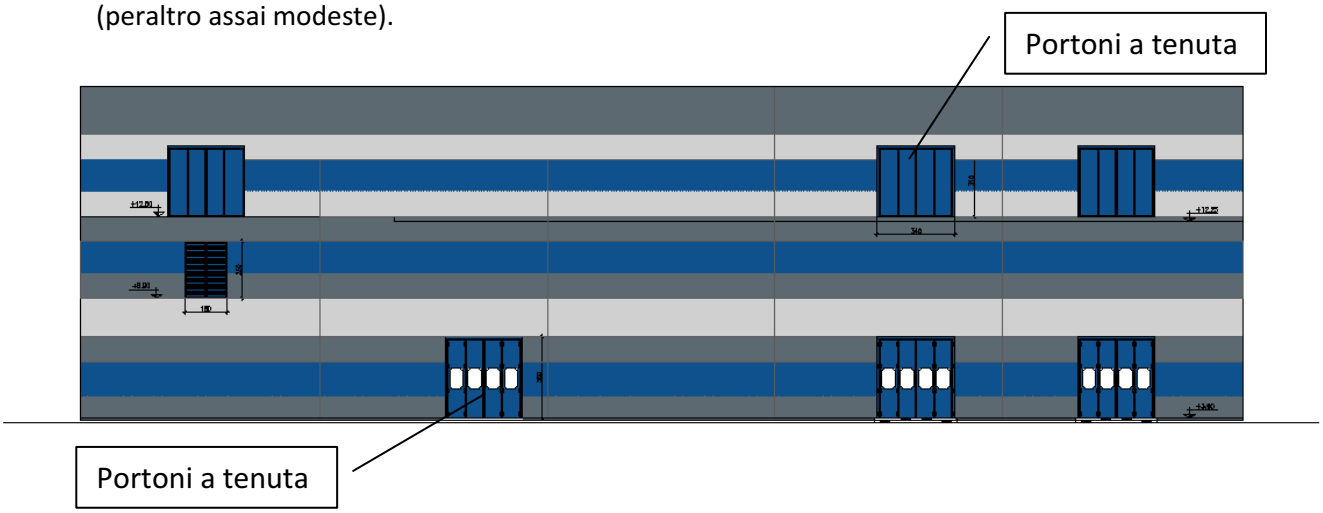
presso i siti autorizzati) saranno inviati ad un compattatore che ne ridurrà l'umidità e, conseguentemente, il volume. Tutte le apparecchiature sopra descritte saranno chiuse ed i relativi canali di alimentazione e scarico saranno provvisti di coperture, il tutto nell'ottica di limitare la diffusione di odori.



Come già detto, il comparto sarà ospitato all'interno di un locale anch'esso chiuso, munito di portoni e serramenti a tenuta e provvisto di sistema di captazione e deodorizzazione dell'aria attraverso scrubber a secco dedicati. Le emissioni odorigene saranno quindi confinate con una doppia protezione (la chiusura delle macchine e dei canali e l'involucro rappresentato dall'edificio, mantenuto in leggera depressione dall'apparato di aspirazione dell'aria) e saranno trattate con un sistema (gli scrubber) efficiente e ridondante: la deodorizzazione, distribuita su un numero relativamente elevato di unità (associate ai diversi reparti di trattamento), sarà progettata specificamente per le caratteristiche dell'aria esausta attese per ogni singolo comparto e sarà caratterizzata da una maggiore affidabilità e continuità di servizio (gli eventuali interventi manutentivi sugli scrubber di un reparto non avranno conseguenze sulla funzionalità degli scrubber a servizio delle altre unità di processo).



L'installazione delle macchine al coperto contribuirà anche a contenere le emissioni sonore (peraltro assai modeste).



- dissabbiatura, costituita da quattro dissabbiatori-disoleatori longitudinali aerati deputati alla rimozione delle sabbie e delle sostanze flottanti più leggere dell'acqua (olii e grassi). Anche tale trattamento si rende necessario a protezione dei macchinari e degli impianti a valle (che possono essere danneggiati da sostanze abrasive come le sabbie o soggetti a sporcamento da parte degli olii). La conformazione dei bacini (a flusso longitudinale) costituisce una scelta pressoché obbligata in considerazione delle elevate portate da trattare mentre l'adozione di sistemi sommersi di rimozione delle sabbie permette la copertura totale delle vasche. Le sabbie raccolte sul fondo dei dissabbiatori saranno inviate ad un classificatore-lavatore per un'efficiente riduzione del contenuto di sostanze organiche (con diminuzione della putrescibilità del rifiuto). Gli olii e le altre sostanze flottanti raccolte sulla superficie dei dissabbiatori saranno pompate ad un serbatoio di accumulo da cui potranno essere avviate allo smaltimento. Analogamente alla sezione di grigliatura, anche in questo caso il contenimento e l'abbattimento delle emissioni odorigene è assicurato dalla copertura dei bacini, dalla collocazione degli stessi all'interno dell'edificio tecnico e dal trattamento dell'aria esausta mediante scrubber a secco. Le principali emissioni sonore derivano dai compressori per l'aerazione delle vasche: essi saranno tuttavia installati all'interno dell'edificio e saranno comunque provvisti di cabina insonorizzante.
  A valle dei pretrattamenti, uno scolmatore consentirà il transito verso i successivi reparti delle portate non superiori al triplo della portata media di tempo asciutto (6.460 m^3/h) mentre le aliquote di refluo in eccesso saranno inviate direttamente alla vasca di alimentazione della condotta di scarico sottomarina. L'impatto sull'ambiente delle acque scolmate appare trascurabile in considerazione dei seguenti aspetti:

  - in base alle caratteristiche del bacino drenante servito dall'impianto, l'afflusso di portate superiori a 3 Qm, tali da attivare lo sfioro, è assai raro e temporalmente limitato;

  - dette portate, associate ad eventi meteorici gravosi, sono nel complesso caratterizzate da modeste concentrazioni dei contaminanti (per effetto della diluizione associata alle acque di pioggia). Inoltre, le acque di prima pioggia, afferenti all'inizio degli eventi meteorici, possono essere ragionevolmente comprese nelle portate inferiori a 3 Qm (sottoposte all'intera filiera depurativa), corrispondenti alla fase crescente dei normali idrogrammi di piena;

  - le acque di pioggia inviate allo scarico saranno comunque sottoposte alla grigliatura fine ed alla dissabbiatura-disoleatura.

Superato il suddetto sfioro, i reflui saranno uniti ai dreni della linea fanghi e saranno convogliati al successivo trattamento primario.

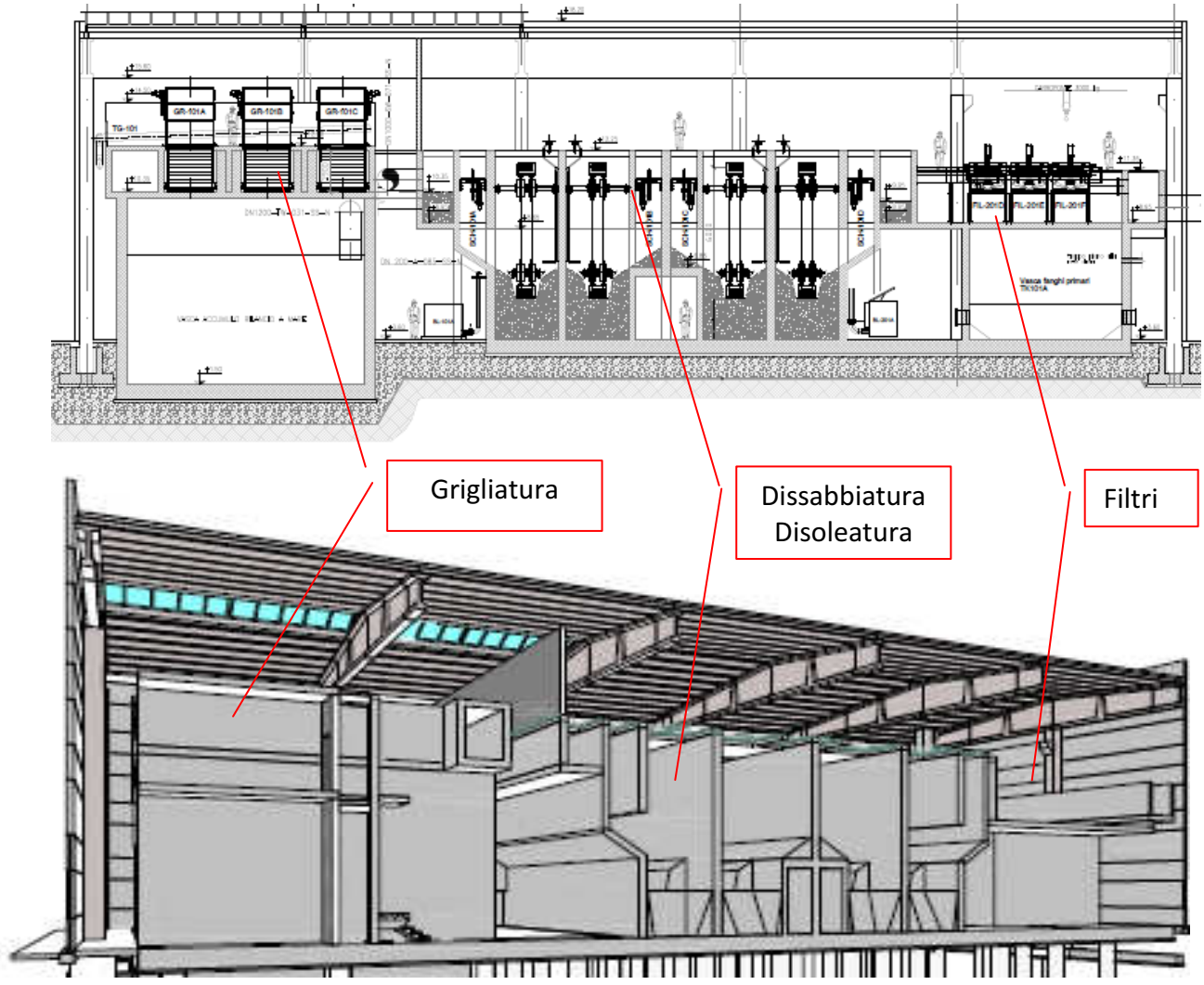
Come già anticipato, l'edificio tecnico è stato progettato nell'ottica di un armonico inserimento nel paesaggio urbano esistente. Inoltre, ai fini di una migliore continuità visiva con le altre strutture, ne riprende l'impostazione architettonica, il tutto nell'ottica di minimizzare anche l'impatto visivo del depuratore.

Trattamenti primari

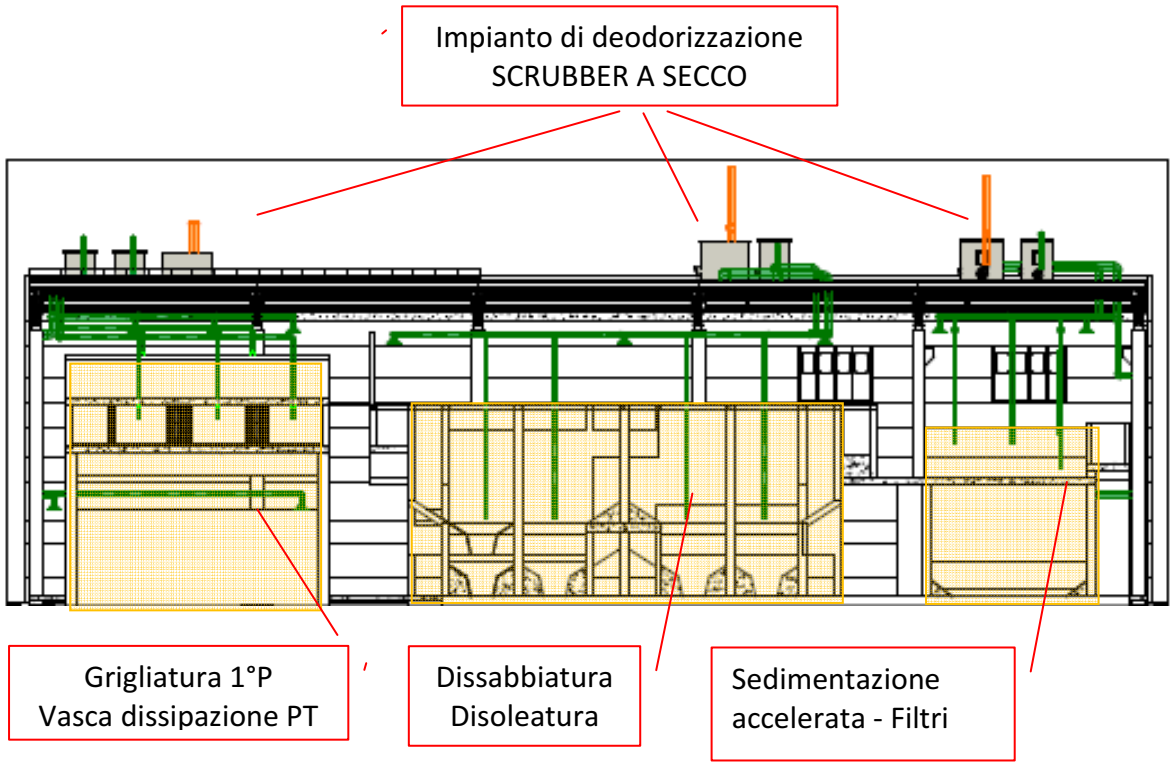
Il trattamento primario dei reflui pretrattati sarà ospitato all'interno dell'edificio descritto al punto precedente. Tale trattamento contribuisce ad una prima rimozione parziale dei principali contaminanti presenti nel refluo (dell'ordine del 50% per i solidi sospesi, del 30% per gli inquinanti organici, del 10-20% per i nutrienti).

Esso costituisce pertanto uno stadio fondamentale del processo che, in sinergia con il successivo comparto biologico, assicura la buona qualità dell'effluente liquido finale.

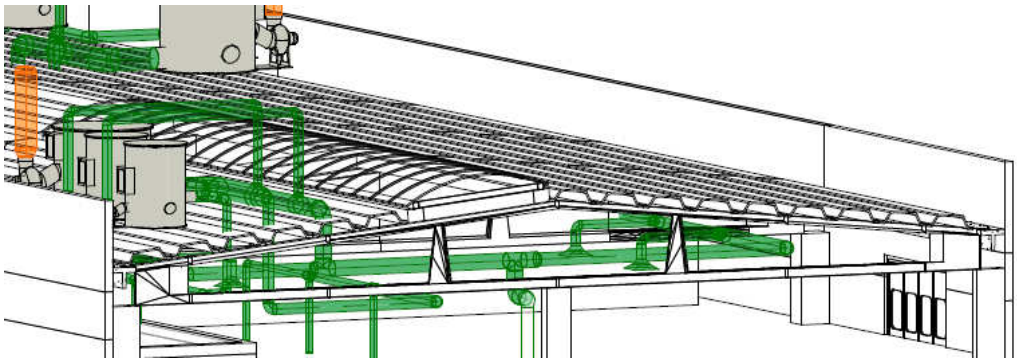
Come già anticipato, nel caso in esame, i limitati spazi disponibili hanno condotto alla selezione di una tecnologia compatta (filtri rotativi a tela, RBF) che è in grado di assicurare le suddette prestazioni depurative a fronte di un ingombro contenuto, tale da consentirne l'installazione all'interno dell'edificio tecnico dei pretrattamenti.



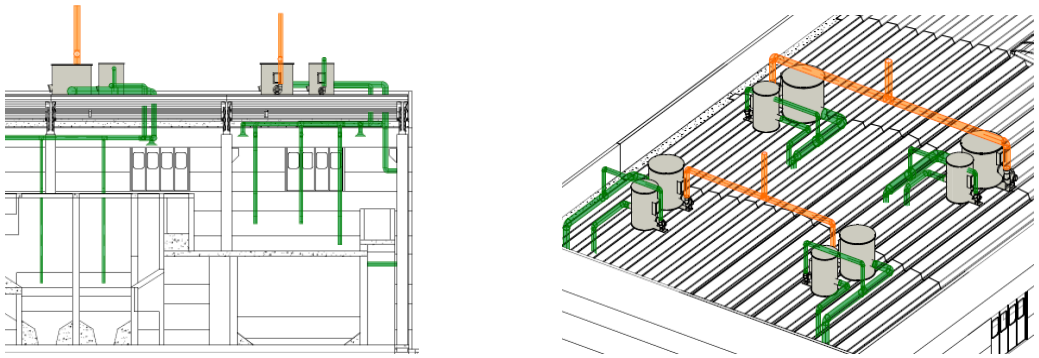
Per quel che concerne le emissioni odorigene, il reparto dispone di una doppia protezione: una prima barriera contro la diffusione degli odori è rappresentata dal fatto che i filtri sono completamente chiusi



Il secondo livello di protezione è costituito dalla collocazione delle macchine in un locale chiuso, munito di aspirazione e trattamento dell'aria attraverso scrubber a secco.



Particolare degli scrubber posizionati sulla copertura del fabbricato pretrattamenti a servizio dei locali di dissabbiatura e sedimentazione.

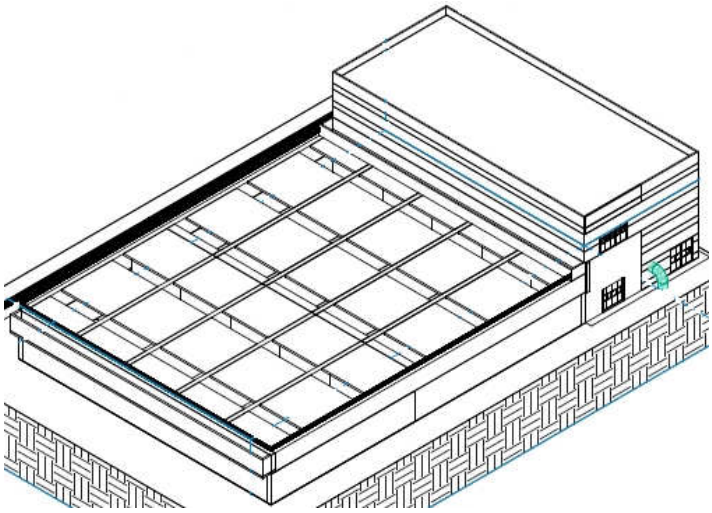


Particolari Scrubber – locali dissabbiatura e sedimentazione accelerata.

Le sostanze solide separate dal flusso di liquami (fanghi primari), rispetto a quanto riscontrabile per i tradizionali sedimentatori, sono caratterizzate non solo da una migliore degradabilità nell'ottica della successiva digestione anaerobica e da un più elevato potenziale metanigeno ma anche da un maggiore addensamento (dell'ordine del 5% di sostanza secca) il che ne permette l'invio direttamente alla stabilizzazione, evitando il preispessimento dinamico (descritto nel seguito). Tutto ciò si traduce in un maggiore recupero energetico e in minori costi gestionali.

Per quanto riguarda le emissioni sonore, queste sono generate sostanzialmente dalle apparecchiature ausiliarie (pompe, compressori, etc.): tenuto conto dell'installazione all'interno dell'edificio tecnico e delle insonorizzazioni applicate alle stesse macchine, si può ritenere anche in questo caso che gli impatti acustici verso l'esterno siano sostanzialmente trascurabili.

Nuovo trattamento biologico



I reflui saranno quindi alimentati, attraverso tubazioni prive di aperture verso l'esterno, al comparto biologico. Qui avrà luogo la più significativa rimozione dei contaminanti (solubili e particolati), da cui dipende in gran parte la qualità dell'effluente finale dell'impianto.

La tecnologia impiegata (ossidazione biologica seguita da ultrafiltrazione a membrane) è stata in primo luogo selezionata in ragione dei limitati spazi disponibili (in quanto estremamente compatta), essa si caratterizza tuttavia per elevati rendimenti depurativi da cui deriva una qualità dell'effluente finale anche superiore a quella prescritta dal D.Lgs. 152/06: nelle condizioni di esercizio ipotizzate in progetto, si può ottenere un effluente sostanzialmente compatibile con il riutilizzo ex D.M. 185/03.

Qualità dell'effluente conseguibile con le dotazioni impiantistiche previste in progetto

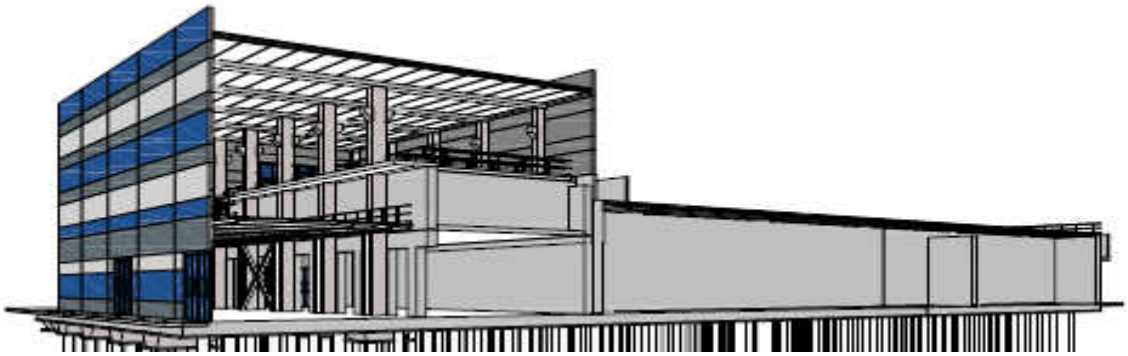
Parametro	U.d.m.	Valore
Concentrazione COD effluente (attesa)	mg/l	< 45
Concentrazione BOD_5 effluente (attesa)	mg/l	< 3
Concentrazione SST effluente (attesa)	mg/l	< 10
Concentrazione Ntot effluente (attesa)	mg/l	< 15

Nonostante al comparto biologico non siano associate normalmente significative emissioni odorigene, se ne prevede la totale copertura.

Infine, le emissioni sonore derivanti dalle attrezzature presenti nei bacini sono pressoché trascurabili (trattandosi di apparecchiature completamente immerse nei liquami).

Le macchine caratterizzate dai maggiori livelli di pressione sonora (pompe di ricircolo della miscela aerata e compressori d'aerazione) sono invece installate all'interno di un apposito edificio tecnico. A tutela della salute dei lavoratori, i compressori saranno inoltre dotati di cabine di insonorizzazione.

Il suddetto edificio tecnico, contiguo ai reattori di ossidazione, presenterà tipologia costruttiva e dimensioni, analoghi a quelle dell'edificio tecnico dei pretrattamenti, sempre nell'ottica di una mitigazione dell'impatto visivo delle nuove opere.



Vista del fabbricato MBR e vasche del trattamento biologico

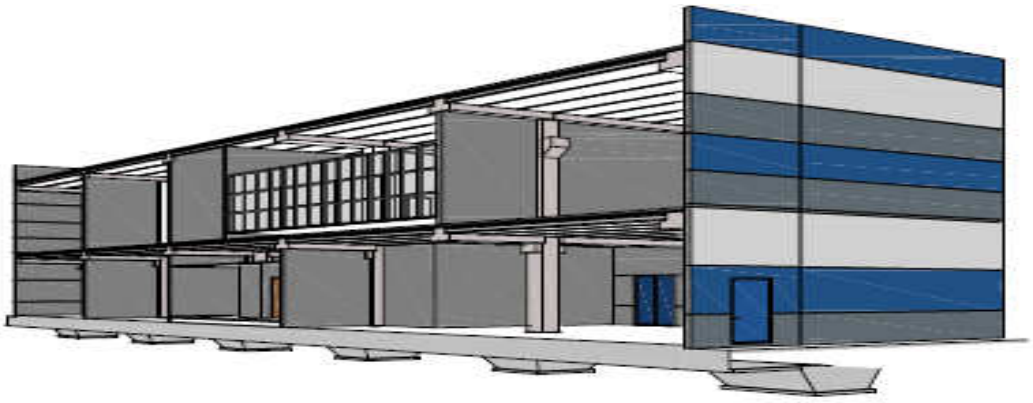
Trattamento fanghi

I fanghi degli altri depuratori cittadini (trasportati dai fangodotti) e quelli generati dallo stesso D.A.C. saranno avviati alla linea fanghi.

Quest'ultima ha la funzione principale di provvedere alla stabilizzazione dei fanghi, abbattendone la componente biodegradabile e diminuendone la putrescibilità.

A tali obiettivi si accompagna la riduzione del quantitativo di materia da inviare allo smaltimento finale.

Nel caso in esame, detta riduzione si ottiene attraverso la conversione dei solidi sospesi volatili in biogas (ad opera di specifiche biomasse), biogas che potrà essere utilmente sfruttato ai fini del recupero energetico.



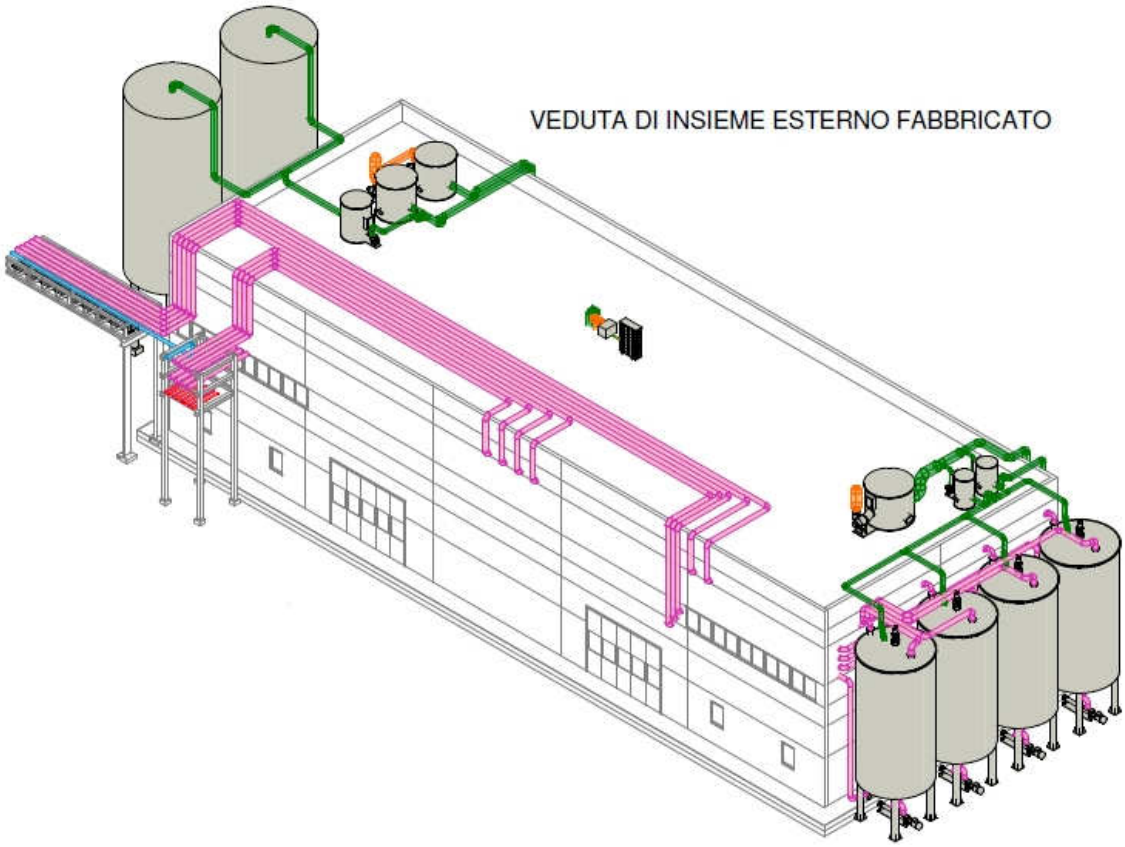
La linea fanghi sarà sostanzialmente costituita da alcune sezioni di pretrattamento, dalla digestione anaerobica e dalla disidratazione dei fanghi digeriti:

- analogamente ai pretrattamenti della linea acque, anche i pretrattamenti della linea fanghi non contribuiscono alla degradazione delle sostanze in ingresso ma sono funzionali a creare condizioni di esercizio ottimali per il successivo processo di digestione anaerobica. Per il D.A.C., tali pretrattamenti consteranno di una sezione di condizionamento chimico (costituita da vasche di contatto in cui potranno essere dosati reagenti chimici per il controllo del pH e della

formazione di H_2S nei digestori) e di una stazione di preispessimento dinamico (per ridurre il contenuto di acqua nei fanghi in ingresso ai digestori, aumentandone il tempo di permanenza all'interno di questi ultimi).
Le vasche di contatto saranno chiuse, senza possibilità di diffondere odori molesti nell'ambiente.
Il preispessimento sarà operato da macchine compatte, anch'esse totalmente chiuse e, per maggior sicurezza, installate all'interno di un edificio tecnico analogo a quelli descritti per la linea acque e provvisto di sistemi di aspirazione e deodorizzazione dell'aria esausta costituiti da scrubber a secco.
Gli scarti prodotti dal processo sono rappresentati dalle acque di risulta dell'ispessimento: queste verranno recapitate, assieme agli altri dreni dell'impianto, alla linea acque e costituiranno per essa un carico aggiuntivo di cui si è tenuto conto nella progettazione. In definitiva, anche le acque di drenaggio saranno restituite all'ambiente con l'elevata qualità che caratterizza l'effluente globale della linea acque.
Le emissioni sonore della sezione sono modeste e fortemente contenute dall'installazione della quasi totalità dei macchinari all'interno di locali chiusi;

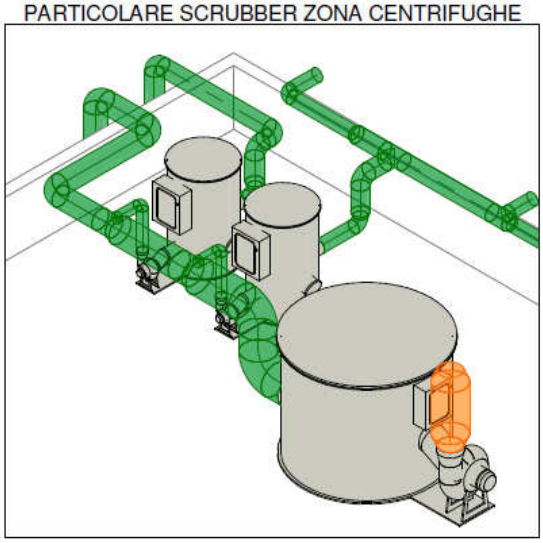
- la digestione anaerobica con ricircolo interno costituisce il cuore della linea fanghi: qui avviene l'abbattimento dei solidi volatili con la conversione degli stessi in biogas. Il processo ha luogo all'interno di reattori completamente chiusi, il che esclude la possibilità di emissioni odorigene verso l'ambiente circostante.
  Le emissioni sonore sono associate a pochi macchinari installati all'esterno dei digestori e sono comunque poco significative. Il processo genera ridotte quantità di acque di drenaggio che saranno convogliate alla linea acque dove saranno depurate con gli elevati standard prestazionali del comparto ossidativo MBR.
  Il biogas prodotto durante la digestione sarà convogliato ai sistemi di produzione di energia elettrica e calore (cogeneratore e caldaia) dove sarà utilizzato, previa purificazione, come combustibile: in questo modo, si potranno soddisfare i fabbisogni energetici del processo senza dover ricorrere, in condizioni di normale esercizio, a fonti esterne (metano). Inoltre, l'energia elettrica prodotta sarà sufficiente per coprire non solo i consumi della linea fanghi ma anche quelli di parte delle altre utenze dell'impianto.
  Il biogas potrà essere accumulato in un apposito gasometro a tripla membrana. Solo in condizioni anomale di esercizio dell'impianto (fermi, manutenzioni, etc.) la quota di biogas non ricevibile dal cogeneratore, dalla caldaia o dal gasometro sarà bruciata all'interno di una torcia al fine di evitare accumuli incontrollati di gas e pressioni pericolose. In ogni caso, il biogas non sarà mai liberato in atmosfera tal quale.
  I dispositivi destinati alla combustione ordinaria (caldaie e cogeneratori) e straordinaria (torcia) saranno conformi alle più recenti norme tecniche così da minimizzare le emissioni in atmosfera di prodotti inquinanti;

- i fanghi digeriti saranno infine sottoposti ad un trattamento di disidratazione meccanica per ridurne ulteriormente il contenuto di acqua e, conseguentemente, il peso ed il volume prima dell'invio allo smaltimento. Benché attuato da dispositivi specifici, per la disidratazione meccanica valgono le considerazioni esposte per l'ispessimento dinamico: la sezione impiegherà macchinari compatti, integralmente chiusi ed installati all'interno del medesimo edificio descritto in relazione all'ispessimento dinamico.

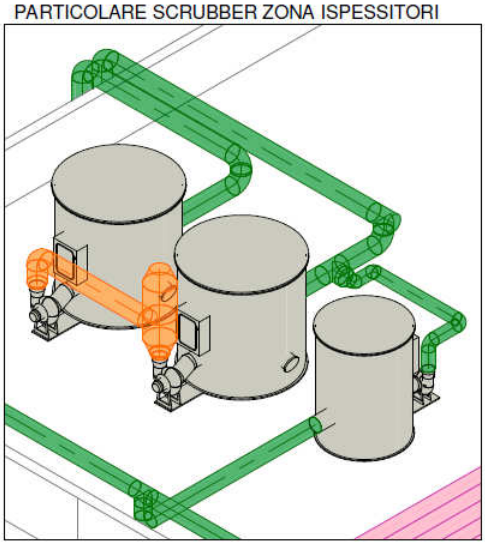


Grazie al confinamento così realizzato ed alla presenza di un impianto di deodorizzazione costituito da scrubber a secco, le emissioni sonore ed odorigene saranno fortemente abbattute.

PARTICOLARE SCRUBBER ZONA CENTRIFUGHE



PARTICOLARE SCRUBBER ZONA ISPESSITORI



Come l'ispessimento, anche la disidratazione genererà dreni che, inviati alla linea acque, vedranno il proprio carico contaminante drasticamente ridotto prima del rilascio nell'ambiente.

Sistemazione area

Le superfici comprese tra i diversi manufatti saranno pavimentate in conglomerato bituminoso che minimizzerà le emissioni di polveri associate al transito dei veicoli e consentirà l'agevole raccolta di sostanze chimiche o inquinanti (con collettamento, attraverso la fognatura interna dell'impianto, alla linea acque) accidentalmente sversate durante le operazioni gestionali.

Ulteriori misure di mitigazione

Ulteriori misure di mitigazione degli impatti ambientali sono di seguito riassunte:

- l'impostazione del profilo idraulico dell'impianto e della configurazione architettonica dei manufatti è volta alla minimizzazione dei volumi di scavo così da ridurre gli impatti sul territorio circostante legati allo smaltimento del materiale estratto ed alla liberazione di polveri durante le fasi di cantiere;

- i singoli comparti impiantistici sono articolati su più linee parallele in modo da assicurare la continuità di servizio, senza significative perdite di efficienza di trattamento, anche in occasione di interventi manutentivi che impongano il fermo di alcune macchine o l'esclusione di alcuni bacini. La medesima ridondanza è riscontrabile, come già rilevato, nel sistema di deodorizzazione;

- tutti i serbatoi destinati all'accumulo di reagenti chimici saranno muniti di vasca di contenimento di volume utile pari alla capacità dei serbatoi stessi;

- analogamente ai fabbisogni energetici, anche i fabbisogni idrici dell'impianto potranno essere in parte autosostenuti grazie al riuso dell'effluente depurato a fini tecnici;

- per limitare ulteriormente la dispersione di odori, i locali tecnici saranno provvisti di sistemi automatizzati di chiusura e di apertura dei portoni nonché di serramenti forniti di sistemi a molla che ne garantiscano la chiusura immediata al termine del passaggio degli operatori.

7.0 LA DESCRIZIONE DEL PROGETTO, CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE E DIMENSIONALI DELL'OPERA

L'intervento in progetto prevede la realizzazione del nuovo depuratore dell'Area Centrale della città di Genova (D.A.C.).

Il D.A.C. sarà composto da una linea acque e da una linea fanghi che dovranno ricevere rispettivamente i reflui del bacino di Valpolcevera ed i fanghi generati dai principali depuratori cittadini (Valpolcevera, Darsena, Punta Vagno e Sestri Ponente).

La linea acque sarà caratterizzata da una potenzialità nominale di trattamento pari a 250'000 A.E. il carico alimentabile alla linea fanghi è invece ascrivibile ad un bacino di utenza di 600'000 A.E..

La seguente tabella riassume i dati posti a base della progettazione della linea acque.

Parametro (ingresso all'impianto)	**U.d.m.**	**Valore**
Carico equivalente (su base BOD_5)	**A.E.**	**250'000**
Portata media	m^3/d	51'680
	m^3/h	2'153
Portata di punta nera	m^3/h	4'306
Portata massima in tempo di pioggia	m^3/h	10'767
Carico medio di COD influente	kg/d	30'000
Concentrazione media di COD influente	mg/l	580,5
Carico medio di BOD_5 influente	kg/d	15'000
Concentrazione media di BOD_5 influente	mg/l	290,2
Carico medio di SST	kg/d	20'000
Concentrazione media di SST influente	mg/l	387,0
Carico medio di N-NH_4 influente	kg/d	1'800
Concentrazione media di N-NH_4 influente	mg/l	34,8
Carico medio di N-NO_3 influente	kg/d	50,4
Concentrazione media di N-NO_3 influente	mg/l	1,0
Carico medio di TKN influente	kg/d	3'000
Concentrazione media di TKN influente	mg/l	58,0
Carico medio di P_{tot} influente	kg/d	500
Concentrazione media di P_{tot} influente	mg/l	9,7
Carico medio di cloruri influente	kg/d	18'088
Concentrazione media di cloruri influente	mg/l	350,0

Come già detto, a valle dei pretrattamenti sarà presente uno sfioro per la limitazione delle portate inviate al comparto biologico (non superiori al triplo della portata media di tempo secco) in corrispondenza di eventi meteorici gravosi.

A valle del suddetto sfioro si avrà anche la confluenza, nel flusso principale dei liquami in arrivo dalla fognatura, dei dreni prodotti dalla linea fanghi.

I carichi in ingresso al trattamento primario ed al successivo comparto biologico possono così quantificarsi:

Parametro (ingresso al trattamento primario)	U.d.m.	Valore
Flusso complessivo		
Portata media	m^3/d	56’064
	m^3/h	2'336
Portata di punta nera	m^3/h	4'488
Portata massima in tempo di pioggia	m^3/h	6'642
Carico medio di COD influente	kg/d	35'132
Concentrazione media di COD influente	mg/l	626,5
Carico medio di BOD_5 influente	kg/d	17'566
Concentrazione media di BOD_5 influente	mg/l	313,3
Carico medio di SST	kg/d	22'566
Concentrazione media di SST influente	mg/l	402,5
Carico medio di N-NH_4 influente	kg/d	2'342
Concentrazione media di N-NH_4 influente	mg/l	41,7
Carico medio di N-NO_3 influente	kg/d	50,4
Concentrazione media di N-NO_3 influente	mg/l	0,9
Carico medio di TKN influente	kg/d	3'733
Concentrazione media di TKN influente	mg/l	66,5
Carico medio di P_{tot} influente	kg/d	743
Concentrazione media di P_{tot} influente	mg/l	13,2
Carico medio di cloruri influente	kg/d	19'623
Concentrazione media di cloruri influente	mg/l	350,0

Per quel che concerne la linea fanghi, i carichi inquinanti considerati ai fini dei relativi calcoli di dimensionamento sono di seguito riassunti:

IMPIANTO	Carico		Concentrazione fango	Portata
	[kgSST/d]	[tSST/y]	[%]	[m^3/d]
Valpolcevera	18'000	6'570	1%	1'800
Punta Vagno	15'000	5'475	1%	1'500
Darsena	8'250	3'011	1%	825
Sestri Ponente	3'750 6.753	1'369	1%	375
TOTALE	**45'000**	**16'425**	**-**	**4'500**

L’impianto produrrà effluenti liquidi, solidi ed aeriformi. I primi sono rappresentati dai reflui e dai dreni in ingresso alla linea acque e da questa depurati in vista del recapito in acque superficiali o di un parziale riutilizzo della risorsa idrica.

In quest'ottica, lo scarico della linea acque dovrà in generale rispettare i limiti stabiliti nelle Tabelle 1 e 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs 152/06 (recapito in acque superficiali), di seguito sinteticamente riassunti:

Parametro	Concentrazione limite [mg/l]	Riduzione (%)	Tab. rif. (D. Lgs 152/06)
BOD_5	≤ 25	80	TAB 1
COD	≤ 125	75	TAB 1
SST	≤ 35	90	TAB 1
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	≤ 15	-	TAB 3
Azoto nitrico (N)	≤ 20	-	TAB 3
Fosforo totale	≤ 10	-	TAB 3

Per quel che riguarda l'aliquota di refluo da destinare ad un eventuale riutilizzo a fini tecnici od antincendio all'interno del D.A.C., per molte applicazioni (pretrattamento fanghi, disidratazione, etc.) sarà in generale sufficiente che essa risulti conforme ai limiti suddetti.

Come si vedrà meglio nel seguito, l'impianto è stato tuttavia progettato (in termini di volumetrie dei comparti, dotazioni elettromeccaniche e flessibilità operativa) affinché con opportune modalità gestionali, almeno un'aliquota o la totalità del refluo depurato (a seconda delle effettive condizioni di alimentazione) presenti una qualità conforme ai requisiti stabiliti dal D.M. 185/03[4].

Parametro	Concentrazione limite [mg/l]
BOD_5	≤ 20
COD	≤ 100
SST	≤ 10
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	≤ 2
Azoto nitrico (N)	-
Azoto totale (N)	≤ 15
Fosforo totale	≤ 2

* 80% dei campioni;
** valore puntuale massimo

Una più elevata qualità dell'effluente rispetto a quanto strettamente richiesto dalla disciplina per lo scarico in acque superficiali risulta comunque opportuna sia nell'ottica di una minimizzazione dell'impatto ambientale sia per assicurare condizioni ottimali di funzionamento per la particolare

[4] Fa eccezione il contenuto di cloruri, relativamente elevato nel refluo grezzo, su cui i trattamenti previsti in progetto non hanno effetto. Qualora in futuro se ne ravvisasse la necessità, si potrà comunque provvedere all'installazione di specifiche unità impiantistiche (per esempio, sistemi di nanofiltrazione) per abbattere i cloruri almeno su una frazione dell'effluente depurato.

tecnologia adottata per il trattamento secondario della linea acque (ossidazione biologica seguita da ultrafiltrazione a membrane[5]).

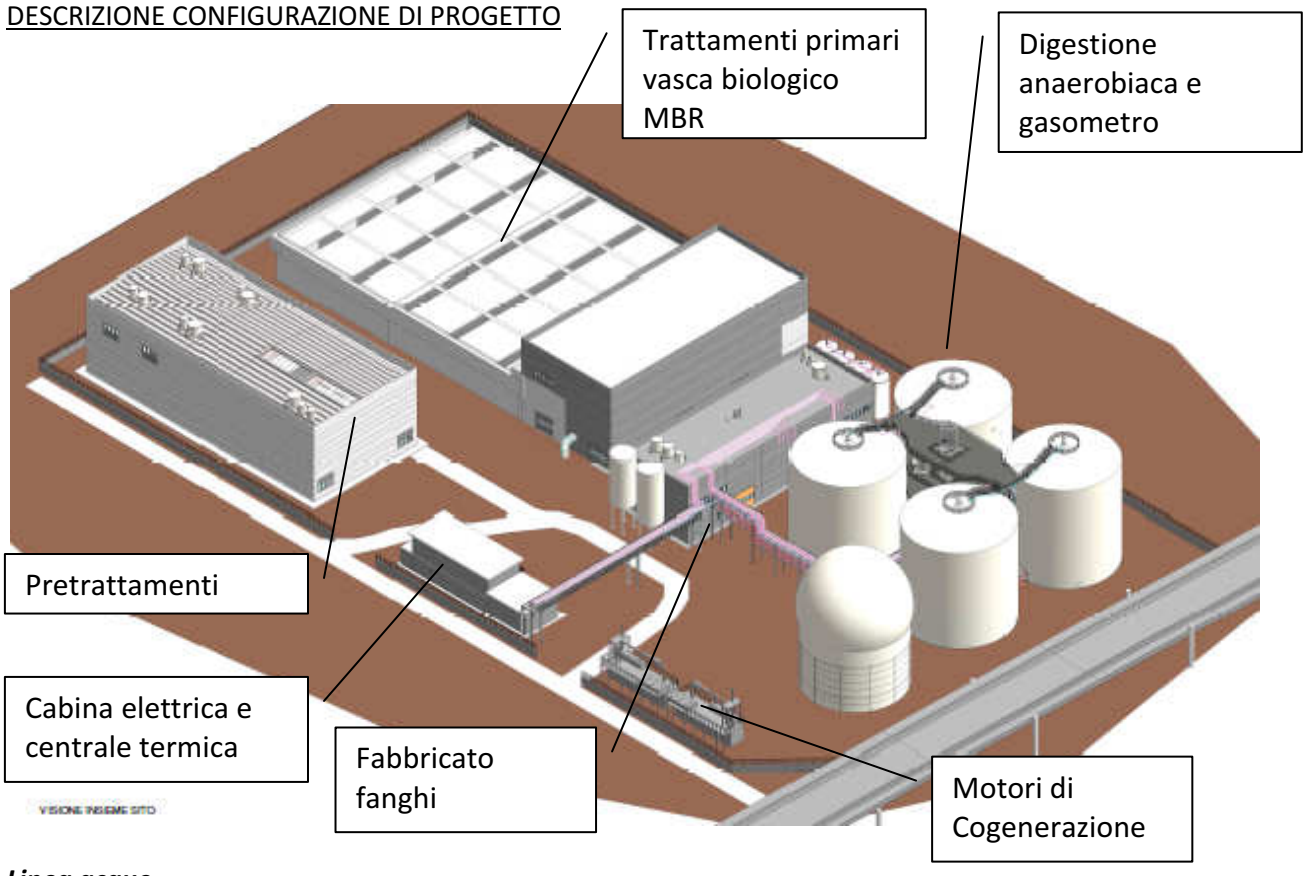
Per quel che concerne i fanghi stabilizzati e disidratati e gli altri materiali solidi (sabbie, grigliati, etc.), essi saranno smaltiti conformemente alla vigente disciplina relativa ai rifiuti.

Il trattamento dei fanghi dovrà inoltre consentire sia un elevato grado di stabilizzazione (con riduzione della putrescibilità) sia la massima valorizzazione degli stessi sotto il profilo energetico, incrementando la produzione di biogas che potrà essere utilmente sfruttato per la cogenerazione di energia elettrica e calore.

Le emissioni gassose sono invece rappresentate dall'aria esausta dei locali tecnici e dei serbatoi contenenti liquami e fanghi oltre che dai fumi dei sistemi di riscaldamento dei reattori e di cogenerazione.

La qualità dei suddetti effluenti è disciplinata in generale dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. che costituisce il principale riferimento per la presente progettazione, accanto alle normative regionali e locali ed agli strumenti di pianificazione territoriale ed ambientale specificatamente applicabili. Laddove per alcuni aspetti (emissioni odorigene in primis) non siano forniti valori limite per il contesto tecnologico ed ambientale in esame, si è fatto riferimento alle norme vigenti in altre Regioni.

DESCRIZIONE CONFIGURAZIONE DI PROGETTO



Linea acque

Arrivo dei liquami e pretrattamenti

[5] Un regolare ed efficiente esercizio delle membrane di ultrafiltrazione richiede che il trattamento biologico sia progettato per garantire, in ingresso alle membrane stesse, ridotte concentrazioni di BOD_5 e NH_4^+. Ciò si traduce nell'assicurare un minimo tempo di residenza cellulare alle biomasse impiegate nel processo depurativo e, quindi, nel disporre di un corrispondente volume di reazione.

I reflui della Val Polcevera (per una portata media complessiva di 2'153 m^3/h) saranno alimentati all'impianto D.A.C. attraverso un collettore in pressione. Detto collettore emergerà all'interno di un apposito edificio tecnico dove il refluo sarà ripartito alle diverse linee di pretrattamento.

Queste saranno costituite da tre griglie a nastro forato con luce filtrante 6 mm seguite da quattro dissabbiatori-disoleatori longitudinali aerati (realizzati in opera) che consentiranno, nel loro insieme, la rimozione dei corpi solidi grossolani nonché degli olii e dei grassi. Le sezioni di trattamento suddette saranno in grado di ricevere una portata massima di 10'767 m^3/h, corrispondente alla portata massima in tempo di pioggia (quintuplo della portata media di tempo asciutto).

Le griglie saranno corredate di un sistema di trasporto del grigliato (costituito da una canaletta metallica in cui verrà flussata un'aliquota dello stesso refluo grigliato) che convoglierà il materiale grossolano ad un compattatore (al fine di ridurre l'umidità ed il volume del rifiuto da smaltire).

Le sabbie raccolte sul fondo dei dissabbiatori saranno inviate ad un classificatore-lavatore per un'efficiente riduzione del contenuto di sostanze organiche. Gli olii e le altre sostanze flottanti raccolte sulla superficie dei dissabbiatori saranno pompate ad un serbatoio di accumulo da cui potranno essere avviate allo smaltimento.

A valle dei pretrattamenti, uno scolmatore consentirà il transito verso i successivi reparti delle portate non superiori al triplo della portata media di tempo asciutto (6.460 m^3/h) mentre le aliquote di refluo in eccesso saranno inviate direttamente alla vasca di alimentazione delle condotte di scarico. Superato il suddetto sfioro, i reflui in arrivo dalla fognatura saranno uniti ai dreni della linea fanghi e saranno convogliati al successivo trattamento primario.

Tra lo scarico della dissabbiatura-disoleatura ed il suddetto scolmatore sarà ricavato un collegamento provvisorio con una delle linee del comparto biologico (descritto nel seguito) che, nella prima fase di esercizio del depuratore (caratterizzata dall'afflusso di un minor carico inquinante), potrà essere utilizzata come accumulo di emergenza dei reflui o come vasca di equalizzazione.

L'edificio tecnico ospitante i pretrattamenti ed il trattamento primario sarà costituito da una struttura in calcestruzzo armato prefabbricato la quale accoglierà al proprio interno le vasche, i canali e le strutture di sostegno (realizzati in c.a. gettato in opera). Il manufatto si svilupperà su due livelli: quello superiore sarà collocato in prossimità della sommità dei bacini e delle canalizzazioni, consentendo così l'ispezione degli stessi, la regolazione delle apparecchiature e la manovra degli organi di intercettazione; quello inferiore ospiterà una serie di macchinari accessori (pompe, compressori, etc.) a servizio dei vari reparti.

I locali destinati ai diversi trattamenti saranno provvisti dei necessari sistemi di ventilazione forzata e di convogliamento dell'aria esausta al relativo sistema di deodorizzazione. Sempre al fine di evitare la diffusione di effluvi molesti e di agevolare la captazione degli stessi attraverso il suddetto apparato di deodorizzazione, tutte le vasche ed i canali saranno interamente chiusi mediante coperture fisse o rimuovibili.

Le macchine più rumorose (compressori) saranno poi provviste di cabine di insonorizzazione a tutela della salute degli addetti.

Per quanto riguarda i rifiuti prodotti dal comparto pretrattamenti (grigliato e sabbie), l'edificio ospiterà all'interno di locali compartimentati e deodorizzati i relativi cassoni di accumulo che, attraverso idonee aperture verso l'esterno, potranno essere agevolmente allontanati tramite

autocarri. I dreni prodotti dalla compattazione del grigliato e dal lavaggio delle sabbie saranno convogliati ad un apposito pozzetto da cui, uniti alle acque di drenaggio generate dalla linea fanghi, saranno avviati nuovamente alla linea acque.

Trattamento primario

Il trattamento primario, ospitato all'interno dell'edificio tecnico descritto al punto precedente, sarà costituito da una batteria di filtri rotativi a tela (RBF) dimensionati per trattare una portata massima di 6.642 m^3/h (somma della portata in tempo di pioggia ammessa all'ossidazione biologica e della portata di dreni della linea fanghi).

Il fango in esame sarà sottoposto a grigliatura al fine di trattenere gli eventuali corpi solidi grossolani o non degradabili (plastica, fibre, capelli, etc.) che possono provocare l'usura ed il malfunzionamento dei dispositivi meccanici (tra cui, in particolare, i sistemi di agitazione dei digestori) e che possono depositarsi nei reattori e nelle tubazioni.

Allo scopo, sulla mandata dei fanghi alla vasca di accumulo, sarà inserita una griglia sotto pressione costituita da un dispositivo tubolare con installazione in linea e funzionamento continuo.

Al fine di rendere più agevole un eventuale riutilizzo dei fanghi primari, come si vedrà meglio nel capitolo relativo alla linea fanghi, questi ultimi potranno essere alimentati ad un digestore dedicato. In caso contrario, essi verranno miscelati con gli altri fanghi generati dalla linea acque o in arrivo dagli altri depuratori genovesi.

Trattamento biologico MBR

I reflui sottoposti a trattamento primario saranno quindi inviati al comparto biologico, anch'esso dimensionato per ricevere una portata massima in tempo di pioggia di 6.642 m^3/h.

Tale comparto sarà strutturato come un normale reparto di ossidazione a fanghi attivi (operante la rimozione del substrato carbonioso e dell'azoto) con la differenza sostanziale che la separazione della biomassa sospesa dall'effluente finale sarà attuata, anziché mediante i tradizionali sedimentatori, attraverso la filtrazione della miscela aerata su apposite membrane a fibra cava in PVDF.

Il comparto biologico sarà costituito da una sezione di ossidazione a fanghi attivi di volumetria complessiva pari a 13'950 m^3, seguita da una sezione di ultrafiltrazione su membrane che opererà la separazione della biomassa dall'effluente trattato. Il comparto ossidativo sarà organizzato su cinque linee parallele, alimentate da un ripartitore di portata in cui giungeranno le condotte di scarico dei filtri primari.

Per quanto riguarda lo specifico schema di processo, il reparto sarà predisposto per essere alternativamente gestito secondo il tradizionale processo MLE (Modified Ludzack Ettinger) o con una logica di aerazione intermittente applicata all'intero volume di reazione.

Nella prima modalità operativa, ciascuna linea di trattamento riceverà i reflui in un primo bacino mantenuto in condizioni anossiche dove avverrà la denitrificazione (ovvero la trasformazione dei nitrati in azoto molecolare); i liquami passeranno quindi ad una seconda zona aerobica dove sarà attuata la nitrificazione (ossidazione dell'azoto ammoniacale a nitrato).

I nitrati generati nel secondo stadio saranno alimentati al primo attraverso il ricircolo proveniente dalla sezione di ultrafiltrazione (di cui si tratterà nel seguito). Nel compartimento aerobico la miscelazione dei fanghi sarà assicurata dalla turbolenza associata all'aerazione; in quello anossico, saranno attivi appositi miscelatori sommersi.

Nella seconda modalità operativa, disponendo di sistemi di aerazione e miscelazione installati in entrambi i sottobacini di ciascuna linea del comparto, sarà possibile alternare, nelle medesime vasche, condizioni aerobiche ed anossiche con ciclico sviluppo dei processi di nitrificazione e denitrificazione. In tal caso, il ricircolo interno dall'ultrafiltrazione, sempre presente, avrà la sola funzione di mantenere la concentrazione di biomassa nei reattori ai valori prestabiliti.

In entrambe le configurazioni di esercizio, saranno inoltre degradati, senza significative differenze, gli altri principali contaminanti (COD, BOD_5, P in primis).

In ogni caso, i due processi sopra descritti permetteranno di garantire una qualità dell'effluente conforme agli obiettivi di qualità per lo scarico in acque superficiali.

Il processo MLE, più stabile nel tempo, consente peraltro di raggiungere, nelle condizioni di alimentazione ipotizzate in progetto, una qualità dell'effluente finale potenzialmente conforme al D.M. 185/03[6].

Occorre infine sottolineare che, ai fini del recupero di una frazione dello scarico, un ulteriore margine di sicurezza funzionale sarà garantito dalla possibilità di ripartire la portata in ingresso al comparto biologico in modo asimmetrico sulle diverse linee che lo compongono: si potrà quindi alimentare una linea con una portata ridotta, incrementandone le rese depurative, e ripartire il restante volume di refluo sulle altre linee (fermo restando il rispetto di una qualità dello scarico in acque superficiali conforme ai limiti di legge).

La miscela aerata contenuta nei bacini di ossidazione sarà convogliata, per mezzo di apposite pompe, alla sezione di ultrafiltrazione.

Quest'ultima sarà organizzata su dieci linee parallele attrezzate con membrane supportate del tipo a fibra cava in PVDF.

Coerentemente con la logica di funzionamento precedentemente descritta per i reparti di ossidazione, la miscela aerata potrà essere distribuita uniformemente su tutte le linee oppure un treno di filtrazione potrà essere separato dagli altri e dedicato alla linea del comparto biologico eventualmente destinata alla produzione di un effluente di più elevata qualità.

Una quota del refluo pari alla portata in ingresso al comparto biologico sarà filtrata attraverso le membrane (il cosiddetto permeato) così da separarne le sostanze di dimensioni superiori a quelle dei pori delle membrane stesse.

Tali sostanze (compresi i fanghi biologici) saranno invece trattenute nelle vasche di alloggiamento, determinando un aumento della concentrazione dei solidi sospesi. L'estrazione del permeato potrà essere attuata per mezzo di eiettori pneumatici che consentiranno l'innesco del sifone costituito dalle tubazioni di scarico e la successiva instaurazione di un flusso a gravità che sfrutterà il salto tra la superficie dell'acqua nelle vasche delle membrane ed il bacino di alimentazione delle condotte di scarico (si vedano per maggiori dettagli i successivi paragrafi).

[6] Come già rilevato, i trattamenti previsti non incidono sulla concentrazione di cloruri che risulterà, nell'effluente, sostanzialmente pari a quella del refluo in ingresso (circa 350 mg/l) e quindi superiore al valore limite di 250 mg/l indicato dal D.M. 185/03.

Saranno anche disponibili pompe volumetriche reversibili che si attiveranno qualora il suddetto salto di quota non risulti sufficiente e che saranno anche utilizzate per il controlavaggio delle membrane.

La portata non estratta attraverso le membrane costituirà il ricircolo della miscela aerata verso le vasche di ossidazione, necessario a mantenere all'interno di queste ultime la voluta concentrazione di fanghi (concentrazione che verrà regolata, oltre che con il citato ricircolo, anche per mezzo dello spurgo dei fanghi di supero). Il flusso in esame sarà sfiorato, alla sommità dei bacini di alloggiamento delle membrane, all'interno di un canale ripartitore da cui si dipartiranno le tubazioni di adduzione del ricircolo all'estremità di monte dei reattori ossidativi.

Il comparto MBR sarà completato con i necessari apparati di aerazione e miscelazione dei reattori biologici, rispettivamente costituiti da reti di diffusori a bolle fini installate sul fondo dei bacini (alimentate da appositi compressori) e da elettromiscelatori sommersi: la possibilità di attuare il processo ad aerazione intermittente nell'intero volume di reazione impone inoltre che tali dotazioni siano presenti indifferentemente nei compartimenti che, nello schema MLE, sono rispettivamente dedicati alla denitrificazione ed alla nitrificazione.

La pulizia delle membrane sarà operata tramite insufflazione di aria alla base delle stesse (air-scouring) o con il controlavaggio, addizionato periodicamente con acido citrico o con ipoclorito di sodio. Allo scopo, saranno quindi installati specifici compressori d'aerazione e sistemi di stoccaggio e dosaggio dei suddetti reagenti chimici (come già detto, il controlavaggio sarà attuato mediante le pompe volumetriche reversibili utilizzabili anche per l'estrazione del permeato).

L'effluente depurato sarà in parte inviato direttamente allo scarico, in parte potrà essere accumulato all'interno di bacini di stoccaggio (saranno disponibili bacini separati per l'effluente trattato ai fini dell'eventuale riuso - compresa l'alimentazione della rete antincendio - e per quello conforme ai limiti per lo scarico in acque superficiali). Tali bacini di accumulo dell'effluente depurato forniranno anche l'acqua necessaria per le operazioni di controlavaggio.

Le membrane di ultrafiltrazione, così come le apparecchiature di processo (compressori, pompe, etc.) non immerse nei reattori ossidativi, saranno alloggiate all'interno di un apposito edificio tecnico.

Tale edificio apparterrà alla medesima tipologia costruttiva di quello dedicato ai pretrattamenti e sarà costituito da una struttura in calcestruzzo armato prefabbricato al cui interno saranno realizzate, con calcestruzzo armato gettato in opera, le diverse vasche ed i relativi elementi di sostegno.

L'edificio sarà articolato su due livelli principali: uno inferiore che accoglierà le pompe di ricircolo della miscela aerata, di controlavaggio e di estrazione dei fanghi di supero; uno superiore dove saranno collocati i compressori di aerazione del comparto biologico e di pulizia delle membrane e da cui si accederà alle passerelle di ispezione di queste ultime. Due distinti carroponti permetteranno la movimentazione dei compressori e delle cassette di membrane.

<u>Rimozione del fosforo</u>

Per quel che concerne il fosforo, le concentrazioni di tale contaminante nel refluo grezzo sono prossime al limite allo scarico previsto dalla Tab. 3 dell'Allegato V alla Parte III del D.Lgs. 152/06.

Nell'ipotesi di scarico in acque superficiali, la rimozione del fosforo associata alla sola sintesi cellulare permette di raggiungere concentrazioni nell'effluente inferiori al suddetto limite senza necessità di ulteriori trattamenti.

Per migliorare le caratteristiche dello scarico ai fini di un ipotetico riutilizzo della risorsa idrica o per far fronte ad incrementi del carico di fosforo legati in particolare alla qualità delle acque di drenaggio della linea fanghi (attualmente non conoscibile), il comparto biologico sarà comunque attrezzato per il dosaggio di agenti chimici defosfatanti (tipicamente sali metallici, per esempio policloruro di alluminio) in coprecipitazione.

Detto sistema di dosaggio sarà costituito da un serbatoio di stoccaggio del reagente e da apposite pompe dosatrici.

Scarico

In tempo secco (per portate inferiori a 2 Qm), i reflui depurati, in virtù delle elevate prestazioni depurative dell'impianto, potranno essere indifferentemente avviati allo scarico direttamente al Torrente Polcevera o in mare (attraverso l'esistente condotta sottomarina).

Allo scopo sarà prevista l'interconnessione tra la vasca di alimentazione della condotta sottomarina e lo scarico nel Polcevera, nell'ottica di una più ampia flessibilità gestionale.

In tempo di pioggia, al crescere delle portate, i liquami in uscita dalla sezione di ultrafiltrazione (di migliore qualità) saranno preferenzialmente inviati allo scarico nel Polcevera; quelli scolmati dallo sfioro a monte del trattamento primario in tempo di pioggia (per una portata massima di 2 Qm, ovvero 4'307 m^3/h) saranno invece normalmente smaltiti attraverso la condotta di scarico sottomarina. In tempo secco, lo scarico dei liquami trattati (nel Polcevera o in mare) potrà avvenire a gravità.

Per quanto riguarda lo scarico in mare, al crescere della portata, aumenterà il livello idrico nel bacino di accumulo fino ad un valore massimo in corrispondenza del quale saranno attivate apposite pompe di rilancio in grado di erogare anche le massime portate in tempo di pioggia (assunte, come già detto, pari a 2 Qm).

Linea fanghi

Arrivo dei fanghi e condizionamento chimico degli stessi

I fanghi degli altri depuratori cittadini (trasportati dai fangodotti) e quelli generati dallo stesso D.A.C. saranno inviati a quattro linee di condizionamento chimico, aventi la funzione di omogeneizzare la portata e di permettere il dosaggio di reagenti chimici volti ad ottimizzare il successivo processo di digestione.

I fanghi in ingresso potranno infatti presentare caratteristiche chimico-fisiche variabili nel tempo ed in funzione degli impianti di provenienza. Inoltre, una correzione del pH mediante idrossido di sodio si rende necessaria per il prevedibile instaurarsi di processi di fermentazione dei fanghi (con conseguente acidificazione degli stessi) nelle tubazioni di adduzione all'impianto.

Assieme alla soda, si potrà dosare cloruro ferrico che, oltre a stabilizzare il fango ed a facilitare la successiva fase di ispessimento, favorisce l'abbattimento dell'idrogeno solforato nei digestori: il ferro causa infatti la precipitazione dello zolfo e previene la produzione dell'acido solfidrico.

Come già detto, il comparto sarà strutturato su quattro linee di miscelazione e contatto: ciascuna linea sarà costituita da una vasca avente un volume unitario pari a circa 27 m^3 e sarà provvista di sistemi di miscelazione e strumenti di controllo del pH e della concentrazione di SST.

I reagenti chimici saranno stoccati all'interno di serbatoi cilindrici ad asse verticale, dotati di vasca di contenimento integrata nella struttura dei serbatoi stessi e corredati delle necessarie pompe dosatrici.

Ispessimento dinamico e accumulo

Per incrementare la concentrazione del fango in ingresso alla digestione anaerobica, sarà realizzato un comparto di ispessimento dinamico: allo scopo saranno installati quattro dispositivi elettromeccanici operanti in parallelo, ognuno alimentato con il fango condizionato chimicamente.

I macchinari in esame saranno installati all'interno di un edificio tecnico dedicato alla linea fanghi e, in particolare, all'ispessimento ed alla disidratazione. Nello specifico, il manufatto presenterà due piani: gli ispessitori saranno collocati al piano superiore e potranno così scaricare il fango trattato direttamente all'interno di apposite vasche di accumulo ricavate al piano inferiore. Di qui i fanghi saranno avviati alla digestione anaerobica (descritta ai paragrafi successivi).

Analizzando nel dettaglio la sezione in esame, prima dell'ingresso negli ispessitori, il fango transiterà all'interno di un serbatoio di miscelazione in cui avrà luogo il contatto con una soluzione di polielettrolita al fine di migliorare la successiva separazione della fase liquida da quella solida, aumentando il contenuto di sostanza secca ottenibile con il trattamento.

La preparazione del polielettrolita sarà attuata da un'apposita stazione di miscelazione. Il polipreparatore opererà in automatico la dissoluzione del polielettrolita in emulsione.

Come già precisato in precedenza, i fanghi primari prodotti dai filtri RBF della linea acque, essendo caratterizzati da una concentrazione di sostanza secca dell'ordine del 5%, potranno essere convogliati direttamente alla digestione anaerobica, senza essere normalmente sottoposti all'ispessimento dinamico. Sarà comunque assicurata la possibilità di trattare anche detti fanghi primari nella sezione di pre-ispessimento dinamico appena descritta.

Giova a questo punto porre in risalto un accorgimento progettuale comune a tutti i reparti della linea fanghi (dall'ispessimento dinamico fino alla disidratazione).

Al fine di consentire una separazione dei fanghi primari del D.A.C. dagli altri fanghi (fanghi misti in arrivo dai depuratori cittadini e fanghi di supero biologici dell'impianto in progetto), ogni sezione di trattamento sarà organizzata su più linee delle quali una risulterà sezionabile dalle altre così da poter ricevere unicamente gli stessi fanghi primari.

Se ritenuto opportuno in fase di gestione ordinaria dell'impianto, saranno così disponibili due filiere di processo distinte rispettivamente dedicate ai fanghi primari ed ai fanghi misti. In alternativa, si potranno miscelare tutti i flussi di fanghi sopra citati procedendo ad una ripartizione uniforme della portata complessiva sulle diverse linee di trattamento.

Analogamente ai manufatti previsti per la linea acque, anche l'edificio tecnico della linea fanghi sarà costituito da una struttura in calcestruzzo armato prefabbricato. Le vasche interne di accumulo dei fanghi saranno invece realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

L'edificio, oltre ai comparti di pretrattamento e disidratazione, ospiterà anche i servizi igienici e gli uffici del personale addetto alla gestione.

Carroponti posizionati in corrispondenza degli ispessitori e delle centrifughe consentiranno l'agevole movimentazione dei macchinari.

I locali destinati ai diversi trattamenti saranno provvisti dei necessari sistemi di ventilazione forzata e di convogliamento dell'aria esausta al relativo sistema di deodorizzazione. Sempre al fine di evitare la diffusione di odori e di agevolare la captazione degli stessi attraverso il suddetto apparato di deodorizzazione, le vasche di accumulo dei fanghi così come gli ispessitori e le centrifughe saranno interamente chiuse attraverso coperture fisse o rimuovibili.

I dreni prodotti dalla linea fanghi saranno convogliati ad un apposito pozzetto da cui, uniti agli altri dreni dell'impianto, saranno avviati alla linea acque.

Digestione anaerobica

Considerata la potenzialità dell'impianto D.A.C., la digestione anaerobica rappresenta la soluzione più affidabile ed economicamente sostenibile per la stabilizzazione dei fanghi.

La degradazione anaerobica della sostanza organica, oltre ad assicurare la stabilità biologica del fango in uscita, consente infatti un rilevante recupero energetico: il biogas prodotto nel processo permetterà la generazione di energia e calore in quantità sufficienti a soddisfare parte dei fabbisogni energetici del depuratore.

Nel dettaglio, saranno pertanto realizzati quattro digestori anaerobici monostadio, operanti in parallelo, ciascuno caratterizzato da un volume utile di 5'000 m^3 (per un totale di 20'000 m^3 di volume di reazione).

I digestori saranno attrezzati con un sistema di ricircolo interno e con agitatori di tipo verticale a due pale e saranno riscaldati attraverso scambiatori di calore installati direttamente all'interno dei reattori.

Per quel che concerne i materiali da costruzione, i digestori saranno costituiti da una platea in calcestruzzo armato e da una struttura in elevazione realizzata in pannelli di acciaio vetrificato.

In prossimità dei digestori saranno collocate le apparecchiature destinate al trattamento del biogas prodotto ed un gasometro a membrana di capacità pari a 2'500 m^3.

La cupola gasometrica sarà installata al di sopra di un serbatoio in acciaio vetrificato che sarà destinato all'accumulo dei fanghi digeriti prima dell'invio alla disidratazione.

Apparati per la produzione di energia elettrica e calore

La valorizzazione energetica del biogas prodotto dal processo di digestione sarà resa possibile mediante l'installazione di un apparato di cogenerazione per la produzione combinata di energia elettrica e calore (motore CHP).

La prima sopperirà a parte dei fabbisogni interni dell'impianto mentre il secondo sarà utilizzato per mantenere un'adeguata temperatura di processo nei reattori anaerobici (35-38 °C), attraverso il circuito di scambio termico sopra citato.

Il suddetto sistema di cogenerazione sarà costituito da due moduli in allestimento package outdoor, comprensivi di sistema per il recupero di calore e la produzione di acqua calda e vapore.

Per far fronte ad un eventuale fuori servizio del motore CHP o per riscaldare l'acqua di processo in fase di avviamento, è prevista l'installazione di una caldaia in acciaio per la combustione pressurizzata ad inversione di fiamma, con funzionamento "dual-fuel" a biogas-metano ed accoppiamento con bruciatore ad alimentazione alternata biogas-metano.

La caldaia sarà alloggiata all'interno di un apposito locale tecnico realizzato con struttura in calcestruzzo armato e tamponamenti in pannelli prefabbricati.

Torcia per la combustione di emergenza del biogas

Qualora il biogas generato dalla stabilizzazione anaerobica non possa essere inviato ai sistemi di produzione di energia (nell'eventualità di fermi o manutenzioni degli stessi), esso sarà convogliato al gasometro e quindi alla torcia di combustione.

Quest'ultima sarà conforme alle più recenti norme tecniche e garantirà una combustione completa ed efficiente del gas, evitando la liberazione in atmosfera di composti pericolosi per l'ambiente o la salute umana. In ogni caso, il carattere eccezionale dell'attivazione della torcia ne rende assolutamente trascurabile l'impatto sulla qualità dell'aria.

Disidratazione meccanica

I fanghi stabilizzati in uscita dai digestori saranno accumulati nel serbatoio posizionato sotto al gasometro; di qui saranno convogliati, mediante apposite pompe monovite, al comparto di disidratazione meccanica.

La disidratazione sarà operata da quattro centrifughe a tamburo rotante, completamente indipendenti, in grado di trattare una portata massima complessiva pari a circa 4'800 kgSS/h, garantendo una concentrazione di secco nel fango non inferiore al 24%.

Ogni linea di disidratazione sarà equipaggiata con un misuratore di portata in ingresso che consentirà il monitoraggio della quantità di fango trattato.

Per migliorare le caratteristiche di disidratabilità ed aumentare il grado di secco ottenibile, il fango in ingresso alle centrifughe sarà additivato con una soluzione polielettrolitica.

A tale scopo, saranno installati due polipreparatori corredati di quattro pompe di dosaggio a servizio dell'intero comparto (una pompa per ogni centrifuga). I polipreparatori in progetto opereranno automaticamente la dissoluzione di polielettrolita in emulsione.

Il sistema di disidratazione in progetto sarà ubicato all'interno dell'edificio tecnico che ospiterà anche il preispessimento dei fanghi (si veda per maggiori dettagli lo specifico paragrafo della presente relazione). Le centrifughe saranno installate al piano rialzato, per consentire lo scarico del fango disidratato direttamente all'interno delle tramogge delle pompe di carico dei silos di accumulo.

Stoccaggio fanghi

Per garantire un'elevata flessibilità operativa ed agevolare lo smaltimento del fango disidratato, quest'ultimo sarà temporaneamente accumulato all'interno di due silos in carpenteria metallica posti all'esterno dell'edificio tecnico della linea fanghi.

Il sistema di caricamento dei silos sarà costituito da idonee pompe monovite (una per centrifuga). I collettori di alimentazione dei silos saranno dotati di valvole motorizzate che permetteranno il caricamento di un serbatoio alla volta.

Appositi sensori informeranno il sistema di controllo dell'effettivo volume di stoccaggio residuo, in considerazione del quale lo stesso sistema di controllo stabilirà dove inviare il fango disidratato.

Durante lo scarico del fango sui camion per l'invio allo smaltimento finale, un sistema a telaio slittante posto sul fondo dei silos convoglierà il fango verso la bocca di ingresso delle coclee di trasporto garantendo un flusso costante ed omogeneo.

Sistema di trattamento delle emissioni odorigene

In base alle prescrizioni ed alle indicazioni normative disponibili, la progettazione dei nuovi manufatti in esame è stata informata ai seguenti principi:

- assenza di sorgenti diffuse: tutti i locali tecnici, i serbatoi ed i macchinari destinati a ricevere o trattare fanghi o reflui saranno coperti e chiusi. L'aria all'interno dei suddetti locali tecnici sarà ricambiata frequentemente a tutela della salute e del comfort degli operatori. I volumi liberi alla sommità di vasche e serbatoi saranno invece mantenuti in depressione con aspirazione dell'aria presente. Le emissioni così generate saranno convogliate ad appositi sistemi di trattamento;

- trattamento delle emissioni convogliate: i flussi di aria esausta o maleodorante saranno convogliati ad una stazione di trattamento che garantirà emissioni odorigene in atmosfera inferiori a 300 ou_E/m^3.

I suddetti criteri progettuali si concretizzeranno nell'installazione di un sistema di aspirazione dell'aria esausta e di un sistema di deodorizzazione costituito da scrubber a secco.

Detti dispositivi saranno costituiti da serbatoi cilindrici riempiti con un mezzo filtrante attraverso il quale viene fatta fluire l'aria da trattare. Il mezzo filtrante sarà costituito da strati di diversa composizione:

- componente A: carbone attivo minerale (attivato termicamente ed estruso) con funzione adsorbente;

- componente B: sferoidi porosi formati da allumina ed altri leganti impregnati con permanganato di potassio al fine di ottenere un'azione combinata di adsorbimento, assorbimento ed ossidazione chimica;

- componente C: carbone attivo minerale (attivato termicamente ed estruso) con funzione adsorbente.

Il suddetto mezzo filtrante è idoneo all'abbattimento di mercaptani, idrocarburi, acido solfidrico, ossidi di zolfo e altri composti organici.

Impianto elettrico e sistemi di automazione

A servizio del nuovo depuratore in progetto sarà realizzato un apposito impianto elettrico costituito dai seguenti elementi:

- una cabina elettrica per la trasformazione dell'alimentazione da media a bassa tensione;
- un power center per l'alimentazione del complesso delle utenze;
- quadri di potenza e automazione a servizio degli edifici tecnici della linea acque e della linea fanghi;
- un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze privilegiate;
- impianti di rifasamento locale per i diversi manufatti;
- impianti di distribuzione, illuminazione, prese, F.M. e messa a terra per i nuovi edifici.

L'impianto sarà inoltre dotato di sistemi di controllo ed automazione tali da assicurare non solo l'ottimale funzionamento dei macchinari ma anche la regolazione del regime operativo di questi ultimi in modo coerente con le necessità gestionali del depuratore nel suo complesso.

Sistemazione dell'area

Nelle aree comprese tra i diversi manufatti saranno realizzati piazzali dotati di pavimentazioni bituminose. Essi saranno inoltre provvisti di sistemi di raccolta delle acque meteoriche o di lavaggio delle superfici che permetteranno di convogliare le stesse in testa alla linea acque.

In generale, la sistemazione dell'area impiantistica manterrà le stesse caratteristiche del contesto industriale circostante.

DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROGETTO E DELLE ESIGENZE DI UTILIZZAZIONE DEL SUOLO DURANTE LA COSTRUZIONE

La superficie complessiva dell'intera area impiantistica è di circa 15.000 m^2 e le nuove opere in progetto saranno ubicate in un'area a precedente destinazione industriale, quindi già sottoposta ad interventi antropici ed alterata nei suoi caratteri rispetto allo stato naturale.

Le opere in progetto interferiscono con la componente suolo in termini di occupazione di suolo, limitate modifiche al sottosuolo e produzione di rifiuti da smaltire, con impatti diversi nella fase di costruzione e nella successiva fase di esercizio.

Nel dettaglio, la realizzazione dei manufatti comporta l'escavazione di un volume di circa 22.800 m^3, che considerato la composizione chimico fisica del terreno non si prevede il riutilizzo nell'area dell'impianto, tutti i volumi derivanti dagli scavi saranno conferiti in discarica.

Le dimensioni dei comparti di trattamento sono il risultato di calcoli di dimensionamento: esse sono state tuttavia ottimizzate per garantire le volute prestazioni depurative con minimi ingombri planimetrici.

Durante la fase di costruzione si procederà a modeste occupazioni temporanee di suolo (al di fuori dell'area impianto definitiva) che cesseranno al termine delle lavorazioni e che saranno accompagnate dal completo ripristino dell'originario stato dei luoghi.

In ogni caso, considerate le modeste profondità degli scavi, gli interventi in progetto non comporteranno negative modifiche delle condizioni idrogeologiche e morfologiche del sottosuolo.

8.0 LA VALUTAZIONE DEL TIPO E DELLA QUANTITÀ DEI RESIDUI E DELLE EMISSIONI PREVISTE RISULTANTI DALLA REALIZZAZIONE

Durante la fase di realizzazione delle opere, si potranno generare diversi fattori di impatto ambientale. Tutti questi effetti saranno di portata limitata e si esauriranno con la fine dei lavori senza determinare effetti prolungati ed irreversibili.

Di seguito si riportano brevemente i principali fattori impattanti e le misure di mitigazione adottate.

Movimenti di terra, nuove costruzioni e uso di strade

La realizzazione di movimenti di terra e degli scavi nell'area di cantiere possono determinare un incremento della rumorosità diurna e la generazione di vibrazioni del terreno e di polveri, che tuttavia interessano una porzione di territorio ristretta.

L'attività di cantiere necessita inoltre di movimentazione di persone e cose (materiali di costruzione) con conseguente utilizzo del sistema viario locale.

Il trasporto del terreno e delle eventuali macerie prodotte, nonché il rifornimento di materie prime necessarie alla realizzazione degli interventi, comportano la liberazione di polveri nell'ambiente circostante in quanto i mezzi, transitando sulle aree di cantiere, sollevano dette polveri ivi depositate, favorendone la dispersione in atmosfera.

Il flusso di mezzi, in fase di cantiere, interesserà anche le strade limitrofe e di accesso all'impianto, causando altresì un modesto incremento del traffico locale.

Per quantificare le emissioni prodotte dai mezzi di trasporto e dai mezzi impiegati direttamente durante le fasi di escavazione e costruzione, si è proceduto alla stima dei viaggi dei veicoli in relazione ai volumi di materiale movimentato in cantiere.

OPERAZIONE	VOLUME TASPORTATO	VOLUME CASSONE	NUMERO VIAGGI	DURATA FASE	VIAGGI AL MESE	VIAGGI AL GIORNO
	m^3	m^3	n°	mesi	n°	n°
Scavi	22.800	12	1.900	4	475	19
Nuove costruzioni - cls	13.720	10	1.703	21	65	2
					TOTALE	**21**

L'incremento temporaneo di traffico registrato durante la fase di cantiere è quindi ascrivibile al transito di circa 19 mezzi pesanti al giorno, nei primi mesi delle lavorazioni, per poi passare a circa 2 camion al giorno nei successivi mesi di lavorazione, cui deve sommarsi il transito dei veicoli ad uso del personale, valutato in 10 veicoli al giorno.

Un impatto minore in termini quantitativi e qualitativi è dovuto alle emissioni di inquinanti in atmosfera associate ai motori dei mezzi di cantiere. Al riguardo, tipici contaminanti prodotti dai suddetti motori sono:

- ossidi di azoto;
- ossidi di zolfo;
- ossidi di carbonio.

Nella seguente tabella si riassumono le sostanze emesse dai principali mezzi utilizzati nei cantieri.

ATTIVITA' MACCHINE	TIPO DI SORGENTE	INDICATORI E FATTORI DI EMISSIONE				
		PTS	PM_{10}	PM*	NO_X	CO
Betonaggio	Puntuale/Areale	**X**	**X**	**-**	**-**	**-**
Trattamento inerti	Puntuale/Areale	**X**	**X**	**-**	**-**	**-**
Autocarro carrelli Elevatori	Puntuale/Lineare			**X**	**X**	**X**
Escavatori Pala caricatrice	Puntuale			**X**	**X**	**X**
Gru	Puntuale			**X**	**X**	**X**
Gruppi Elettrogeni	Puntuale			**X**	**X**	**X**
Stoccaggio inerti	Puntuale/Areale				**-**	**-**

Con PM* si intende il solo particolato emesso dai motori a combustione.

Si rileva comunque che le emissioni rimangono confinate entro poche centinaia di metri dalla sorgente di emissione e sono limitate nel tempo. È quindi ragionevole affermare che l'impatto generato sulla popolazione circostante sia sicuramente accettabile in quanto non determina significative alterazioni della locale qualità dell'aria rispetto allo stato attuale (considerato il contesto urbano limitrofo).

L'aumento del traffico (riferibile soprattutto a mezzi pesanti) provocherà infine un modesto incremento della rumorosità lungo gli assi viari interessati.

Ai fini dell'attenuazione degli impatti ambientali sopra descritti, si prevede l'adozione delle seguenti misure di contenimento:

- nelle aree di cantiere non asfaltate, ove si possano originare polveri, si interverrà innaffiando frequentemente l'area mediante autobotti dotate di sistema di diffusione a spruzzo;
- si limiterà la velocità di spostamento dei mezzi di cantiere, riducendo i passaggi nelle ore della giornata in cui la velocità del vento risulta maggiore;
- si procederà al lavaggio degli pneumatici dei mezzi in uscita dal cantiere;
- si provvederà alla copertura dei cassoni dei camion in uscita dal cantiere;
- si impiegheranno spazzatrici e sistemi di pulizia delle strade di accesso al cantiere;
- se del caso, si utilizzeranno, localmente ed in corrispondenza di particolari lavorazioni, pannelli schermanti e reti antipolvere lungo il confine del cantiere.

Drenaggio

I manufatti da realizzare non prevedono elevata profondità di scavo e di interferenza con la falda eccezion fatta per la realizzazione dei pali di fondazione.

Per questi ultimi dovranno essere adottate tecniche di scavo mediante trivellazione con rivestimento provvisorio sostituendo l'uso della bentonite o in alternativa prevedere tecniche per il controllo e lo smaltimento del materiale di risulta.

Durante la realizzazione dei manufatti sarà costruita una trincea drenante perimetrale alla quota del canale di drenaggio. In particolare si prevede:

- la predisposizione di reti di canalizzazione e raccolta delle acque residue dai processi di cantiere affinché vengano destinate ai corretti smaltimenti;
- i reflui di lavorazione, principalmente riconducibili alle fasi di getto del cls e di bagnatura di murature e fondazioni, saranno raccolti in vasche di stoccaggio e sedimentazione e trattate prima di essere scaricate;
- la realizzazione di fossi di guardia permetterà infine di smaltire le acque meteoriche nelle fasi di costruzione.

Smaltimento di rifiuti solidi provenienti dal cantiere

Le attività di cantiere producono rifiuti, per lo più inerti, quali materiali di risulta di scavi, demolizioni, etc. Ove non sia possibile riutilizzarli direttamente sul sito dell'impianto, si provvederà al loro smaltimento in siti idonei, dove saranno trasferiti con mezzi adeguati, adottando i suddetti accorgimenti operativi per minimizzare lo sporcamento delle strade e la liberazione di polveri.

Inquinamento del suolo

Un rischio potenziale è relativo ad eventuali fuoriuscite e sversamenti accidentali di liquidi inquinanti (olii, carburanti). In fase di cantiere saranno adottate le seguenti misure precauzionali in grado di prevenire possibili inquinamenti del suolo:

- nel corso delle perforazioni e degli scavi non saranno adoperati additivi chimici in grado di alterare le caratteristiche qualitative dell'acqua di falda;
- sarà costantemente verificata l'efficienza dei macchinari per evitare perdite di carburante, olio lubrificante e/o idraulico;
- le acque (meteoriche o di lavaggio) dilavanti superfici di deposito di mezzi, reagenti, carburanti, etc. saranno opportunamente regimate al fine di evitarne l'incontrollata dispersione nell'ambiente e di agevolarne il recapito alla fognatura urbana.

Impiego di manodopera

Il cantiere necessiterà di manodopera e noli o acquisto di mezzi meccanici, attrezzature e materiali. Ciò rappresenta un impatto positivo per l'area, la cui entità non sarà comunque tale da modificare in modo significativo la situazione socio-economica locale.

Impiego di risorse

La compattezza delle soluzioni tecnologiche adottate, oltre a limitare l'occupazione di suolo, permette di minimizzare il consumo di materie prime per la realizzazione delle nuove opere.

Indicativamente, come ordine di grandezza, è possibile stimare i seguenti impieghi di materiale da costruzione riferiti ad abitante servito:

- 20 litri cls/AE
- 2 kg ferro armatura/AE
- 0,15 kg carpenteria metallica/AE

A titolo esemplificativo, si può considerare che, con riferimento agli stessi materiali, l'impegno specifico (per abitante servito) per la realizzazione di una casa unifamiliare è di almeno 300-400 volte superiore.

9.0 ESERCIZIO DELL'IMPIANTO, MODALITA' DI CONDUZIONE E IMPATTI

UTILIZZO DELLE RISORSE

Il processo di depurazione dei reflui comporta ovviamente il consumo di risorse.
I consumi di energia elettrica presentano, in tal senso, la maggiore incidenza in fase di esercizio. Con una potenzialità di trattamento di 250'000 A.E. per la linea acque e di 600'000 A.E. per la linea fanghi, il fabbisogno di energia elettrica è stato valutato in circa 38'000 kWh/d . Tenuto conto della possibilità di produrre parte dell'energia elettrica attraverso la combustione del biogas prodotto dalla linea fanghi del D.A.C. (energia autoprodotta), i consumi netti di energia elettrica prelevata dalla rete pubblica, si possono ridurre a circa 10'000 kWh/d.

La seguente tabella riassume i consumi di energia elettrica (dati medi su base annua) associati alle diverse sezioni impiantistiche nonché la relativa incidenza percentuale rispetto ai consumi totali. Si fa riferimento alla configurazione definitiva dell'impianto con il sistema di ricircolo fanghi non attivo e con la linea acque esercita secondo lo schema MLE (condizioni operative più sfavorevoli in termini di consumi energetici).

Comparto	Consumo [kWh/d]	Incidenza [%]
Pretrattamenti	1'870	4,9
Trattamento primario	610	1,6
Comparto MBR	25'700	67,8
Utenze accessorie linea acque	1'400	3,7
Pretrattamento fanghi	340	0,9
Preispessimento dinamico	1'600	4,2
Digestione anaerobica	2'050	5,4
Disidratazione	2'200	5,8
Utenze accessorie linee fanghi	2'130	5,6
Consumi totali di energia	**37'900**	**100**
Produzione di energia elettrica	**27'240**	**71,9**
Consumi netti di energia	**10'480**	**28,1**

Per valutare l'efficienza del processo, sono stati infine calcolati i consumi specifici (kWh/m^3 di refluo trattato) da confrontare con i valori di riferimento riportati dalla letteratura tecnica.
L'asimmetria della potenzialità delle linee acque e fanghi determina una produzione di biogas esuberante rispetto a quella ottenibile dal trattamento dei soli fanghi prodotti dalla linea acque e consente pertanto di ottenere consumi specifici netti notevolmente ridotti.

Parametro	U.d.m.	D.A.C.	Riferimento da letteratura
Consumo specifico lordo	kWh/m^3	0,73	0,6 ÷ 5,0
Consumo specifico netto	kWh/m^3	0,20	0,3 ÷ 0,4

Ai fini del riscaldamento dei digestori, l'impianto necessiterà poi di un apporto di energia termica: in questo caso, il fabbisogno di calore sarà interamente soddisfatto attraverso la combustione del biogas autoprodotto e non si dovrà pertanto ricorrere a combustibili esterni (metano) se non in

particolari e sporadiche circostanze operative (avvio dell'impianto, interventi di manutenzione, etc.).
Il corretto funzionamento di alcune apparecchiature richiede l'uso di acqua tecnica. Al riguardo, si stima un consumo di acqua di servizio massimo pari a circa 120 m^3/h: tali volumi idrici saranno prelevati dall'effluente depurato e non determineranno quindi un consumo di risorse esterne.
Dalla rete pubblica sarà prelevata normalmente solo l'acqua potabile impiegata negli uffici e dal personale.

I trattamenti costituenti la filiera depurativa comporteranno infine l'utilizzo dei reagenti chimici riportati in tabella (condizioni di alimentazione definitive – 250'000 A.E.):

Reagente	Applicazione	Consumo
Policloruro di alluminio	Defosfatazione chimica	~ 365 m^3/anno (sol. 18%)*
Acido citrico	Pulizia membrane	42 m^3/anno (sol. 50%)
Ipoclorito di sodio	Pulizia membrane	76 m^3/anno (sol. 12,5%)
Cloruro ferrico	Condizionamento fanghi	588 m^3/anno (sol. 40%)
Idrossido di sodio	Condizionamento fanghi	~ 200 m^3/anno (sol. 30%)**
Polielettrolita	Linea fanghi	140 t/anno (sostanza attiva)

* normalmente non necessario (si considera un consumo associato al trattamento di eventuali punte di carico di P od all'affinamento attuato su una singola linea del comparto biologico).
** variabile in funzione delle effettive caratteristiche del fango.

PRODUZIONE DI RIFIUTI

I residui solidi derivanti dal processo di trattamento acque sono essenzialmente costituiti da materiale inerte trattenuto nelle fasi di grigliatura, dalle sabbie e dagli oli separati nella fase di dissabbiatura e dai fanghi provenienti dalle fasi di chiarificazione primaria e depurazione biologica.

La prevalente composizione del grigliato (carta, plastiche, stracci, ecc.) ne rende possibile l'eliminazione finale tramite invio a discarica controllata o ad un impianto di incenerimento in grado di smaltire rifiuti solidi urbani. In attesa dello smaltimento presso i siti autorizzati, i grigliati preventivamente lavati (per la riduzione dell'inquinamento organico e della putrescibilità) e compattati (per la diminuzione del volume e dei costi di smaltimento), saranno stoccati in appositi cassoni. Detti cassoni saranno collocati all'interno di locali chiusi e deodorizzati.

La miscela acqua-sabbia estratta dalla dissabbiatura sarà sottoposta ad un trattamento di classificazione e lavaggio al fine di separare la componente solida da quella liquida e di ridurre la componente organica adesa alle sabbie stesse, il tutto sempre nell'ottica di un contenimento dei volumi di rifiuto e di un abbattimento della putrescibilità del materiale. Le sabbie saranno accumulate in cassoni posizionati al coperto e successivamente inviate a smaltimento presso i siti autorizzati.

Dalla dissabbiatura-disoleatura saranno estratte anche sostanze flottanti (olii e grassi) che saranno stoccate in uno specifico serbatoio di accumulo per poi essere allontanate verso siti di smaltimento autorizzati.

Le acque inquinate derivanti dal lavaggio di grigliati e sabbie saranno raccolte nella rete di drenaggio interna dell'impianto e saranno ricircolate in testa al comparto di chiarificazione primaria.

I fanghi prodotti dalla linea acque del D.A.C. (fanghi primari della chiarificazione e fanghi di supero del comparto biologico) saranno alimentati alla linea fanghi dove si uniranno ai fanghi in arrivo dagli altri depuratori cittadini.

Il flusso complessivo risultante sarà sottoposto a trattamenti volti alla riduzione del contenuto d'acqua e del volume (pre-ispessimento e disidratazione finale) ed all'abbattimento di una frazione dei solidi sospesi volatili e della putrescibilità (digestione anaerobica).

Al termine della filiera di processo prevista in progetto si otterrà quindi un materiale fortemente concentrato rispetto allo stato grezzo ed adeguatamente stabilizzato, destinato allo smaltimento presso siti autorizzati.

Le acque separate nei diversi processi di addensamento saranno trattate sulla linea acque assieme ai reflui in arrivo dalla fognatura.

La seguente tabella riassume le produzioni dei rifiuti sopra citati (si fa riferimento alle condizioni di alimentazione definitive – 250'000 A.E.).

RIFIUTO	U.D.M.	VALORE
Grigliati	m^3/d	1÷2
Sabbie	t/d	1
Olii e grassi	m^3/d	1
Fanghi stabilizzati e disidratati	kg SS/d	28'931
	m^3/d	121

EMISSIONI DI PROCESSO

Le emissioni del processo di trattamento sono riportate in questo paragrafo in forma sintetica per una disamina complessiva. Si rimanda al Quadro Ambientale per una più estesa trattazione degli impatti sulle diverse componenti (acqua, aria, suolo, popolazione).

Le emissioni considerate sono quelle associate ad una regolare conduzione dell'impianto in corrispondenza della configurazione operativa definitiva.

Emissioni liquide

L'impianto sarà in grado di garantire ordinariamente concentrazioni dell'effluente finale inferiori a quelle indicate dalle Tabb. 1 e 3 dell'allegato 5 alla Parte III del D.Lgs. 152/06.

Inoltre, nell'ipotesi di una conduzione del comparto biologico secondo lo schema MLE (predenitrificazione-nitrificazione), si potranno massimizzare le rese depurative ottenendo un effluente potenzialmente conforme ai requisiti del D.M. 185/03[7].

Riferimenti per gli obiettivi di qualità dello scarico			
	Tabb. 1 e 3 All. 5 Parte III D.Lgs. 152/06		D.M. 185/03
Parametro	**Concentrazione [mg/l]**	**Riduzione**	**Concentrazione [mg/l]**
BOD_5	≤ 25	80	≤ 20
COD	≤ 125	75	≤ 100
SST	≤ 35	90	≤ 10
Azoto ammoniacale (NH_4^+)	≤ 15	-	≤ 2
Azoto nitrico (N)	≤ 20	-	-
Azoto totale (N)	-	-	≤ 15
Fosforo totale	≤ 10	-	≤ 2

Sulla base delle simulazioni effettuate, le concentrazioni ed i carichi medi dei principali contaminanti allo scarico della linea acque possono così stimarsi (processo MLE, temperatura dei reflui 12°C, portata media rilasciata di 54'859 m^3/d):

Parametro	Concentrazione [mg/l]	Carico [kg/d]
BOD_5	2,0	110
COD	42,9	2'353
Azoto totale	11,4	625
Azoto ammoniacale	0,5	27
Fosforo totale	7,6	417
Solidi sospesi totali	3,0	165
Cloruri	350,0	19'201

Emissioni solide

Il funzionamento dell'impianto comporta che una parte significativa del flusso di massa in ingresso si presenti all'uscita come emissione "solida" in forma di fango disidratato.

Considerando la massima potenzialità dell'impianto, il depuratore mediamente presenta una produzione di circa 120 t di fango al giorno a cui corrispondono circa 44.000 t all'anno. Il fango in uscita presenta una concentrazione di SST pari a circa il 26 % di secco.

Per poter inviare il fango allo smaltimento, in base a quanto riportato dall'art. 6 del D.M. 27 Settembre 2012 *"Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 Agosto 2005"*,

[7] Purché si ammetta, come già detto, una deroga per i cloruri o si ipotizzi l'applicazione di ulteriori trattamenti di affinamento su un'aliquota del refluo depurato – e.g. nanofiltrazione – per l'abbattimento di tali sostanze.

all'interno di discariche per rifiuti non pericolosi, è consentito lo smaltimento di rifiuti che presentano una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25%.

Le altre emissioni solide sono costituite dai rifiuti (grigliati e sabbie) precedentemente descritti.

Emissioni in atmosfera

Il funzionamento dell'impianto interferisce con la componente ambientale "atmosfera" a causa dell'emissione di inquinanti aeriformi.
Detti inquinanti possono manifestarsi sotto forma di:

- flussi d'aria maleodorante derivanti da alcune specifiche sezioni di trattamento;
- polveri liberate nell'atmosfera durante le fasi di gestione ordinaria dell'impianto;
- aerosol batterici in corrispondenza di sistemi di aerazione e miscelazione dei liquami;
- emissioni di camini a servizio di centrali termiche (prodotti di combustione);
- emissioni gassose derivanti dal traffico dei mezzi di trasporto utilizzati per la gestione.

Nei seguenti capitoli sono descritte le emissioni in atmosfera che caratterizzeranno l'esercizio dell'impianto in condizioni di normale funzionamento.

<u>Emissioni gassose dal processo e formazione di odori</u>

Il funzionamento dell'impianto comporta l'emissione di odori molesti dovuti sia a sorgenti esterne, riconducibili alla presenza di composti maleodoranti già nel liquame in ingresso all'impianto, sia a sorgenti interne al depuratore, in corrispondenza di specifiche sezioni di trattamento.

Sorgenti esterne di emissioni odorigene
La presenza di sostanze odorigene nella fognatura urbana è legata essenzialmente a due cause:

- lo scarico di sostanze maleodoranti nel sistema di collettamento;

- la formazione di sostanze maleodoranti lungo la rete di fognatura dovuta all'attivazione di processi anaerobici (in funzione del carico organico del liquame, della velocità di scorrimento, della lunghezza e della pendenza delle condotte e della temperatura dell'ambiente).

Sorgenti interne di emissioni odorigene
Le sezioni impiantistiche a cui si associano le emissioni odorigene più rilevanti sono generalmente costituite da:

- i pretrattamenti (grigliatura, dissabbiatura): qui i liquami in arrivo dalla fognatura, a contatto con l'atmosfera, liberano le componenti più volatili (tipicamente NH_3, H_2S, solventi clorurati, acidi volatili);

- gli stoccaggi dei rifiuti derivanti dai pretrattamenti (grigliati, grassi, sabbie): i rifiuti putrescibili che derivano dalla grigliatura e i prodotti organici trattenuti dalle sabbie possono originare odori fastidiosi al momento della loro estrazione o del loro stoccaggio;

- le stazioni di trattamento e stoccaggio fanghi: tutte le sezioni della linea fanghi presentano in generale rischi di inquinamento olfattivo, in particolare in presenza di fanghi primari caratterizzati da sostanza organica putrescibile non ancora stabilizzata.

A titolo esemplificativo, nella seguente tabella sono riportati valori tipici di emissione odorigena desunti dalla letteratura esistente e relativi alle diverse fasi di trattamento di un impianto di depurazione (*Capelli et al. 2009*):

FASI DEL PROCESSO	Concentrazione di odore (OU_E/m^3 aria)		Fattore di emissione
	Range	Valore medio	OEF medio (OU_E/m^3 $_{refluo}$)
Arrivo reflui	100 – 100.000	2.300	11.000
Pre-trattamenti	200 – 100.000	3.800	110.000
Sedimentazione primaria	200 – 20.000	1.500	190.000
Denitrificazione	50 – 1.500	230	9.200
Nitrificazione	50 – 200	130	7.400
Ossidazione	50 – 1.000	200	12.000
Sedimentazione secondaria	50 – 500	120	13.000
Trattamenti chimico-fisici	200 – 3.000	600	8.300
Ispessimento fanghi	200 – 40.000	1.900	43.000
Stoccaggio fanghi	100 – 5.000	850	8.300

Nel caso in esame, la copertura di tutti reparti e la deodorizzazione dell'aria esausta con scrubber a secco consente l'eliminazione di sorgenti diffuse e la concentrazione delle emissioni in atmosfera presso i camini dei suddetti scrubber, in grado di garantire effluenti con concentrazioni inferiori a 300 ou_E/m^3.
Per la determinazione dello scenario emissivo di progetto, è stata eseguita la modellazione della dispersione di sostanze odorigene finalizzata alla valutazione dell'impatto olfattivo sul territorio circostante.

L'esito della simulazione è riportato esaustivamente nel Quadro Ambientale, e nei suoi Allegati.

Emissioni di polveri

In considerazione delle pavimentazioni adottate per la viabilità interna e dei materiali movimentati, in fase di esercizio l'impianto non determinerà una significativa produzione di polveri.

Emissione di aerosol dal processo

Le stazioni di trattamento del depuratore in cui si potrà avere una significativa formazione di aerosol sono quelle in cui esistono meccanismi di aerazione del liquame (canali aerati di dissabbiatura-disoleatura e vasche di ossidazione). In base alle indicazioni di letteratura, la vasca di ossidazione appare comunque come la fonte più importante di aerosol microbico.
Dagli studi epidemiologici dedicati ai possibili effetti degli aerosol microbici dei depuratori sulla salute umana emergono le seguenti considerazioni:

- microrganismi patogeni umani sono presenti nei liquami in grande quantità ad ogni stadio del trattamento;
- gli aerosol derivanti dall'insufflazione di aria nei liquami contengono, con grande probabilità, microrganismi attivi, germi patogeni compresi;

- campionature batteriche hanno mostrato che un numero relativamente alto di germi per unità di volume è presente alla sorgente, mentre tale numero diminuisce rapidamente via via che ci si allontana da quest'ultima;
- la distanza che possono percorrere le particelle è influenzata dalle loro dimensioni e dalla velocità del vento, mentre la durata di sopravvivenza di un microrganismo è influenzata da molti fattori che dipendono dalla specie e dal genere;
- l'effetto della presenza di un impianto di depurazione biologica sull'immissione in atmosfera di aerosol microbico risulta trascurabile oltre i 50 metri di distanza dalle vasche e praticamente assente a 100 metri; si può così concludere che per i residenti nei pressi di un impianto di depurazione, non esiste alcun significativo rischio sanitario legato all'emissione di aerosol batterico dall'impianto stesso;
- è accertato che gli aerosol prodotti dagli impianti di depurazione sono veicoli abbastanza inefficaci per la trasmissione di infezioni virali o batteriche e la probabilità che possano causare problemi di salute agli individui sono quasi nulle.

L'Environmental Protection Agency degli Stati Uniti ha organizzato nel settembre 1979 un simposio su "Wastewater Aerosols and Diseases" durante il quale il consenso manifestatosi intorno all'opinione che gli aerosol non costituiscano un problema per chi lavora o vive presso impianti di depurazione, ha convinto l'E.P.A. stessa dell'assenza di necessità di fissare norme e raccomandazioni relative alla soppressione ed al controllo degli aerosol in questi impianti.
Nel caso del D.A.C., ogni rischio legato alla formazione di aerosol è sostanzialmente annullato in virtù dei seguenti accorgimenti:

- le macchine e le vasche contenenti liquami sono completamente chiuse;
- i sistemi di aerazione sono costituiti da diffusori sommersi che determinano ridotte turbolenze della superficie liquida degli accumuli di liquami.

Emissioni dei camini delle caldaie e del cogeneratore

Un fattore di pressione ambientale ritenuto significativo in fase di esercizio è rappresentato dalle emissioni derivanti dai camini a servizio delle centrali termiche e dei cogeneratori.
Il progetto del nuovo D.A.C. prevede che il gas prodotto nei digestori anaerobici venga utilizzato come combustibile all'interno del cogeneratore e della caldaia installata nella centrale termica.

Le caratteristiche dell'impianto sono dettagliate negli elaborati descrittivi e nella specifica tecnica allegata al progetto, ai quali si rimanda per una completa descrizione delle opere

Particolare attenzione è stata posta nella scelta e nella progettazione del sistema per assicurare il mantenimento di una stabile qualità delle emissioni.

Ulteriori emissioni legate alla combustione di biogas sono riferibili alla torcia: considerato tuttavia il carattere eccezionale dell'attivazione della stessa (in caso di manutenzione o fermo del cogeneratore), tali emissioni si ritengono non significative.

E' stata eseguita la modellazione del sistema ed i risultati della simulazione sono riportati nel Quadro Ambientale.

Emissione gassose derivante dal traffico dei mezzi utilizzati per la gestione

Il traffico veicolare indotto in fase di esercizio deriva principalmente da:

- mezzi pesanti per il trasporto dei rifiuti di processo (pericolosi e non pericolosi) da conferire ad idoneo impianto di smaltimento;

- automezzi per l'approvvigionamento dei materiali necessari (prodotti chimici, ricambi, combustibili, etc.);
- autoveicoli del Gestore e del personale addetto.

Come riportato nella seguente tabella, i cicli di transito veicolare saranno comunque di entità contenuta; le relative emissioni in atmosfera sono pertanto ritenute non significative né si prevedono per esse specifiche misure di mitigazione.

Attività	Traffico veicolare	
	Tipologia mezzo	***n° viaggi al giorno***
Approvvigionamento materiale	Furgone /autocarro	1
Smaltimento fango disidratato	Autocarro	6
Mezzi del Gestore e del personale	Automobili / Furgoni	5/10

Rumore e vibrazioni

Il rumore, nell'accezione di suono indesiderato, costituisce una forma di inquinamento che attualmente riceve una considerevole attenzione. Esso può causare disagi e, a certi livelli, anche danni fisici per le persone esposte, riguardanti sia l'apparato uditivo sia l'organismo in generale.

Le opere oggetto del presente studio, in fase di esercizio, produrranno rumori e, in misura minore, vibrazioni.

La valutazione dell'impatto acustico dell'impianto è effettuata facendo riferimento alle caratteristiche delle sorgenti sonore (macchinari di cui è prevista l'installazione) ed alle misure per la riduzione delle stesse introdotte a livello progettuale (confinamento dei dispositivi all'interno dei manufatti, insonorizzazioni, etc.).

Le caratteristiche delle sorgenti rumorose individuate sono riportate nell'elaborato allegato relativo alla modellazione degli impatti per la componente acustica. I valori di emissione, delle singole macchine ed attrezzature sono state desunte dai costruttori o da dati registrati su dispositivi similari.

In base al modello di calcolo è stato possibile valutare punto per punto una stima dei livelli di rumore nei punti di interesse.

Nella seguenti immagine, è riportata la mappa acustica Post Operam, dove la simulazione è stata effettuata considerando le condizioni di massima contemporaneità di funzionamento.

Dall'analisi dei risultati della modellizzazione numerica, le emissioni sonore calcolate sono di entità tale da essere di molto inferiori ai limiti assoluti di immissione per il periodo notturno, che risulta essere il più restrittivo.

In base alle massime emissione sonore calcolate nello stato post operam nei confronti degli edifici residenziali maggiormente impattati si può affermare che si assisterà ad un pieno rispetto del criterio differenziale di immissione.

Per quanto riguarda il fattore "vibrazioni" si evidenzia che la dimensione dell'emissione e la distanza dei recettori (anche dei più prossimi) rende del tutto trascurabile questo tipo di impatto.

Per maggiore approfondimento, e per l'esito della simulazione si rimanda al Quadro Ambientale e ai suoi Allegati dove è riportata esaustivamente la valutazione.

Mitigazione degli impatti

Le simulazioni effettuate hanno evidenziato la necessità di mitigare ulteriormente gli impatti di alcune fonti di emissione, per garantire il pieno rispetto di tutti i parametri.

Le tecniche adottate per la mitigazione delle emissioni odorigene risultano in grado di garantire anche un abbattimento delle emissioni acustiche.

Tutti i locali all'interno dei quali sono installate apparecchiature elettromeccaniche presentano una copertura a cui corrisponde un abbattimento stimato di 20 dB.

Le apparecchiature elettromeccaniche installate, specialmente le più rumorose, saranno equipaggiate con sistemi di protezione e carteratura tali da evitare che si possano oltrepassare i livelli di esposizione attualmente previsti dalla normativa vigente. La presenza di rilevati in terra favorisce ulteriormente la mitigazione acustica.

Per il contenimento delle emissioni acustiche in fase di esercizio dell'impianto, il gestore sarà responsabile della realizzazione di ulteriori interventi mirati di mitigazione:

- copertura del canale di raccolta acqua prodotta dalla sedimentazione secondaria;
- copertura del pozzetto coclee di sollevamento fanghi di ricircolo e supero;
- cofanatura con cassonetto rivestito di materiale fonoassorbente e fono isolante dei motori di comando delle coclee di sollevamento fanghi di ricircolo e supero barriera antirumore a 2 m dalla tubazione di ripartizione dell'aria compressa dal locale turbo soffianti alle vasche di ossidazione.

Altra misura di fondamentale importanza per definire e quindi prevenire ulteriori impatti acustici è determinata da un costante monitoraggio e dalle verifiche a post-operam alla conformità delle emissioni sonore generate, dall'esercizio dell'impianto.

Radiazioni

Nell'ambito del progetto in esame, le uniche emissioni di radiazioni derivano dal trattamento con raggi UV (che rientrano nella classe delle radiazioni non ionizzanti) dell'acqua destinata al riutilizzo interno all'impianto. I raggi UV sono radiazioni elettromagnetiche che costituiscono l'ultravioletto, aventi lunghezza d'onda compresa fra 400 nm e 4 nm.

Fermo restando che non sono mai stati rilevati sperimentalmente effetti negativi di alcun tipo su persone o cose poste nelle immediate vicinanze del trattamento di disinfezione derivanti da un iperdosaggio di raggi UV sui fluidi trattati, l'apparato in progetto, di modestissima entità (due lampade) e completamente chiuso (installato all'interno di una tubazione) rende trascurabili le emissioni a cui può essere esposto il personale addetto.

10.0 ANALISI INCIDENTALE E QUADRO DELLE EVENTUALI CONDIZIONI DI RISCHIO

Il ciclo di trattamento previsto dal presente progetto non comporta di per sé rischi di incidenti che possano in qualche modo produrre effetti rilevanti sull'ambiente o sulla salute del personale di servizio e della popolazione locale.

In fase di costruzione non si registrano lavorazioni che possano determinare, anche in caso di anomalia o incidente, rilasci nell'ambiente di sostanze, solide, liquide o gassose di particolare pericolosità a breve o lungo termine.

I materiali utilizzati in fase di costruzione saranno in prevalenza di matrice inerte (terreno, calcestruzzo, metalli) con modesta presenza di materiale plastico (tubazioni, cavi) che comunque non costituisce un significativo fattore di rischio in termini di potenziale incendio.

In fase di gestione il rischio di incidentalità è molto basso in quanto la matrice trattata (acqua) e le lavorazioni previste rendono oggettivamente improbabili eventi accidentali rilevanti. L'articolazione su più linee delle diverse sezioni di trattamento, compresi gli impianti di tutela ambientale, assicurano una elevata affidabilità funzionale all'opera.

Ad eventuali disservizi o avarie di singole apparecchiature si potrà supplire con l'attivazione delle unità di riserva o con l'aumento delle ore di funzionamento giornaliero delle altre linee di servizio. Non sono pertanto prevedibili, nell'ordinario esercizio dell'impianto, anomalie di funzionamento tali da determinare un significativo peggioramento delle emissioni prodotte.

Fa eccezione il processo di stabilizzazione anaerobica, a cui è associata la produzione e l'utilizzo di biogas. Alla presenza di biogas internamente e potenzialmente all'esterno dei digestori anaerobici e degli impianti a servizio degli stessi, si associa un potenziale rischio di esplosione e/o incendio. È quindi necessario fare riferimento alla normativa vigente (in particolare, la Direttiva 94/9/CE - ATEX in materia di prodotti destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive) al fine di tener conto del potenziale rischio nella fase di gestione degli impianti.

La progettazione ha pertanto tenuto conto di tutti gli aspetti indicati nelle norme ossia l'impiego di apparecchiature resistenti all'esplosione, di sistemi di scarico e di soppressione dell'esplosione, senza trascurare i sistemi di prevenzione della propagazione delle fiamme e dell'esplosione.
Il Gestore sarà inoltre informato sulle caratteristiche dell'impianto per quanto riguarda i manufatti configurabili come ambienti sospetti di inquinamento o confinati attraverso un manuale operativo riportante:

- la descrizione dettagliata dell'impianto;
- le condizioni operative e di progetto;
- le situazioni di emergenza e le anomalie riscontrabili;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione;
- le operazioni necessarie al fine di garantire la sicurezza degli operatori in fase di manutenzione.

Il personale incaricato dell'esecuzione delle lavorazioni e della manutenzione dovrà rispettare quanto previsto dall'art. 224 del D.Lgs. 81/08 *"Misure specifiche di protezione e di prevenzione"*.

La movimentazione dei prodotti chimici sarà limitata in frequenza e quantità e gli stessi saranno stoccati in serbatoi dotati di tutti i dispositivi di sicurezza. I prodotti chimici necessari per il processo (cloruro ferrico, polielettrolita, ipoclorito di sodio, acido citrico, idrossido di sodio,

policloruro di alluminio), stoccati in quantità modeste, non superiori a 30 m^3 sono a matrice acquosa e non presentano alcun rischio di volatilizzazione o di incendio.
I fanghi derivanti dal processo saranno lavorati fino a condizioni di disidratazione modesta (circa 75% di umidità residua). Essi risultano quindi assai poco infiammabili e la frequenza elevata di evacuazione degli stessi rende del tutto trascurabile ogni rischio connesso.

Eventuali fuoriuscite di liquame nelle fasi di trattamento non costituiscono una problematica significativa in quanto le reti di raccolta interna delle acque saranno collegate alla linea acque e saranno quindi destinate ad essere reimmesse nel ciclo depurativo.

L'impiantistica elettrica non presenta criticità specifiche: essa rispetterà tutte le misure di sicurezza previste dalla normativa vigente.

11.0 BIBLIOGRAFIA

R. Vismara (1981) – *Depurazione Biologica – Teoria e processi* – Hoepli

G. Pastorelli (2012) – *Efficienza energetica e recuperi energetici nella depurazione delle acque reflue* – Appunti di Impianti biologici di depurazione – Milano – Fast

G. Pastorelli (2012) – *Digestione anaerobica e aerobica dei fanghi* – Appunti di Impianti biologici di depurazione – Milano – Fast

Environmental Protection Agency (1979) – *"Wastewater Aerosol and Diseases"*

INAIL Roma (2009) – *"La sicurezza per gli operatori degli impianti di depurazione delle acque reflue civili"*

A. Trovato, F. Fedrigoni – "*Trattamenti di disinfezione della acque reflue"* – Ingegneria Ambientale

George Tchobanoglous, Franklin Burton, H. David Stensel - *"Wastewater Engineering: Treatment and Reuse"* - McGraw-Hill's