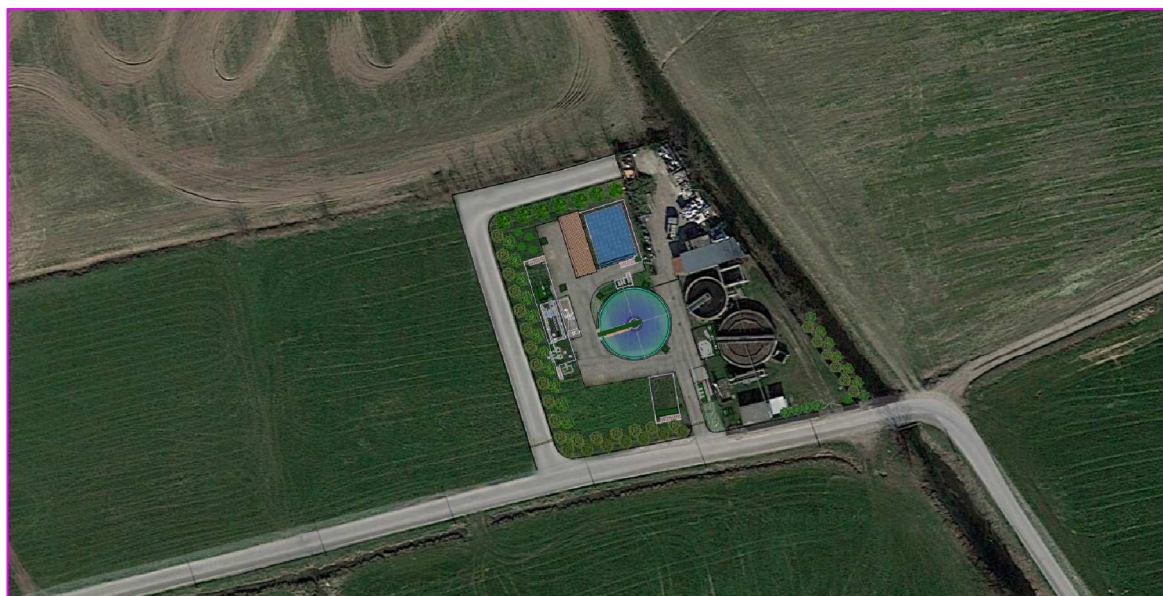




IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CRESPIATICA



OPERE DI ADEGUAMENTO E POTENZIAMENTO PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



ELABORATO



COMMESSA

DATA

AGOSTO 2016

RELAZIONE GENERALE

PROGETTISTA: Dott. Ing. Lorenzo Zoppei

COLLABORAZIONE: Dott. Ing. Tommaso Mazza

INDICE

1.	PREMESSA.....	2
1.1.	Elaborati del Progetto definitivo.....	4
1.2.	Richiami ed aggiornamenti dei contenuti del Progetto Preliminare (aprile 2013) – Criteri utilizzati per le scelte progettuali definitive	5
1.3.	Elenco della documentazione esaminata	6
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE IMPIANTO ESISTENTE	8
2.1.	Inquadramento generale.....	8
2.2.	Ubicazione dell’impianto di depurazione e recapito finale acque depurate – Rete fognaria e presenza di acque parassite di infiltrazione	8
2.3.	Caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dei terreni. Analisi sismica	10
2.4.	Descrizione dell’impianto di depurazione esistente	14
2.5.	Condizioni di esercizio e criticità dell’impianto di depurazione esistente	19
3.	STIMA DELLE PORTATE E DEI CARICHI ATTUALI E DI PREVISIONE FUTURA	25
3.1.	Popolazione civile ed industriale insediata e di previsione futura - Stima delle portate e dei carichi inquinanti.....	26
3.1.1.	Limiti di accettabilità attività produttive.....	28
3.2.	Riepilogo delle portate e dei carichi di tempo secco (scenari di breve e medio-lungo termine).....	29
3.3.	Portate da trattare in tempo di pioggia	29
3.4.	Stima entità delle acque parassite.....	30
3.5.	Sintetica descrizione degli interventi da realizzare – Riferimenti normativi	37
3.6.	Disponibilità delle aree	38
3.7.	Indicazioni generali per l’accessibilità, l’utilizzo e la manutenzione delle opere	38
3.7.1.	Accessibilità all’impianto.....	38
3.7.2.	Utilizzo delle opere	39
3.7.3.	Manutenzione delle opere	39
4.	CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO	41
4.1.	Sintesi dei dati utilizzati per il dimensionamento e la verifica delle opere	41
4.2.	Limiti allo scarico	43
4.2.1.	Autorizzazione idraulica	46
4.3.	Formule e procedure di calcolo e dimensionamento	46
4.3.1.	Dissabbiatura/disoleatura.....	46
4.3.2.	Processo biologico di ossidazione - nitrificazione.....	46
4.3.3.	Sedimentazione finale.....	50
4.3.4.	Filtrazione finale.....	50
4.3.5.	Disinfezione con raggi UV	50
4.3.6.	Ispessimento a gravità	51
4.4.	Verifiche dimensionali e previsioni di progetto per le opere di adeguamento e potenziamento	51
4.4.1.	Arrivo, grigliatura medio – fine e sollevamento iniziale dei liquami.....	51
4.4.2.	Staccatura.....	53
4.4.3.	Dissabbiatura - Disoleatura	54
4.4.4.	Fase biologica di ossidazione- nitrificazione.....	55
4.4.5.	Defosfatazione	61
4.4.6.	Sedimentazione secondaria	61
4.4.7.	Filtrazione finale.....	64
4.4.8.	Disinfezione linea liquami.....	66
4.4.9.	Accumulo/Ispessimento fanghi.....	67
4.4.10.	Estrazione fanghi ed invio a trattamento centralizzato di disidratazione	67
4.4.11.	Opere complementari ed impianti elettrici	68
4.4.12.	Interventi di sistemazione a verde – Relazione paesistica.....	69
4.5.	Calcoli di dimensionamento idraulici – Vasca di accumulo acque di pioggia - Vasca di emergenza.....	69
4.6.	Qualità dei materiali.....	69
4.6.1.	Opere civili.....	70
4.6.2.	Opere meccaniche.....	70
4.7.	Gestione delle terre di scavo	75
5.	INDICAZIONI GENERALI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA.....	78
6.	CRONO-PROGRAMMA LAVORI ED ATTIVITÀ.....	81

1. PREMESSA

Con Ordine n. 465/2011/CL in data 13.12.2011 prot. 6813, la società SAL S.r.l. ha affidato al sottoscritto dott. ing. Lorenzo Zoppei, l'incarico di progettazione preliminare e definitiva dei lavori di adeguamento e potenziamento dell'esistente impianto di depurazione di Crespiatica (LO).

A seguito dell'affidamento, con nota in data 13.1.2012, il sottoscritto professionista incaricato aveva formulato al Committente la richiesta di ottenimento di una serie di dati ed informazioni nonché di svolgimento di alcune attività (tra cui l'esecuzione di un rilievo plano-altimetrico del depuratore esistente) indispensabili per lo sviluppo dell'incarico conferito.

Da un preliminare esame della situazione, illustrato nel corso di uno specifico incontro in data 9.2.2012 tra le parti interessate, tra cui il Comune di Crespiatica, venne evidenziata l'insufficienza dell'attuale sedime areale dell'impianto di depurazione per l'esecuzione delle opere di potenziamento. In tale occasione vennero anche discussi una serie di problemi tecnici inerenti la rete fognaria comunale, con particolare riferimento a:

- le zone non ancor allacciate all'impianto di depurazione (zona industriale oltre la S.S. 235 e nuovo PL Conca Verde), argomento per il quale SAL S.r.l. aveva nel frattempo affidato all'ing. Massimo Bigatti specifico incarico professionale;
- la presenza di significative infiltrazioni di acque parassite di infiltrazione nella rete fognaria.

In merito alla questione dell'insufficienza areale, alla fine di febbraio 2012 vennero predisposte dal sottoscritto, pur se in via del tutto sommaria, due ipotesi planimetriche finalizzate ad individuare le esigenze di ampliamento dell'impianto (con suo sviluppo in direzione Ovest) e, conseguentemente, le esigenze di acquisizione di nuove aree, tenendo altresì conto della possibilità di assicurare una diversa modalità di accesso alla piattaforma ecologica comunale esistente, posta in adiacenza Nord al depuratore, la cui viabilità risultava interferente con le esigenze delle opere di potenziamento.

In relazione alle varie questioni sollevate, SAL S.r.l. ed il Comune di Crespiatica hanno provveduto, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, a:

- far redigere il rilievo plano-altimetrico dell'impianto esistente, consegnato al sottoscritto in data 2.8.2012, con successiva integrazione dell'ottobre 2012;
- fare eseguire, nel periodo compreso tra ottobre e dicembre 2012, una serie di indagini e verifiche sulla rete fognaria comunale atte ad accertare la presenza e l'entità di acque parassite di infiltrazione. In data 11.1.2013 si è tenuta una specifica riunione in cui i tecnici della soc. BM Tecnologie S.r.l., incaricata dell'indagine, hanno illustrato i risultati delle verifiche condotte, evidenziando una serie di criticità correlate alla presenza di significativi apporti di acque parassite di infiltrazione nella rete fognaria, in particolare nei comparti Nord e Sud del territorio comunale. Le criticità sono state anche illustrate ai tecnici dell'ATO Lodi in specifico incontro tenutosi presso la sede SAL S.r.l. in data 25.2.2013.
- individuare, a livello catastale, le esigenze di ampliamento del depuratore.

Sulla base della documentazione e delle informazioni fornite, si è quindi potuto procedere alla redazione del progetto preliminare, per il quale sono stati individuati due scenari temporali di riferimento, il primo di breve termine (anno 2020) ed il secondo di medio – lungo termine (dall'anno 2025 in poi), per ciascuno dei quali sono stati ipotizzati criteri differen-

ziati di dimensionamento delle opere, adottando poi, nella soluzione tecnica proposta, quello ritenuto maggiormente cautelativo.

Il progetto preliminare, completato e consegnato nell'aprile 2013, è stato approvato da SAL S.r.l. con delibera del CdA in data 14.6.2013 e successivamente trasmesso dalla stessa società ai vari Enti competenti che hanno formulato le seguenti osservazioni:

- Ufficio d'Ambito di Lodi (ATO Lodi): con nota in data 17.9.2013 prot. 1223 è stato emesso nulla osta alla prosecuzione dell'iter volto a dare attuazione all'intervento. Nel parere è stata tuttavia evidenziata la necessità che il Gestore programmi nel tempo interventi di riduzione delle portate parassite di infiltrazione più significative, nel medio - lungo termine.
- Provincia di Lodi: con nota del 30.10.2013 prot. 09.07.08/1131 la Provincia di Lodi ha dichiarato di non essere tenuta, ai sensi della vigente normativa, al rilascio di parere di competenza sul progetto, pur indicando quali atti espletare prima della realizzazione degli interventi:
 - la presentazione di istanza di autorizzazione alla modifica degli scarichi delle acque reflue, ai sensi del D. Lgs. 152/06;
 - l'acquisizione della concessione idraulica da parte dell'Ente erogatore del corpo idrico superficiale recettore dello scarico;
 - la verifica dell'applicabilità delle verifiche di assoggettabilità alle procedure di VIA (Valutazione Impatto Ambientale);
 - l'acquisizione dell'autorizzazione ai sensi del D. Lgs. 42/2004, qualora le aree siano soggette a vincolo.
- Arpa Lombardia: con nota prot. SAL srl n. 8527 del 13.11.2013 Arpa Lombardia ha dichiarato di non poter esprimere parere in merito al progetto presentato da Ente privato ma solo previo richiesta di un Ente pubblico;
- Comune di Crespiatica: a seguito di alcune richieste di sollecito inviate da SAL S.r.l. in data 1.10.2013 prot. 7632 e 6.8.2014 prot. 6241, inizialmente rimaste inevase, e successivi ulteriori contatti telefonici e via e-mail, il Comune di Crespiatica ha inviato nota PEC in data 12.2.2016 comunicando:
 - di aver avviato le procedure di variante al PGT, risultando l'area di ampliamento del depuratore non destinata a servizi;
 - di prevedere, per il completamento dell'iter di variante del PGT, tempi assai lunghi (conclusione stimata al giugno 2017) in relazione al fatto che, oltre all'area di ampliamento del depuratore, sono interessate alla variante urbanistica anche altre aree non destinate a servizi;
 - la richiesta, al fine di un'accelerazione delle procedure di cui sopra, di considerare l'opportunità di seguire l'iter previsto dall'art. 158bis del D. Lgs. 152/06 secondo il quale per interventi relativi al Servizio Idrico Integrato l'approvazione del progetto (n.d.r. *nella forma di progetto definitivo*) comporta automatica variante al PGT.

Preso atto di quanto sopra e in accoglimento alla richiesta del Comune di Crespiatica, SAL S.r.l. ha successivamente riavviato le procedure di progettazione dell'opera, richiedendo al sottoscritto di riprendere le attività inerenti la fase di progettazione definitiva già in precedenza affidata, tenendo tuttavia conto delle seguenti ulteriori esigenze, nel frattempo valutate come opportune e/o necessarie:

- prevedere, in sede di valutazione delle esigenze di ampliamento del depuratore, la possibilità di inserimento, in futuro, di una vasca di accumulo delle acque di extra pioggia, con previsione di realizzazione sin dalla prima fase realizzativa, di un primo bacino con funzione di accumulo di emergenza. Ciò al fine di poter già recepire le preliminari indicazioni di cui al redigendo nuovo Regolamento regionale inerente

la "Disciplina ed il regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie", che si prevede sostituirà quello attualmente ancora vigente (R.R. 24.3.2006, n. 3);

- provvedere alla predisposizione di una Relazione paesistica, con relativa documentazione grafica di supporto, per la indispensabile acquisizione del relativo parere di impatto paesistico da parte del Comune di Crespiatica, ai sensi dell'art.81 della L.R. 12/05 e s.m.i.. Il Comune potrà eventualmente inviare il fascicolo alla Provincia di Lodi che provvederà alla valutazione con i poteri sostitutivi della Commissione del Paesaggio ai sensi dell'art. 80 c.9 della L.R. n. 12/05 e s.m.i.
- adeguare la progettazione definitiva alle indicazioni di cui al Nuovo Codice degli Appalti, di cui al D. Lgs. 18.4.2016, n. 50 ricomprendendo in essa anche la redazione del Piano Particellare di esproprio originariamente non inserita nell'incarico conferito, inerente le aree di previsto ampliamento del depuratore.

Sulla base di quanto sopra sinteticamente riepilogato, si è quindi proceduto alla redazione del presente progetto definitivo.

1.1. Elaborati del Progetto definitivo

Il presente progetto definitivo si compone dei seguenti elaborati:

- A) Relazione generale
- B) Relazioni tecniche e specialistiche
 - B1) Relazione tecnica opere in c.a. (redatta da dott. ing. Umberto Angilella)
 - B2) Relazione tecnica opere elettriche (redatta da Elettro-engineering S.r.l., ing. Demetrio Nucara)
 - B3) Relazione tecnica profilo idraulico
 - B4) Relazione idrogeologica – geotecnica
- C) Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici
 - C1) Specifiche tecniche opere civili
 - C2) Specifiche tecniche opere meccaniche
 - C3) Specifiche tecniche opere elettriche
- D) Computo metrico estimativo, Elenco prezzi, Riepilogo della stima
 - D1) Computo metrico estimativo
 - D2) Elenco prezzi unitari
 - D3) Riepilogo della stima
- E) Quadro economico di spesa
- F) Relazione paesistica
- G) Piano Particellare
- H) n. 27 Elaborati grafici.

Gli elaborati grafici sono costituiti dalle seguenti tavole:

- H.01. Rete fognaria e aree scolanti (1:2.000)
- H.02. Vista aerea e mappa catastale
- H.03. Rilievo piano-altimetrico (1:100)
- H.04. Planimetria stato di fatto e collegamenti idraulici (1:100)
- H.05. Planimetria generale di progetto (1:100)
- H.06. Schema dei trattamenti
- H.07. Profilo idraulico
- H.08. Prospetti (1:100)
- H.09. Planimetria generale collegamenti idraulici e sottoservizi di progetto (1:100)
- H.010. Planimetria generale posizionamento utenze elettriche (1:100)
- H.011. Planimetria generale viabilità interna di progetto
- H.012. Derivazione liquami ingresso, grigliatura e sollevamento - Opere civili (1:50)

- H.013. Derivazione liquami ingresso, grigliatura e sollevamento - Opere meccaniche (1:50)
- H.014. Pre-trattamenti e silo fanghi – Opere civili (1:50)
- H.015. Pre-trattamenti e silo fanghi – Opere meccaniche (1:50)
- H.016. Comparto biologico e locale servizi - Opere civili (1:50)
- H.017. Comparto biologico e locale servizi - Opere meccaniche (1:50)
- H.018. Sedimentazione finale e ricircolo fanghi – Opere civili (1:50)
- H.019. Sedimentazione finale e ricircolo fanghi – Opere meccaniche (1:50)
- H.020. Filtrazione finale e disinfezione UV – Opere civili e meccaniche (1:50)
- H.021. Particolari costruttivi (1:50)
- H.022. Planimetrie fasi attuative dell'intervento
- H.023. Planimetria sistemazione ambientale (1:100)
- H.024. Inserimento paesistico: punti di ripresa fotografica e individuazione intervento
- H.025. Inserimento paesistico: documentazione fotografica stato di fatto
- H.026. Inserimento paesistico: pianta e prospetti stato di fatto
- H.027. Inserimento paesistico: rendering intervento di ampliamento

Il rilievo plano-altimetrico di cui alla Tavola H.03 è stato redatto dal geom. Alberto Gandini nell'ottobre 2012. Da allora non risulta siano intervenute significative variazioni alle opere esistenti, tali da richiedere modifiche al suddetto elaborato.

1.2. Richiami ed aggiornamenti dei contenuti del Progetto Preliminare (aprile 2013) – Criteri utilizzati per le scelte progettuali definitive

La presente progettazione definitiva viene sviluppata assumendo pressoché integralmente le considerazioni e le assunzioni già sviluppate in sede di Progetto preliminare (aprile 2013), con riferimento ai seguenti punti:

- Elenco della documentazione resa disponibile ed esaminata. Rispetto a tale documentazione sono state fornite dal gestore (SAL S.r.l.) alcune integrazioni ed aggiornamenti, in particolare relativamente ai dati di tipo gestionale (portate e carichi inquinanti relativi agli anni 2013, 2014, 2015). Da tali elementi è tuttavia emerso come l'esercizio dell'impianto risulti pressoché invariato rispetto alla situazione riscontrata in passato. Viene confermata anche l'acquisizione dei dati inerenti gli aspetti idrogeologici e geotecnici, per i quali SAL Srl, non avendo avuto la possibilità di effettuazione di delle indagini in sito richieste (anche per la mancata disponibilità dei terreni interessati), ha comunque fornito alcune ulteriori note informative;
- Sintetica descrizione del sistema di collettamento fognario esistente e di previsione in ambito comunale. La situazione del sistema di collettamento fognario comunale risulta sostanzialmente invariata rispetto alla descrizione fornita in sede di progettazione preliminare. L'impianto di depurazione comunale è attualmente asservito ad una rete fognaria di tipo misto che allaccia circa l'85÷90% della popolazione residente nel Comune. Non sono infatti ad oggi ancora allacciate al depuratore tutta la zona commerciale ed industriale/artigianale posta a ridosso della SS. 235 (via delle Industrie, Conca Verde, il primo tratto di via Dante), nonché le varie frazioni e cascine sparse in campagna. L'allacciamento di tali aree (frazioni e cascine sparse escluse) è comunque già stato previsto da SAL S.r.l., che ha provveduto a far redigere la relativa progettazione al dott. ing. Massimo Bigatti, così come evidenziato nella Tavola H.01.
- Descrizione dell'impianto esistente. Le opere descritte in sede di Progetto preliminare risultano pressoché invariate, pur con qualche intervento manutentivo nel frattempo eseguito. Nel successivo Paragrafo 2.4 viene riportata, per comodità di lettura, la tabella descrittiva delle opere ad oggi esistenti.
- Condizioni attuali di esercizio dell'impianto. Visti gli aggiornamenti dei dati gestionali forniti (portate e carichi degli anni 2013, 2014, 2015), si ritiene di poter confermare

integralmente le considerazioni svolte con il Progetto preliminare dell'aprile 2013, sinteticamente riepilogate al successivo Paragrafo 2.5, cui si rimanda.

- Stima delle portate e dei carichi attuali e di previsione futura. Vengono sostanzialmente confermate tutte le considerazioni e le valutazioni già effettuate in sede di Progetto preliminare, così come approvato dall'ATO di Lodi, con le seguenti modifiche, ulteriormente cautelative, in correlazione, anche, all'ipotesi di futura previsione di inserimento, nell'ambito delle aree di ampliamento, di una vasca di accumulo delle portate di extra pioggia da circa 930 m³. In particolare con la presente progettazione è stato previsto quanto segue:
 - ✓ inserimento di una vasca di accumulo temporaneo da 180 m³ per poter stoccare e successivamente trattare un'ulteriore quota parte di acque di pioggia in ingresso all'impianto rispetto alla portata di progetto e per disporre di uno stoccaggio di emergenza qualora si dovesse riscontrare la presenza di scarichi anomali in fognatura.
E' stato inoltre modificato il layout degli interventi di progetto all'interno dell'area di ampliamento e la viabilità di accesso alla piazzola ecologica esistente per ricavare lo spazio necessario alla realizzazione, in futuro, della vasca di accumulo da 930 m³ in precedenza citata;
 - ✓ invio al trattamento biologico, alla filtrazione finale e alla disinfezione UV di tutta la portata di pioggia in uscita dalle sezioni di pretrattamento di staccatura fine e di dissabbiatura-disoleatura ($Q_{pm}=Q_{pb}$). Nel preliminare era stata invece prevista la scolmatura, a valle dei pretrattamenti, di una quota parte delle portate di pioggia ($Q_{pm}>Q_{pb}$);
 - ✓ le portate di pioggia e di tempo secco saranno ripartire tra il nuovo comparto biologico e quello esistente in percentuale rispettivamente pari al 75% e al 25%. Rispetto al progetto preliminare, nel quale le percentuali di ripartizione previste erano circa pari al 65% e al 35%, si è deciso di aumentare la capacità di trattamento del nuovo comparto biologico incrementando sia il volume utile della vasca di ossidazione che la superficie della vasca di sedimentazione finale. La maggiore capacità di trattamento del nuovo comparto biologico consentirà in futuro, con semplici accorgimenti e qualora se ne ravvisasse la possibilità in relazione agli effettivi carichi inquinanti affluenti che si registreranno, di poter by passare in caso di emergenza e/o dismettere temporaneamente (ad es. per esecuzione di interventi di manutenzione e ripristino strutturale) gli attuali bacini ossidativi e di decantazione, utilizzando per il trattamento solo i nuovi comparti;
- Criteri di verifica e dimensionamento adottati. Vengono sostanzialmente confermati i criteri di verifica e dimensionamento previsti con il precedente Progetto preliminare, così come richiamati al successivo Paragrafo 4.3.
- Prime indicazioni e disposizioni per la stesura dei Piani di sicurezza. Vengono confermate integralmente le indicazioni di carattere generale fornite con il precedente Progetto preliminare.

1.3. Elenco della documentazione esaminata

Oltre agli atti citati in Premessa (PGT comunale, relazione su acque parassite ecc.), per lo sviluppo del presente progetto preliminare si è esaminata la seguente documentazione:

- Portate medie mensili trattate dall'impianto (periodo 2010÷2015);
- Analisi giornaliere dei principali parametri inquinanti (periodo 2010÷2015);
- Grafici inerenti la frequenza e l'entità degli sfiori dal manufatto di derivazione a monte del depuratore (periodo luglio 2014-giugno 2016);
- Planimetria rete fognaria comunale;

- Relazioni tecniche descrittive dell'impianto di depurazione (ottobre 1978, settembre 1997, febbraio 2010) ed elaborati grafici dell'impianto esistente;
- Documentazione tecnica ed amministrativa (Amiacque, Comune Crespiatica, ATO Lodi, Cap Gestione S.p.A.) inerente le pratiche di autorizzazione allo scarico dei reflui del caseificio Mor Stabilini;
- Autorizzazione allo scarico originariamente rilasciata dalla Provincia di Lodi con Determinazione Dirigenziale n. 346 del 4.7.2008 e documentazione per il successivo rinnovo autorizzativo;
- Dati sui consumi idrici comunali (Sal Srl);
- Elenco attività produttive (Comune Crespiatica e Sal Srl);
- Relazione di verifica impianto di Crespiatica, redatta dal sottoscritto nel marzo 2010;
- Relazione geologica-geotecnica inerente la costruzione della palestra comunale (Castalia Studio Associato di geologia, novembre 2007);
- Documentazione redatta per la realizzazione di un nuovo pozzo ad uso idropotabile, ubicato sulla strada per Cascina Campagna a Sud della Strada Statale n. 235 (Ecoter SPA S.r.l, dott. geol. Paolo Cerutti, Relazione geologica e Relazione tecnica in data ottobre 2011; aggiornamento rapporto ambientale in data ottobre 2015).
- Deliberazione del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4.2.1977 "Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" (G.U. n. 48 del 28 febbraio 1977), relativamente alla fascia di rispetto dei depuratori (vincolo di in edificabilità);
- Regolamentazione nazionale e regionale relativa ai limiti allo scarico di acque reflue, con particolare riferimento a:
 - Codice dell'Ambiente, Decreto Legislativo 3.4.2006, n. 152, parte terza Allegato 5 (G.U. n. 88 del 14.4.2006, suppl. ord. n. 96);
 - Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato dalla Regione Lombardia con Delibera di Giunta n. 2244 del 29.3.2006;
 - Regolamento regionale 24.3.2006, n. 3 "Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge 12.12.2003, n. 26" (BURL 1° suppl. ord. del 28.3.2006);
 - Bozza del redigendo nuovo regolamento regionale modificativo di quello di cui al punto precedente;
- D.g.r. 28 dicembre 2012 n. IX/4621, inerente l'approvazione della «Direttiva per il controllo degli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, ai sensi dell'allegato 5 alla parte terza del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e successive modifiche e integrazioni» e revoca della deliberazione della Giunta regionale 2 marzo 2011, n. IX/1393.
- D.d.g. n. 10356 del 7 novembre 2014 di modifica parziale della D.g.r. di cui sopra.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DESCRIZIONE IMPIANTO ESISTENTE

2.1. Inquadramento generale

Il Comune di Crespiatica ha una superficie territoriale di circa 7,4 km² ed una popolazione insediata (dicembre 2015) di 2.257 residenti.

Il territorio comunale (Tavola H.01), che è collocato mediamente a quote comprese tra i 67 e i 77 m s.l.m., è attraversato dalla SS n. 235 Lodi – Crema e da quella interna Crespiatica – Dovera lungo la quale è presente un'area industriale e artigianale.

Il territorio di Crespiatica è comunque prevalentemente agricolo ed ha una struttura pianeggiante che si sviluppa da Nord a Sud parzialmente sulla riva sinistra del fiume Tormo, caratterizzata dalla presenza di numerosi fontanili che generano e alimentano il fiume.

Il territorio di Crespiatica risulta incuneato tra i Comuni confinanti di Dovera, Chieve, Monte Cremasco, Vaiano Cremasco e Bagnolo Cremasco in provincia di Cremona, mentre a Sud esso confina con i Comuni di Corte Palasio e Abbadia Cerreto in provincia di Lodi.

Fanno parte del Comune le frazioni Tormo e Benzona, nonché le cascine sparse Casaletti, Campagna, Santa Maria e l'agglomerato denominato Conca Verde.

Dal punto di vista produttivo, il Comune di Crespiatica è caratterizzato dalla presenza di poche attività industriali ed artigianali (vedi Paragrafo 3.1): le principali aziende presenti operano nei settori meccanico, edilizio, caseario, grafico e sono tutte di piccole dimensioni e, ad eccezione di un caseificio (Mor Stabilini), scarsamente idroesigenti ed idroinquinanti. Sono inoltre presenti altre attività minori (una decina) che si occupano di svariate attività, tutte scarsamente idro-inquinanti. All'ingresso del Comune presso la SS. 235 è presente un insediamento commerciale di grandi dimensioni.

L'agricoltura è piuttosto attiva con alcune aziende agricole, che producono soprattutto cereali e foraggi per l'allevamento bovino, anch'esso presente.

2.2. Ubicazione dell'impianto di depurazione e recapito finale acque depurate – Rete fognaria e presenza di acque parassite di infiltrazione

L'impianto di depurazione di Crespiatica, oggetto del presente intervento di adeguamento e potenziamento, è ubicato ad Est del territorio comunale lungo una strada vicinale in proseguimento della via dei Marzi, poco prima del ponte di sovrappasso della roggia Benzona, che costituisce anche il recapito terminale dei reflui depurati e della tubazione di scolmatura delle portate in arrivo, a monte del depuratore.

L'impianto è ubicato subito a ridosso dell'esistente piattaforma ecologica comunale, posta in direzione Nord, accessibile mediante una viabilità locale che delimita ad Ovest il depuratore esistente e che, con gli interventi di adeguamento e potenziamento dovrà essere ricostruita e riposizionata, traslandone l'accesso di circa 30-35 metri in direzione dell'abitato.

L'area dell'impianto esistente risulta interamente delimitata da una recinzione e non presenta, attualmente, disponibilità interne per la realizzazione delle opere di ampliamento e potenziamento di cui al presente progetto, richiedendosi quindi la necessità di acquisizione di aree aggiuntive che sono state rappresentate negli elaborati grafici di cui alle Tavole H.02 ed H.03.

Tale situazione rende conseguentemente necessaria una modifica degli attuali vincoli urbanistici e territoriali presenti, così come da recepire nel PGT comunale, previo svolgimento del necessario iter amministrativo già in precedenza descritto.

L'impianto di depurazione comunale è attualmente asservito ad una rete fognaria di tipo misto che allaccia circa l'85÷90% della popolazione residente nel Comune. Non sono infatti ad oggi ancora allacciate al depuratore tutta la zona commerciale ed industriale/artigianale posta a ridosso della SS. 235 (via delle Industrie, Conca Verde, il primo tratto di via Dante), nonché le varie frazioni e cascine sparse in campagna.

L'allacciamento di tali aree (frazioni e cascine sparse escluse) è comunque già stato previsto da SAL Srl nel corso dei prossimi anni, essendo già state sviluppate le attività di progettazione (svolte dal dott. ing. Massimo Bigatti) per la sua realizzazione.

La rete fognaria comunale, oggetto di specifiche rilevazioni a cura di SAL srl, è rappresentata nella Tavola H.01 nella sua attuale configurazione.

Il tratto terminale della rete fognaria ha un diametro di 1 m (DN 1.000) e pendenza assai limitata (dell'ordine dell'uno per mille); in corrispondenza dell'impianto di depurazione è presente un pozzetto di derivazione e sfioro, dotato a valle di una paratoia "a stramazzo" (Foto 2), da cui i reflui fognari vengono addotti all'impianto, in direzione Nord, mediante tubazione con diametro pari a 0,2 m (DN 200).

La tubazione DN 1.000 prosegue, a valle della soglia di sfioro, sino alla roggia Benzona (Foto 2), mentre lo scarico delle acque depurate in uscita dal depuratore (tubazione DN 200) è collocato qualche decina di metri a monte (Foto 3).



Foto 1, 2 e 3 – Pozzetto derivazione e sfioro, collettore di scolmatura DN 1.000, collettore scarico acque depurate DN 200

La rete fognaria risulta interessata, come già anticipato, da una significativa presenza di acque parassite di infiltrazione che ne riducono la capacità di trasporto ed i margini operativi in condizioni di tempo piovoso, incrementando pertanto i rischi di sovraccarico della rete in occasione di eventi meteorici intensi.

In relazione a tale aspetto, SAL Srl ha condotto nel periodo ottobre – dicembre 2012 (tramite al soc. BM Tecnologie Industriale Srl) una specifica attività di monitoraggio della rete fognaria, atta ad evidenziare le criticità del fenomeno e, ove possibile, individuare possibili interventi di attenuazione.

I relativi elaborati prodotti sono stati allegati al progetto preliminare redatto dal sottoscritto nell'aprile 2013, cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

La campagna di verifica all'epoca condotta ha stimato per la rete fognaria di Crespiatica una portata media parassita nel periodo di monitoraggio (ottobre – dicembre 2012) pari a circa 14,5 l/s (52,23 m³/h ovvero 457.528 m³/anno), distribuita in maniera più concentrata in due dei quattro distretti fognari prefissati per l'effettuazione dell'indagine.

Rapportando il contributo di infiltrazione alla portata media registrata in fognatura in condizioni di tempo secco, è stata stimata una percentuale di portata parassita a carico del depuratore di circa il 45%.

Si evidenzia come tale valore risulti, con ogni probabilità, sotto stimato in quanto l'indagine è stata effettuata in un periodo tardo autunnale – invernale in cui non sono presenti le acque irrigue ed i livelli della falda freatica risultano, in genere, su valori assai inferiori a quelli registrati in estate. Cautelativamente, nei criteri di dimensionamento, si è pertanto assunto un valore di infiltrazione pari al 100% della portata di tempo secco teoricamente attendibile al depuratore.

Tale percentuale trova conferma anche nell'analisi specifica condotta sui valori di portata in ingresso all'impianto di cui al successivo paragrafo 3.4, cui si rimanda.

2.3. Caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dei terreni. Analisi sismica

La caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dei terreni sede degli interventi di ampliamento ed adeguamento dell'impianto di depurazione esistente è stata ricavata dall'esame di più documenti, tutti inerenti il territorio di Crespiatica e relativi anche ad aree limitrofe a quelle oggetto dell'intervento progettuale.

Non è infatti risultato possibile acquisire, nei tempi richiesti per lo sviluppo della progettazione definitiva, le risultanze di specifiche indagini in loco, principalmente in relazione alla mancata disponibilità degli accessi ai terreni privati interessati dalla costruzione delle nuove opere.

Gli elaborati esaminati, di cui di seguito vengono riportati degli estratti significativi ai fini della presente progettazione, hanno riguardato in particolare:

- la Documentazione allegata al PGT comunale, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 20 del 7.8.2013 e successivamente oggetto di nulla osta da parte della Regione Lombardia in data 5.2.2014;
- la Relazione geotecnica redatta in occasione dei lavori di costruzione della palestra comunale, situata a circa 150 m in direzione Ovest dell'area di previsto ampliamento dell'impianto di depurazione (Castalia, Studio Associato dott. geol. Incerti Davide e Mazzoleni Giulio, Relazione geologica e geotecnica in data 26.11.2007)
- la Documentazione redatta per la realizzazione di un nuovo pozzo ad uso idropotabile, ubicato sulla strada per Cascina Campagna a Sud della Strada Statale n. 235 (Ecoter SPA S.r.l, dott. geol. Paolo Cerutti, Relazione geologica e Relazione tecnica in data ottobre 2011; aggiornamento rapporto ambientale in data ottobre 2015).

Di seguito viene riportata una sintesi delle informazioni acquisite dai suddetti documenti esaminati, mettendo comunque in evidenza che prima della fase di progettazione esecutiva, una volta acquisite nelle disponibilità di SAL S.r.l. le aree di previsto ampliamento dell'impianto di depurazione, dovranno obbligatoriamente essere effettuate indagini e verifiche in loco atte a caratterizzare puntualmente la situazione sia dal punto di vista geotecnico che da quello idrogeologico (livelli di falda e relative possibili escursioni stagionali), da condursi in particolare in corrispondenza dei manufatti più importanti ed a maggiore profondità di posa (stazione sollevamento e vasca accumulo di emergenza, bacino di dissabbiatura, comparto biologico, vasca sedimentazione finale).

- Caratteristiche geologiche-geomorfologiche.

La situazione geologica del territorio di Crespiatica risulta, almeno in superficie, decisamente uniforme; affiorano, infatti, depositi sciolti di origine fluvio-glaciale e fluviale recente (sabbie e ghiaie). Il ripiano morfologico più esteso è quello riferibile alla glaciazione wurmiana (Pleistocene Superiore), definita come Valle Alluvionale del Sistema fluviale Adda - Tormo ed è caratterizzato da una marcata regolarità piano altimetrica. Tale superficie sub-orizzontale risulta interrotta parzialmente solo dalle incisioni legate ad intensi fenomeni di idromorfia.

Sulla base di questa prima suddivisione, basata sull'andamento altimetrico e sull'assetto geomorfologico dell'area, sono state individuate le seguenti unità geomorfologiche, caratterizzate da differente composizione litologica e pedologica.

1. Valli alluvionali terrazzate (Alluvioni medio antiche): superfici terrazzate costituite da "alluvioni antiche o medie", delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate sulle piane alluvionali (Olocene antico).
2. Valli, scaricatori e piane, a morfologia subpianeggiante o concava, in cui prevalgono depositi fluvioglaciali, localmente sepolti da coperture eoliche o colluviali (Unità Crespiatica, Unità Crespiatica Sud, Unità Tormo)

- Caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche.

Il reticolo idrografico del territorio in esame risulta ben sviluppato ed orientato prevalentemente in direzione Nord Sud; esso è dominato dalla presenza del fiume Tormo che rappresenta il principale corso idrico dell'area (Rete Idrica Principale) e che delimita verso Ovest l'idrografia comunale, caratterizzata dalla presenza delle Rogge Sira, di Casa, Benzona (recapito del depuratore) e Vedria che tagliano da Nord a Sud l'abitato di Crespiatica. Subito a Nord dell'abitato è presente il nodo idraulico più importante del territorio comunale, rappresentato nella successiva Figura 2-1.

Dal punto di vista idrogeologico, il flusso idrico generale della falda freatica (primo acquifero di saturazione dei livelli sabbioso-ghiaiosi avente spessore di circa 40-50 m) è orientato prevalentemente in direzione Nord Ovest-Sud Est. Il gradiente idraulico medio, misurato per l'acquifero freatico, è pari a circa lo 0,2%, in linea con i valori medi del settore di pianura interessato. Il livello della falda freatica risulta molto superficiale, in particolare in corrispondenza dell'impianto di depurazione dove si possono registrare anche valori inferiori a 40-50 cm dal p.c. in corrispondenza di eventi meteorici intensi; nel corso dell'anno solare il valore medio di soggiacenza della falda può stimarsi attorno ad 1-2 m dal p.c.

Il Comune di Crespiatica è compreso nell'elenco dei Comuni che la Regione Lombardia ha dichiarato ricadenti nei Comuni interamente compresi nelle aree vulnerabili ai nitrati di origine agricola (D.G.R. 11 10. 2006 n. 8/3297, Piano di Tutela delle Acque; D.G.R.12.11.2004 n. 8/19359).

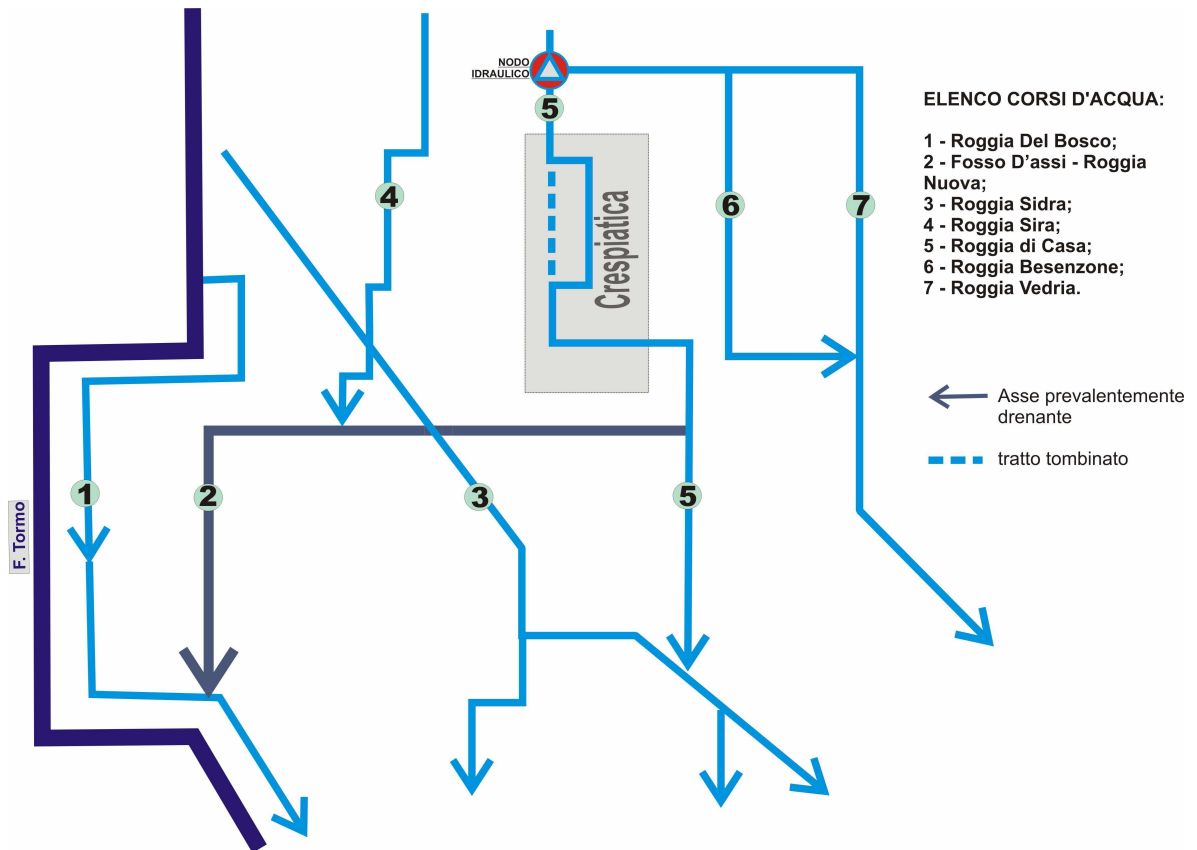


Figura 2-1 Reticolo idrografico comunale (roggia Besenzone = Roggia Benzona)

- Caratteristiche geotecniche

Dal punto di vista geotecnico, è possibile ricostruire la caratterizzazione dei terreni di fondazione che saranno interessati dalle nuove opere di ampliamento e potenziamento del depuratore, sulla base delle 4 prove penetrometriche dinamiche (spinte sino a -9 m dal p.c.) fatte eseguire alla fine del 2007 per la costruzione della palestra comunale, situata a circa 150 m in direzione Ovest dell'impianto di depurazione esistente.

Le prove hanno evidenziato la presenza, omogenea, di terreni sabbiosi e limosi sciolti, superficialmente ricchi di materia organica da p.c. sino a profondità comprese tra circa 4-8 m e da terreni sabbioso e ghiaiosi in scarsa matrice limosa, a supporto clastico, oltre tali profondità e fino alle quote di indagine.

Le prove hanno inoltre evidenziato, localmente, un battente di falda a poche decine di cm dal p.c., imponendo la condizione di verifiche di calcolo statico e strutturale "sotto falda".

La caratterizzazione fisica dei litotipi presenti nell'area investigata è riportata nella successiva Tabella 2-1.

Tabella 2-1: Caratterizzazione fisica dei litotipi presenti nell'area investigata

Livello	da m	a m	Litologia	N ₃₀	Φ (°)	E (kg/cm ²)	γ _n (g/cm ²)	γ _s (g/cm ²)
1	0,00	3,9-7,8	Limo e sabbia sciolti localmente ricchi in materia organica	3	27	24	1,68	1,90
2	3,9-7,8	> 9,0	Sabbia e ghiaia mediamente addensati con subordinata frazione fine	16	32	320	1,97	2,12

- Analisi sismica

Il territorio di Crespiatica è stato oggetto di specifica analisi sismica in occasione della redazione del PGT (cui si rimanda per approfondimenti), condotta con la metodologia definita dalla D.G.R. 28.5.2008, n. 8/7374. Mediante tale analisi all'intero territorio comunale è stato attribuito lo scenario di pericolosità sismica locale **Z4a**: "zona di fondovalle e di pianura con depositi alluvionali granulari e/o coesivi, effetti: amplificazioni litologiche e geometriche".¹ Per tale scenario, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti, la norma prevede un livello di approfondimento ulteriore (secondo livello, ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003), con lo scopo di valutare i fattori di amplificazione sismica locale legati alla natura litologica del sedimento. Inoltre, la norma prevede l'applicazione di un livello di approfondimento superiore (terzo) nel caso in cui, a seguito dell'applicazione del secondo livello, si dimostri che il fattore di amplificazione calcolato risulti superiore al fattore soglia stabilito dalla Regione Lombardia per il Comune in esame.

Gli edifici strategici (S) e rilevanti (R) individuati nel territorio sono risultati essere il Municipio (S) con biblioteca e sala pubblica (R), la Chiesa (R) e la Scuola (R).

Non è quindi stato indicato l'impianto di depurazione.

¹ In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274/2003 ed alla più recente DGR 11.7.2014 n. 2129 al territorio di Crespiatica è stato attribuito lo scenario di pericolosità locale **Zona 3** "zona con pericolosità sismica bassa che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

2.4. Descrizione dell'impianto di depurazione esistente

Nella sua attuale configurazione il processo depurativo del depuratore di Crespiatica prevede un ciclo biologico a fanghi attivi del tipo ad "ossidazione totale".

Come già anticipato, i liquami giungono all'impianto mediante una tubazione a gravità DN 1.000 (recapito terminale della rete fognaria comunale) a pendenza assai limitata, dell'ordine dell'uno per mille, da cui essi vengono derivati ortogonalmente (tubazione DN 200) tramite un pozzetto, il cui fondo è posto a quota 71,51 m slm, dotato di soglia di sfioro con sonda piezo-resistiva di misurazione del livello, attualmente posizionata a circa 65-70 cm di altezza dal fondo tubo di ingresso (quota assoluta pari a 72,18 m slm) in relazione all'esigenza di evitare scolmatura delle acque di fognatura in condizioni di tempo secco. Il posizionamento della soglia di sfioro a quote così elevate risulta essere stato determinato:

- dalla già citata presenza di acque parassite che impegnano costantemente la fognatura comunale, riducendone drasticamente l'efficienze ed i margini operativi;
- dell'esigenza di evitare che, in condizioni di piena del recapito finale (roggia Benzona), le sue acque rientrano, indebitamente, all'impianto di depurazione tramite il collettore DN 1.000 di scolmatura. La quota di piena ordinaria della roggia Benzona è stata infatti stimata dal gestore pari a circa 72,00 m slm.

I liquami derivati all'ingresso dell'impianto, dopo essere stati sottoposti ad una fase di grigliatura, vengono sollevati con due pompe sommergibili in un vecchio canale di dissabbiatura statica (attualmente del tutto inefficace) con successiva immissione a gravità nel trattamento biologico. Su ciascuna delle due tubazioni di mandata delle pompe è installato un misuratore di portata di tipo elettromagnetico. Non è presente alcuna fase di disoleatura. Le acque scolmate all'ingresso, eccedenti la capacità di trattamento dell'impianto, vengono invece, come già detto, direttamente addotte alla roggia Benzona.



Foto 2-1: Pozzetto di derivazione e scolmatura in ingresso all'impianto



Foto 2-2: Filtrocclea esistente

Il trattamento biologico avviene in un bacino circolare aerato tramite diffusori a candela asserviti a due compressori; per incrementare il quantitativo di ossigeno in vasca era stato installato anche un aeratore (tipo flow jet), poi rimosso e riposizionato nel comparto di accumulo fanghi.

Dal comparto biologico il liquame passa ad un bacino circolare di sedimentazione finale, dotato di ponte meccanico a trazione periferica, da dove il chiarificato viene inviato direttamente allo scarico finale nella roggia Benzona (tubazione DN 200). È presente, ma non funzionante ed ormai inutilizzabile, una piccola sezione di disinfezione finale ad UV.



Foto 2-3: Bacino di ossidazione a pianta circolare esistente



Foto 2-4: Particolare vasca di sedimentazione finale esistente

I fanghi attivi separati sul fondo della vasca di sedimentazione finale vengono raccolti in un cono centrale mediante raschiatori e continuamente riciccolati a monte del bacino di ossidazione biologica a mezzo di due pompe sommergibili. Periodicamente dal circuito fanghi di ricircolo vengono estratti anche i fanghi di supero biologico che sono inviati ad un bacino di accumulo/ispessimento statico non meccanizzato a pianta quadrata, dotato di aerazione.

Non è presente una sezione di disidratazione meccanica; il fango viene prelevato liquido all'1÷2% circa di sostanza secca ed avviato presso un altro impianto di depurazione dotato della sezione di disidratazione meccanica.

Il ciclo di trattamento delle acque è quindi costituito da:

- Arrivo liquami e scolmatura acque in eccesso;
- Grigliatura fine – 1 linea
- Stazione di sollevamento liquami (2 pompe sommergibili)
- Dissabbiatura a canale (non esercita) – 1 linea
- Ossidazione biologica – 1 linea
- Sedimentazione finale – 1 linea
- Disinfezione ad UV (non attiva) – 1 linea
- Ricircolo fanghi biologici ed estrazione fanghi di supero

Il ciclo di trattamento fanghi comprende invece:

- Accumulo/Ispessitore statico fanghi supero e periodica asportazione di fanghi liquidi.

Nella successiva Tabella 2-2 sono riassunte le caratteristiche e le dimensioni delle principali sezioni di impianto, così come aggiornate in base ai rilievi di dettaglio eseguiti in occasione della progettazione preliminare dell'aprile 2013, da considerarsi ancora valida alla data odierna non essendo intervenute, da allora, significative modifiche, secondo quanto comunicato dal gestore. Nelle Tavole H.03 ed H.04 sono riportate, rispettivamente, il rilievo plano-altimetrico dell'impianto esistente e la planimetria di dettaglio con i circuiti idraulici rilevati.

Si evidenzia qui, come la ricostruzione delle opere e delle linee esistenti interrate, sia stata ricavata non da rilievi diretti, tecnicamente non attuabili nell'attuale situazione dell'impianto, ma dalle informazioni fornite dal gestore, in mancanza di tavole e/o elaborati storici e/o di riferimento "al costruito" dell'impianto. È pertanto probabile che ancorché i vari circuiti ed i manufatti progettualmente previsti siano stati accuratamente studiati, possano riscontrarsi nel corso dei lavori di costruzione interferenze o imprevisti tali da comportare modifiche, anche significative, alle opere in progetto.

Tabella 2-2: Caratteristiche e dimensioni delle principali sezioni dell'impianto di Crespiatica (LO).

Unità	N. linee	Volume (m ³)	Dimensioni	Superficie (m ²)	Descrizione e commenti
LINEA ACQUE					
Ingresso liquami					N.1 Sonda misuratore di livello su soglia di stramazzo pozzetto derivazione ingresso liquami
Grigliatura media/fine	1				N. 1 Filtro-coclea compattatrice in acciaio inox, con luce di 5 mm. Raccolta grigliato compattato con accumulo in contenitore asportabile manualmente.
Sollevarmento iniziale	2				N. 2 pompe sommergibili, di cui una da 30 m ³ /h e una da 20 m ³ /h. Misuratore elettromagnetico della portata su ciascuna tubazione di mandata in acciaio DN 80.
Dissabbiatura	1				Sezione a canale statico in funzione, ma funzionalmente inadeguata. Disoleatura assente.
Ossidazione	1	180	D _{max} = 10,40 m D _{min} = 7,7 m H _{utile} = 3 m		La vasca è attrezzata con sistema diffusione aria a candele porose a bolle fini. Presenti N. 2 compressori di aerazione a lobi da 242 e 346 Nm ³ /h e 7,5 kW/cad con cabina insonorizzata, posti entro locale chiuso. Misura dell'O ₂ mediante una sonda automatica fissa.
Sedimentazione finale	1	130	D _{utile} = 8 m D _{sommità} = 7,1 m (canalette interne) H _{media} = 2,6 m	50	La vasca circolare è dotata di ponte raschiatore a trazione periferica. Presente lama paraschiuma perimetrale e scum box raccolta flottati e fanghi galleggianti estratti mediante N. 1 pompa membrana da 3 CV ed inviati ad ispessimento/accumulo fanghi
Disinfezione	1				Sezione del tipo ad UV non attiva

Unità	N. linee	Volume (m ³)	Dimensioni	Area (m ²)	Descrizione e commenti
LINEA FANGHI					
Ricircolo fanghi biologici a ossidazione	2				N. 2 pompe sommergibili da 30 m ³ /h cad, 1,5 kW.
Estrazione fango di supero	-				Manuale su circuito fanghi ricircolo mediante saracinesche
Accumulo ed ispessimento statico	1	42	L = 4 m B = 3 m H _{media} = 3,5 m	12	Presente N.1 aeratore da 250 m ³ /h che assicura parziale mescolamento dei fanghi.
IMPIANTI ELETTRICI (ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO IN BASSA TENSIONE)					
Locale quadri elettrici	1				Presenti: N. 1 quadro pompe sollevamento e compressori aerazione; N. 1 quadro pompe ricircolo +sedimentatore finale N. 1 quadro pompa schiume + aeratore ispessimento/accumulo N. 1 quadro servizi N. 1 quadro generale prese N. 1 quadro rifasamento N. 1 sistema di telecontrollo, via GSM

2.5. Condizioni di esercizio e criticità dell'impianto di depurazione esistente

Nella successiva Tabella 2-3 vengono sinteticamente riepilogate le portate medie mensili registrate nel corso degli anni dal 2010 al 2015, ottenute mediando le portate giornalmente registrate dagli esistenti misuratori di portata posti sulle condotte di mandata delle pompe di sollevamento iniziale.

Vengono altresì riportati i valori dei principali parametri inquinanti all'ingresso dell'impianto ed in uscita, ottenuti su campioni istantanei (e non medi giornalieri) prelevati in uno o due giorni di ciascun mese in condizioni di tempo secco (fonte: SAL Srl).

Le periodiche analisi effettuate da SAL Srl, evidenziano anche, saltuariamente, la presenza di significativi afflussi di grassi e oli vegetali/animali (con valori compresi tra 10 – 20 mg/l) e, talora, afflussi anomali, quasi certamente derivanti dagli scarichi del caseificio Mor Stabilini, attività produttiva sottoposta a specifici controlli e ripetuti provvedimenti sanzionatori da parte degli Enti competenti, con prescrizioni (spesso non rispettate) di adeguamento dei propri scarichi entro i limiti di accettabilità/ammissibilità della rete fognaria di adduzione al depuratore comunale.

Dalle tabelle sotto riportate si possono evidenziare le seguenti principali considerazioni:

- le portate trattate dall'impianto su base annua (che risultano comprensive anche dei contributi in tempo di pioggia) risultano essere sostanzialmente costanti intorno al valore medio di $12.500 \div 16.500 \text{ m}^3/\text{mese}$ (circa $400 \div 550 \text{ m}^3/\text{d}$). Tenendo conto di alcune registrazioni anomalmente basse (forse anche in relazione a difetti di misurazione) e di quelle, al contrario, assai più elevate verificatesi nel corso di alcuni mesi, si ritiene più corretto considerare un incremento del 25-30% dei valori prima indicati, adottando portate dell'ordine dei $550-650 \text{ m}^3/\text{d}$ quale riferimento più realistico dell'attuale situazione di alimentazione media giornaliera dell'impianto;
- le concentrazioni degli inquinanti in ingresso all'impianto, rilevate in condizioni di tempo secco, evidenziano in maniera inequivocabile una notevole diluizione dei reflui alimentati, determinata da una significativa presenza di acque parassite di infiltrazione nella rete fognaria comunale; tali acque "impegnano" costantemente i condotti della fognatura mista comunale e sono trattate al depuratore unitamente ai reflui urbani. Tale situazione, da un lato riduce drasticamente i margini di utilizzo della fognatura per le necessità di smaltimento delle acque di pioggia (con possibili fenomeni di sovraccarico della rete in occasione di eventi intensi) e dall'altro causa un esercizio anomalo dell'impianto di depurazione che risulta funzionare come se tutti i giorni dell'anno si verificassero condizioni di tempo piovoso, con aggravio sia di tipo economico (maggiori consumi energetici del sollevamento iniziale, ecc.) sia di tipo processistico per i maggiori rischi di dilavamento della biomassa del comparto biologico e di fuoriuscita di fanghi dalla sezione di sedimentazione finale;
- l'esame dei carichi di inquinamento organico e azotato addotti all'impianto (valutati come prodotto delle concentrazioni medie riscontrate per le portate medie trattate, pur su base mensile) consente di determinare in circa $1.000 \div 1.100 \text{ AE}$ la popolazione equivalente effettivamente mediamente trattata dal depuratore, a fronte di una popolazione residente allacciata incrementatasi progressivamente nel corso degli anni e attualmente assai superiore a tali valori (circa 2.000 AE);
- all'impianto pervengono, periodicamente, scarichi ricchi di sostanze grasse e con elevati carichi organici, derivanti con ogni probabilità dal caseificio Mor Stabilini (per il quale era stato valutato un apporto inquinante pari a 300 AE^2), che determinano condizioni di elevatissima criticità per il depuratore comunale, già penalizzato dalle pro-

² Rif. Relazione di verifica impianto Crespiatica, marzo 2010 (dott. ing. Lorenzo Zoppei). Si veda anche Par. 3.1 della presente relazione

blematiche di cui ai precedenti punti e privo di sezioni specifiche di "sgrassatura e disoleazione";

- quanto sopra esposto porta a concludere che l'impianto di depurazione venga attualmente gestito compatibilmente con la sua massima capacità di trattamento, essendo tuttavia prevalente il criterio idraulico rispetto al criterio del carico inquinante, in relazione alla più volte citata significativa presenza delle acque parassite; tale presenza condiziona infatti, oltre che il funzionamento delle pompe di sollevamento iniziale (che risulta essere continuo nell'arco della giornata), anche - come già anticipato - il posizionamento della soglia di sfioro posta nel pozzetto di alimentazione del depuratore;
- tutti i dati raccolti in precedenza descritti e commentati fanno sempre riferimento a condizioni medie mensili o annuali per quanto concerne le portate ed a dati giornalieri istantanei (mediati mensilmente, peraltro su pochi valori) per quanto riguarda le concentrazioni di inquinanti. Essi non consentono, quindi, di evidenziare le situazioni di maggiore criticità, sia per la rete fognaria che per l'impianto di depurazione, per quest'ultimo legate in particolare alle condizioni di alimentazione di punta o, in relazione alla presenza del citato caseificio Mor Stabilini, alle condizioni di scarico, puntuale o distribuito nell'arco della giornata, del suddetto insediamento.

Tabella 2-3: Sintesi delle condizioni di alimentazione ed uscita dell'impianto di Crespiatica dal 2010 al 2015 (portate e principali parametri di inquinamento, fonte: SAL Srl).

Anno 2010	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
	Portata ^(*) (m ³ /mese)											
Gennaio	9.947	28/01	293	49	205	20	180	14	27,4	20,3	3	1
Febbraio	9.316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	11.004	08/03	90	32	45	5	56	9,9	13,7	0,1	-	-
Aprile	13.312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	13.486	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	24.538	03/06	159	29	75	6	88	12	15	3,8	-	-
Luglio	11.233	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	12.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	8.304	06/09	119	21	65	4,9	60	9,9	14	0,1	-	-
Ottobre	13.187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	9.890	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	9.533	06/12	154	39	85	12	82	13	11,9	2,5	-	-
Media annua	12.145	-	163	34,00	95	9,58	93,2	11,76	16,4	5,36	3	1,00

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

Anno 2011	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
	Portata ^(*) (m ³ /mese)											
Gennaio	9.885	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	21.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	20.066	03/03	-	23	-	8	-	2	-	0,36	-	-
		09/03	292	20	150	4,9	182	9,9	35,2	0,1	-	-

Aprile	10.402	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	10.691	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	12.565	08/06	112	30	65	4,9	52	13	19	0,1	-	-
Luglio	12.900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	11.266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	15.436	21/09	263	17	135	4,9	144	9,9	29,1	0,1	-	-
Ottobre	11.830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	10.295	08/11	169	11	90	4,9	80	9,9	13,9	0,1	-	-
Dicembre	10.899	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media annua	13.105	-	209	20,2	110	5,52	114,5	8,94	24,3	0,152	-	-

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

Anno 2012	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Gennaio	9.869	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	13.714	09/02	387	19,9	210	4,9	194	4,9	32,7	0,1	-	-
Marzo	13.749	05/03	302,5	58,3	62	7,1	100	21	14,1	0,55	1,98	0,98
Aprile	13.683	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maggio	16.327	10/05	215	19,9	115	4,9	115	4,9	27,7	0,1	-	-
Giugno	16.811	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Luglio	15.289	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-	1,38
Agosto	14.854	09/08	88	19,9	32	4,9	30	4,9	15,6	0,1	-	-
Settembre	16.599	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	15.913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	15.037	15/11	50	19,9	20	4,9	18	4,9	14,8	0,1	-	-
		28/11 **	3804	24,9	518	5,9	148	10	55,1	1,03	31,1	1,93
Dicembre	17.373	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media annua	14.935		208,5	27,58	87,8	5,34	91,4	8,12	21,0	0,19	1,98	1,18

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

(**) scarico anomalo non considerato nella media

Anno 2013	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Gennaio	15.673	16/01 **	96,2	79,4	56	36,7	39	54	13,4	8,46	-	-
		30/01	466,5	65	226	21,9	96	12	27,2	21,5	-	-
Febbraio	17.101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	16.841	-	-	21,99	-	9,99	-	9,99	-	0,99	-	-
Aprile	16.495	24/04	88,3	7,51	51	2,3	56	3	17,2	0,15	-	-
Maggio	19.050	-	-	21,99	-	9,99	-	9,99	-	0,99	-	-
Giugno	17.253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,29
Luglio	17.716	-	-	21,99	-	9,99	-	9,99	-	0,99	-	-
Agosto	14.954	28/08	109,2	4,73	63	1,4	48	2	6,04	0,08	-	-
Settembre	16.260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	17.836	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	17.344	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	15.162	11/12	582,8	21,5	243	6	280	3,9	26,7	0,13	-	-
Media annua	16.807		311,70	23,53	145,75	8,80	120,00	7,27	19,29	3,55	-	2,29

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

(**) scarico anomalo non considerato nella media

Anno 2014	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Gennaio	14.843	08/01	89,6	8,7	45	1	21	3,2	9,27	0,4	-	-
Febbraio	12.441	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marzo	14.003	12/03	225,5	11,6	175	10	49	4	31,9	0,23	-	-
Aprile	15.260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Maggio	20.803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	14.224	11/06	115	42,9	49	22	12	1	7,13	0,14	-	-
Luglio	15.728	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,18
Agosto	16.529	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	17.175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	17.505	08/10	311,3	12,6	178	7	90	7	14,9	0,11	-	-
		14/10	-	9,99	-	4,99	-	9,99	-	0,99	-	-
Novembre	17.862	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	17.169	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media annua	14.843		185,35	17,16	111,75	9,00	43,00	5,04	15,80	0,374	-	1,18

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

Anno 2015	Valori medi mensili	Valori istantanei										
		d	COD (mg/L)		BOD ₅ (mg/L)		SST (mg/L)		N-NH ₄ ⁺ (mg/L)		P _{tot} (mg/L)	
			IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Gennaio	15.780	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Febbraio	14.065	18/02	167,1	6,84	79	2	39	2,8	11	0,06	-	-
		19/02	-	9,99	-	4,99	-	9,99	-	0,99	-	-
Marzo	15.389	03/03	130,3	18,77	100	5	72	5	23,7	0,2	-	-
Aprile	15.589	22/04	435,6	31,9	243	24	44	13	26,4	0,4	-	-
Maggio	20.209	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Giugno	17.433	17/06	66,5	5,78	51	5	6	8	4	0,12	-	-
Luglio	18.656	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	18.841	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Settembre	17.374	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ottobre	17.241	08/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,09
		14/10	106	10,49	60	6	12	3,1	20,7	0,12	-	-
Novembre	16.630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dicembre	15.038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media annua	16.854		181,10	13,96	106,60	7,83	34,60	6,98	17,16	0,315	-	2,09

(*) valori comprensivi degli apporti in tempo di pioggia

3. STIMA DELLE PORTATE E DEI CARICHI ATTUALI E DI PREVISIONE FUTURA

Come già anticipato in Premessa, i criteri di valutazione delle portate e dei carichi afferenti all'impianto di Crespiatica sono stati impostati facendo riferimento a due scenari, di breve termine (2016-2020) e di medio - lungo termine (dal 2025 in poi).

Il primo scenario è principalmente correlato alle scadenze temporali fissate dalla vigente normativa (R.R. n. 3/2006) per il rispetto dei limiti allo scarico di cui al successivo Paragrafo 4.2, nonché per provvedere alle opere di adeguamento e potenziamento impiantistico richieste dalle dimensioni dell'agglomerato servito, di cui al successivo Paragrafo 3.1.

Il secondo scenario è stato, invece, ipotizzato quale obiettivo di dimensionamento futuro, in modo che le opere oggi previste non debbano essere nuovamente oggetto di significativi interventi di adeguamento e/o ulteriore potenziamento; in tal senso si sono adottati criteri cautelativi per quanto concerne la futura potenzialità impiantistica.

Per tale scenario sono anche stati ipotizzati interventi di parziale riduzione delle infiltrazioni di acque parassite nella rete fognaria, di cui il gestore dovrà programmare l'esecuzione in relazione alle risultanze delle analisi di approfondimento sviluppate.

Si ritiene qui opportuno anticipare le principali assunzioni effettuate, per ciascuno scenario di riferimento, così come esplicitate nei successivi Paragrafi:

- scenario di breve termine (periodo 2016-2020): si è ipotizzata una potenzialità di dimensionamento dell'impianto pari a 3.000 AE. In relazione al breve lasso di tempo considerato, non sono state ipotizzate significative riduzioni delle infiltrazioni di acque parassite nella rete fognaria rispetto ai valori di cui al Paragrafo 2.2., richiedendosi necessario il ricorso ad importanti risorse economiche oggi non disponibili.
- scenario di medio - lungo termine (dal 2025): si è ipotizzata una potenzialità di dimensionamento dell'impianto pari a 3.500 AE. Si è inoltre ipotizzata, rispetto alla situazione di breve termine, una riduzione media del 50% delle infiltrazioni di acque parassite, da ottenersi progressivamente nel corso degli anni.

Si precisa infine che, in relazione alla presenza delle acque di infiltrazione, per il trattamento delle acque di pioggia sono stati adottati criteri di dimensionamento dell'impianto più cautelativi di quelli richiesti dal R.R. n.3/2006 e s.m.i. (rif. Paragrafo 1.2). Sono infatti stati prudenzialmente ipotizzati contributi di alimentazione ai pretrattamenti meccanici e al successivo comparto biologico dell'impianto pari a 1.000 L/AE·d, a fronte di un valore normativo richiesto di 750 L/AE·d.

Si è inoltre già impostata la soluzione progettuale in modo da poter in futuro inserire nello schema di processo anche una vasca di accumulo delle acque di extra pioggia, in conformità alle nuove indicazioni di cui alla bozza di revisione del citato Regolamento regionale, attualmente ancora in fase di elaborazione.

3.1. Popolazione civile ed industriale insediata e di previsione futura - Stima delle portate e dei carichi inquinanti

Nella successiva Tabella 3-1 viene rappresentato lo sviluppo demografico verificatosi nel Comune di Crespiatica dal 1981 (presenza del depuratore originario) al 2015 (presenza del depuratore attuale).

Tabella 3-1: Popolazione residente a Crespiatica nel periodo 1981 – 2015 (fonte: uff. anagrafe comunale)

Anno	Popolazione residente
1981	1.296
1991	1.447
2001	1.564
2006	1.864
2011	2.208
2015	2.257

Al primo gennaio 2016, la popolazione residente risulta essere pari a 2.257 abitanti (fonte ISTAT), dato assunto quale popolazione complessiva anche per l'anno 2016.

Come già anticipato, la popolazione residente (escluse quindi le attività produttive) oggi servita dalla pubblica fognatura può essere valutata con buona approssimazione pari all'85÷ 90% del totale, cioè pari a circa 1.910-2.030 residenti.

Tale valore coincide sostanzialmente anche con le indicazioni ricavate dai dati dell'Autorità d'Ambito di Lodi (ATO Lodi). Per l'agglomerato³ di Crespiatica (identificato con la sigla AG09802501) è stata infatti stimata una popolazione equivalente complessiva pari a 2.463 AE, di cui 2.149 AE serviti e 314 AE non serviti (1.983 domiciliati e 480 AE da attività produttive).

Per quanto concerne le previsioni di incremento futuro della popolazione residente, è possibile fare riferimento alle due seguenti ipotesi:

- assumere il dato indicato nel PGT comunale, pari 2.622 residenti insediabili, con riferimento all'orizzonte temporale dello scenario di medio-lungo termine, dall'anno 2025 in poi;
- ipotizzare un tasso medio di crescita della popolazione di Crespiatica sulla base degli incrementi registrati nel periodo dal 2006 ($P_{2006} = 1.864$) al 2016 ($P_{2016} = 2.257$), calcolati con la formula:

$$i = \left(\frac{P_{2016}}{P_{2006}} \right)^{\frac{1}{2016-2006}}$$

Tale incremento risulta pari al valore di 1,0193. Assumendo, quindi, tale tasso di crescita costante anche negli anni successivi al 2016, è possibile stimare al 2020 una popolazione pari a 2.436 residenti ed al 2025 una popolazione pari a 2.681 residenti, a-

³ Per agglomerato si intende un'area in cui la popolazione e/o le attività produttive sono concentrate in misura tale da rendere tecnicamente ed economicamente ammissibile la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane a un sistema di trattamento o al recapito finale.

vendo applicato per il conteggio le seguenti formule:

$$P_{2020} = P_{2016} \cdot i^{(2020-2016)} \quad P_{2025} = P_{2016} \cdot i^{(2025-2016)}$$

In relazione a quanto sopra riportato, si è ritenuto di assumere, cautelativamente, i seguenti valori di popolazione residente, con riferimento ai due scenari di dimensionamento ipotizzati:

scenario di breve termine: 2.500 AE;
scenario di medio-lungo termine: 2.800 AE

Per quanto concerne i consumi idrici della popolazione residente, i dati forniti dal gestore del servizio hanno consentito di stimare per il Comune di Crespiatica, con riferimento agli anni più recenti, una dotazione idrica di circa 300 L/AE·d, valore da ritenersi perfettamente in linea con gli standard vigenti nel territorio lombardo.

Nella realtà, come visto, tale dotazione idrica contribuisce solo in parte ai valori di portata registrati nella rete fognaria in condizioni di tempo secco, essendo presenti significativi apporti di acque parassite che determinano, di fatto, un notevole incremento delle portate addotte alla depurazione.

Richiamando le considerazioni esposte al precedente Paragrafo 3.2, ai fini del dimensionamento delle opere di adeguamento e potenziamento oggetto del presente progetto definitivo si è pertanto fatto riferimento, per semplicità di calcolo, a valori di dotazione idrica "apparente", ricomprendendo in essi anche gli apporti di acque di infiltrazione.

In particolare, come anticipato, si sono stimate le seguenti dotazioni idriche apparenti:

- scenario di breve termine: 600 L/AE·d, pari al doppio della dotazione idrica effettiva;
- scenario di medio-lungo termine: 450 L/AE·d, avendo ipotizzato una parziale riduzione nel tempo delle infiltrazioni di acque parassite, a seguito di interventi da eseguire negli anni a venire sulla rete fognaria comunale, previo acquisizione dei relativi finanziamenti.

Le portate medie giornaliere (Q_d) addotte alla depurazione sono state poi ricavate applicando alla dotazione idrica apparente il coefficiente di afflusso pari a 0,8 (anche se a rigore tale assunzione non sarebbe applicabile alla quota parte di acque parassite). Risulta:

- scenario di breve termine: $2.500 \text{ AE} \cdot 600 \cdot 0,8 = 1.200 \text{ m}^3/\text{d}$
- scenario di medio-lungo termine: $2.800 \text{ AE} \cdot 450 \cdot 0,8 = 1.008 \text{ m}^3/\text{d}$

Oltre ai residenti civili, è anche necessario stimare la popolazione equivalente di origine industriale/produttiva con apporti in fognatura idro-inquinanti, potendosi trascurare tutte le attività commerciali, terziarie, di servizio o anche artigianali assimilabili a civili, da ritenersi già comprese nel computo degli apporti civili.

Nella successiva Tabella 3-2 è riportato un elenco delle principali attività produttive presenti a Crespiatica, così come rilevate in occasione del progetto preliminare dell'aprile 2013.

Tabella 3-2: Elenco attività produttive presenti a Crespiatica nel 2012 (fonti: SAL Srl e Comune Crespiatica)

Nominativo attività produttiva	Tipo attività	Stima consumi idrici (m ³ /anno)
AGL srl	Materiali per imballo	800
Adeco srl	Produzione collanti/adesivi	650
Bassi Ricci Giuseppe	Artigiano: vetri e serramenti	150
Bio-Pan	Panificio industriale	250
Caseificio Mor Stabilini	Caseificio	6.900
Corbellini F.Ili	Officina meccanica	800

Inx srl	Produzione inchiostri	1.600
Italpacking	Imballaggi cartone	900
LFT snc	Serramenti alluminio	450
L'Alco grandi magazzini	Centro commerciale ingrosso	1.200
Piemme camper	Rimessaggio camper	100
Press pali	Impresa edile palificazioni	2.600
RaimoKart	Carte e cartoni	150
Sarmetsnc	Produzione motori elettrici	900
Tec-Mar srl	Zanzariere e serramenti	700

Gran parte delle attività produttive di cui al precedente elenco risulta collocata all'ingresso del Comune (in direzione Sud) presso la SS. 235, area attualmente non ancora allacciata alla rete fognaria asservita all'impianto di depurazione.

Dal punto di vista del carico inquinante, l'unico insediamento significativo è, come già anticipato, il caseificio Mor Stabilini che, invece, risulta ubicato in zona servita dalla fognatura comunale. Ipotizzando una portata media allo scarico (su 230 giorni lavorativi all'anno) pari a 30 m³/d e tenendo conto di valori medi di COD = 1.000 mg/L e BOD₅ = 600 mg/L (valori di letteratura, ma da ritenersi attendibili per il caso in esame), risulta possibile stimare in circa 300 AE il carico inquinante medio giornaliero proveniente dallo stabilimento in questione.

Per le altre attività, l'apporto inquinante è stimabile complessivamente in 150 AE, avendo ipotizzato una portata media giornaliera di scarico in fognatura (per tutti gli insediamenti) pari a 45 m³/d (sempre su 230 giorni/anno) e una concentrazione media degli effluenti di 200 mg/L di BOD₅.

In totale quindi si stima una popolazione equivalente industriale pari a 300 + 150 = 450 AE, valore da aggiungere agli apporti inquinanti della popolazione residente attuale.

Per i due scenari di riferimento temporale futuro si è ipotizzato, rispetto alla situazione attuale, il mantenimento degli apporti del caseificio (300 AE) ed un incremento delle altre attività di 50 AE per il breve periodo e di ulteriori 200 AE per il medio-lungo termine, incrementando proporzionalmente le portate in precedenza indicate a parità di carico inquinante. Risulta quindi:

- scenario di breve termine (500 AE):
 $30 \text{ m}^3/\text{d} + (200 \text{ AE} \cdot 60 \text{ gAE} \cdot \text{d}/200 \text{ mg/L}) = 90 \text{ m}^3/\text{d}$
- scenario di medio-lungo termine (700 AE):
 $30 \text{ m}^3/\text{d} + (400 \text{ AE} \cdot 60 \text{ gAE} \cdot \text{d}/200 \text{ mg/L}) = 150 \text{ m}^3/\text{d}$

3.1.1. Limiti di accettabilità attività produttive

L'allacciamento al sistema depurativo degli insediamenti produttivi non ancora adottati, dovrà essere attuato imponendo il rispetto dei limiti di accettabilità per lo scarico in fognatura previsti dalla Tabella 3, dell'Allegato 5 alla parte terza del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., per tutti i parametri.

Per gli scarichi del caseificio Mor Stabilini dovranno invece essere imposte le condizioni restrittive ed i controlli allo scarico già ripetutamente imposte dagli Enti competenti, cui si rimanda.

3.2. Riepilogo delle portate e dei carichi di tempo secco (scenari di breve e medio-lungo termine)

Nelle successive Tabella 3-3 e Tabella 3-4 viene riportato il riepilogo delle popolazioni equivalenti e delle portate medie giornaliere di tempo secco che si stima graviteranno sul depuratore di Crespiatica, con riferimento ai due scenari ipotizzati.

Tabella 3-3: Stima delle popolazioni equivalenti al depuratore di Crespiatica (scenario breve termine, 2016-2020 e medio – lungo termine, dal 2025)

Scenario	Abitanti equivalenti AE		Totale AE
	civili	industriali	
Breve termine (2016-2020)	2.500	500	3.000
Medio – lungo termine (dal 2025)	2.800	700	3.500

Tabella 3-4: Stima delle portate medie giornaliere di tempo secco, incluse acque parassite, al depuratore di Crespiatica (scenario breve termine, 2016-2020 e medio – lungo termine, dal 2025)

Scenario	Portate di tempo secco (m ³ /d)		Totale m ³ /d
	civili	industriali	
Breve termine (2016-2020)	1.200	90	1.290
Medio – lungo termine (dal 2025)	1.008	150	1.158

3.3. Portate da trattare in tempo di pioggia

Oltre alle portate di tempo secco (caratterizzate, come visto, da diluzioni per effetto delle acque parassite in rete fognaria) è necessario valutare anche le portate in tempo di pioggia che, ai sensi della vigente normativa regionale di cui al Regolamento n. 3 del 24.3.2006 (BURL 1° suppl.ord. al n. 13 del 28.3.2006), è obbligatorio addurre alla depurazione.

Esse sono state calcolate applicando alla lettera, in senso estensivo, l'art. 15 del citato Regolamento regionale, che impone di valutare la portata di pioggia da addurre al trattamento adottando il valore più elevato derivante dall'applicazione dei due seguenti criteri, validi per il caso in esame (recapito in corpo d'acqua superficiale):

a)apporto di 750 litri per abitante equivalente al giorno⁴, considerati uniformemente distribuiti nelle ventiquattro ore, determinando in termini idraulici, ossia per rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica della popolazione residente, assunta pari a 200 l/abxg, gli A.E. degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili;

b) rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera per gli apporti civili e come media su dodici ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri; il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.....”

⁴ Tale valore deve essere elevato a 1.000 L/AE'd in corrispondenza di sfioratori le cui acque eccedenti sia inviate in laghi ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo

Per il caso in esame risulta certamente più critico il criterio di cui al punto a), in considerazione della modesta incidenza degli apporti industriali.

In relazione alla presenza di acque parassite di infiltrazione, si è inoltre ritenuto di procedere operando in maniera più cautelativa rispetto a quanto strettamente richiesto. In particolare si è ritenuto di applicare il conteggio delle portate di pioggia con riferimento al solo scenario di medio-lungo termine (applicato poi anche per il breve termine) e di considerare un apporto ai trattamenti meccanici (Q_{pm}) ed ai trattamenti biologici (Q_{pb}) pari a 1.000 L/AE·d.

Applicando tale criterio, si ricava la seguente portata di pioggia (Q_p) applicata come detto al medio-lungo periodo:

$$Q_{pm} = Q_{pb} = 1.000 \cdot (2.800 + 150/0,200) \cdot 10^{-3} = 3.550 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (pari a } 148 \text{ m}^3/\text{h)}$$

Per lo scenario di breve termine (3.000 AE), l'adozione di tali valori significa che all'impianto saranno trattati contributi di pioggia pari a 1.186 L/AE·d ai trattamenti meccanici e biologici.

3.4. Stima entità delle acque parassite

Per valutare la correttezza delle assunzioni di progetto sopra descritte in merito all'entità delle acque parassite in fognatura e dunque la validità della soluzione progettuale proposta e dei dimensionamenti effettuati, sono stati analizzati i dati orari di funzionamento del depuratore di Crespiatica relativi alle portate sollevate dalle due pompe in testa all'impianto e alle portate sfiorate alla roggia Benzona, ricavate a partire dalla misura di livello della sonda piezo-resistiva installata in corrispondenza del pozzetto di ingresso all'impianto. La somma dei due contributi consente di determinare la portata complessiva in arrivo dalla fognatura comunale.



Foto 3-1: Tubo guida posizionato nel pozzetto di derivazione in ingresso all'impianto dove è stata installata la sonda piezo-resistiva (cavo azzurro)

Il periodo di riferimento analizzato va da settembre 2014 a giugno 2016 (fonte telecontrollo impianto). Ai fini dell'analisi, da tale periodo sono tuttavia stati esclusi gli intervalli in cui non sono disponibili i dati di misura di portata sollevata alle pompe e/o i dati relativi alla misura di livello della suddetta sonda.

La sonda, le cui misure vengono registrate dal telecontrollo a partire da luglio 2014, non ha infatti funzionato per quasi tutto il 2015 e l'inizio del 2016.

La valutazione è stata effettuata considerando i periodi di tempo secco per i quali non è stata registrata la presenza di precipitazione per almeno 15 giorni consecutivi, mentre sono stati esclusi dall'analisi i periodi di pioggia.

Per la definizione dei periodi di tempo secco sono stati analizzati i dati di pioggia, espressi in mm, del pluviometro installato presso l'impianto di depurazione ed i dati di pioggia messi a disposizione da ARPA Lombardia e relativi al pluviometro installato a Lodi. Confrontando ed incrociando i dati dei due pluviometri, sono stati individuati i seguenti periodi di tempo secco, oggetto di analisi:

- PERIODO 1: dal 18/09/2014 al 30/09/2014
- PERIODO 2: dal 14/10/2014 al 03/11/2014
- PERIODO 3: dal 17/12/2014 al 26/12/2014
- PERIODO 4: dal 31/12/2014 al 16/01/2015
- PERIODO 5: dal 05/03/2015 al 15/03/2015
- PERIODO 6: dal 28/03/2015 al 16/04/2015
- PERIODO 7: dal 27/05/2015 al 06/06/2015
- PERIODO 8: dal 05/05/2016 al 22/05/2016
- PERIODO 9: dal 26/05/2016 al 23/06/2016

Nei grafici che seguono vengono illustrati i risultati dell'esame dei livelli di sfioro. In particolare per ogni periodo temporale analizzato, si riporta l'andamento della portata in arrivo all'impianto (Q_{secco}), e lo si confronta con le seguenti portate di progetto:

- $Q_{24} = 54 \text{ m}^3/\text{h}$ (portata media alimentata all'impianto)
- $Q_c = 94 \text{ m}^3/\text{h}$ (portata di punta nera)
- $Q_{pb} = 148 \text{ m}^3/\text{h}$ (portata di pioggia)

La portata in arrivo all'impianto in tempo secco Q_{secco} è stata calcolata come somma tra la portata totale sollevata dalle pompe di sollevamento esistenti e la portata scolmata, con sfioro attivo, alla roggia Benzona.

La portata totale sollevata dalle pompe di sollevamento è data a sua volta dalla somma delle portate sollevate dalle singole pompe e rilevata dai rispettivi misuratori di portata, mentre la portata che sfiora dalla paratoia a stramazzo è stata calcolata mediante la seguente formula, relativa agli stramazzi liberi a soglia sottile:

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

dove:

Q= portata in m^3/sec

μ = coefficiente di efflusso, assunto pari a 0,4

L= lunghezza soglia di sfioro in m

h= battente idraulico in m

g= accelerazione di gravità pari a $9,8 \text{ m}/\text{sec}^2$

La lunghezza della soglia di sfioro nel caso in oggetto è pari a $L = 1,44 \text{ m}$, mentre il battente idraulico sullo stramazzo h , è dato dalla differenza tra il valore misurato dalla sonda piezo-resistiva e la distanza della sonda stessa dalla quota dello stramazzo (54 cm fino a giugno 2015 e 63 cm da maggio 2016, a seguito di un riposizionamento).

In sostanza, tutti i valori di livello misurati che risultano superiori a tale distanza indicano l'attivazione dello sfioro e pertanto la differenza tra i due valori determina il battente sullo sfioro stesso.

Dall'analisi dei grafici riportati si osserva che le portate in tempo secco in arrivo dalla fognatura comunale (Q_{secco}) sono in generale allineate a quelle previste a progetto o quantomeno sono ricomprese tra la portata di punta nera (Q_c) e la portata media (Q_{24}).

Per brevi intervalli temporali la portata Q_{secco} supera la portata di punta nera Q_c ma risulta comunque inferiore alla massima portata di progetto in tempo di pioggia Q_p .

All'interno dei periodi analizzati ci sono infine anche intervalli di tempo, di durata molto breve (in genere poche ore), in cui si verificano dei picchi anomali superiori anche alla portata di pioggia Q_p , e che raggiungono valori compresi tra 250-400 m³/h con valori anche maggiori (periodi 7, 8 e 9). Tali anomalie potrebbero essere riconducibili a particolari situazioni di afflusso delle acque di infiltrazione irrigua dai campi posti nelle aree a monte dell'impianto, oppure a qualche scarico incontrollato in fognatura che si verifica per brevi periodi.

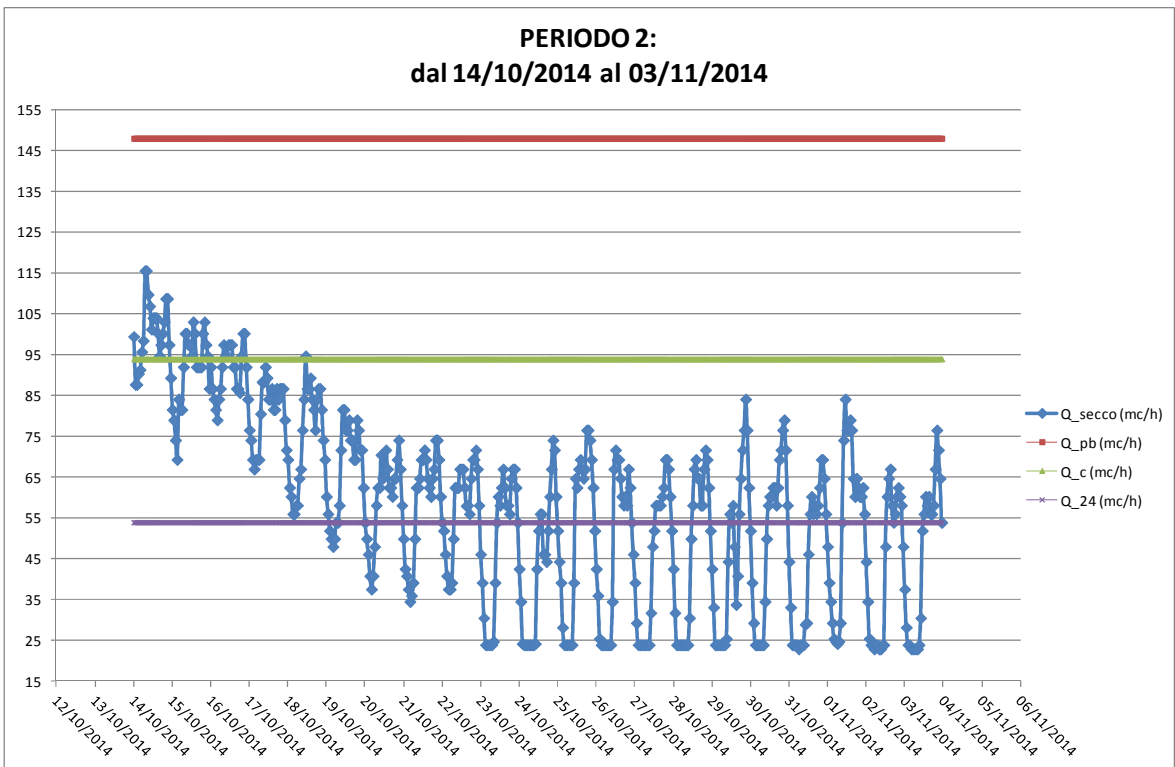
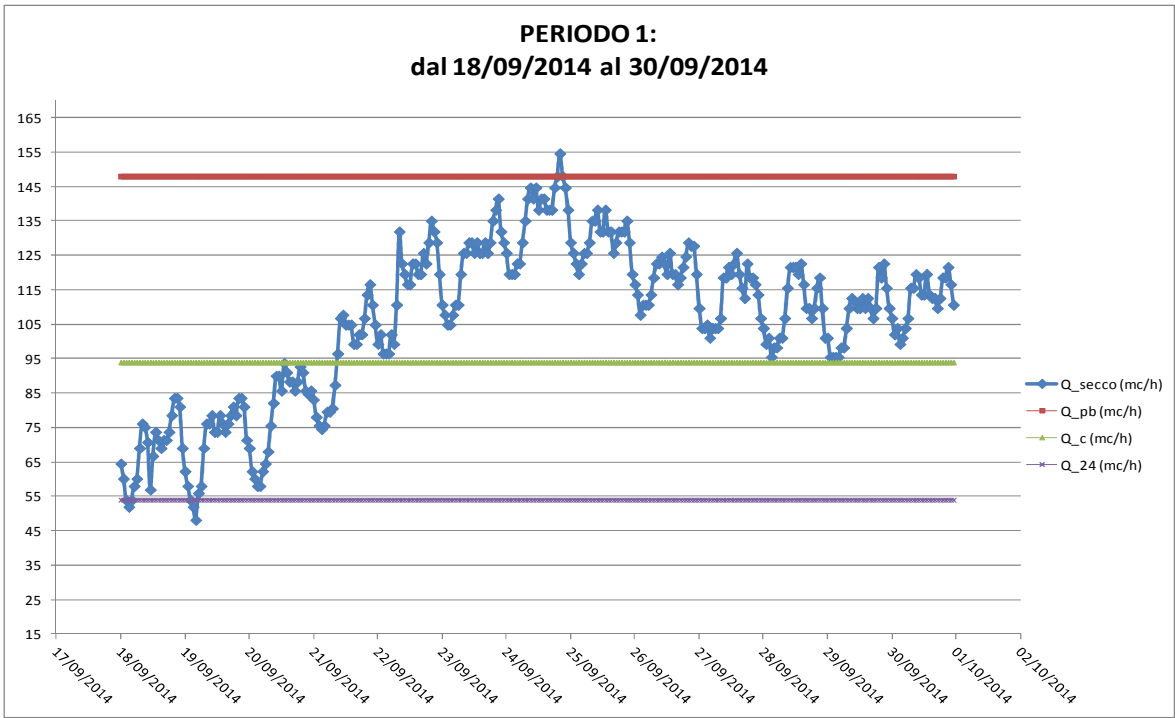
In relazione all'esame svolto, è comunque possibile stimare che, a meno di rare situazioni del tutto anomale (per le quali dovranno essere condotti approfondimenti gestionali sulla rete fognaria), la soluzione progettuale proposta consentirà di addurre al trattamento tutte le portate di tempo secco (al contrario di quanto oggi avviene) e di ridurre in maniera significativa le scolmature dal manufatto di testa in tempo di pioggia, anche in presenza delle acque parassite, sulle quali SAL dovrà comunque in futuro intervenire, come già specificato nei paragrafi precedenti.

Inoltre, come detto, il progetto prevede la realizzazione di una vasca di accumulo temporaneo, in linea con quanto previsto dalla bozza del nuovo regolamento regionale sulla gestione delle acque meteoriche. La vasca, che avrà una capacità di 180 m³ ha lo scopo di:

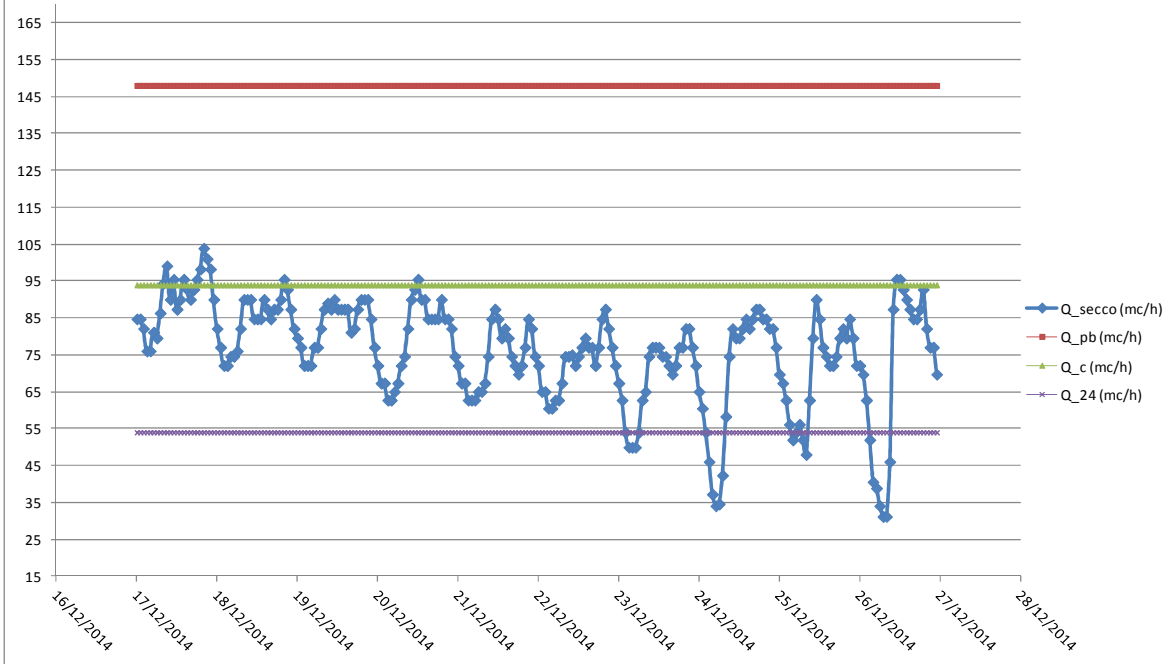
- disporre di uno stoccaggio di emergenza qualora si dovesse riscontrare la presenza di scarichi anomali in fognatura, come già successo in passato (ad es. scarichi in fognatura non regolamentati da parte di un caseificio), che possano causare malfunzionamenti delle successive sezioni di trattamento, con particolare riferimento al comparto biologico;
- poter stoccare e trattare successivamente un'ulteriore quota di parte delle acque di pioggia in ingresso all'impianto rispetto alla portata di progetto (148 m³/h).

La soluzione progettuale proposta prevede dunque che le portate di pioggia eccedenti i 148 m³/h vengano sollevate alla nuova vasca di accumulo temporaneo fino al raggiungimento della sua massima capacità di stoccaggio (180 m³) mediante le pompe di sollevamento a servizio dell'impianto esistente che hanno una portata massima di 25-30 m³/h cadauna.

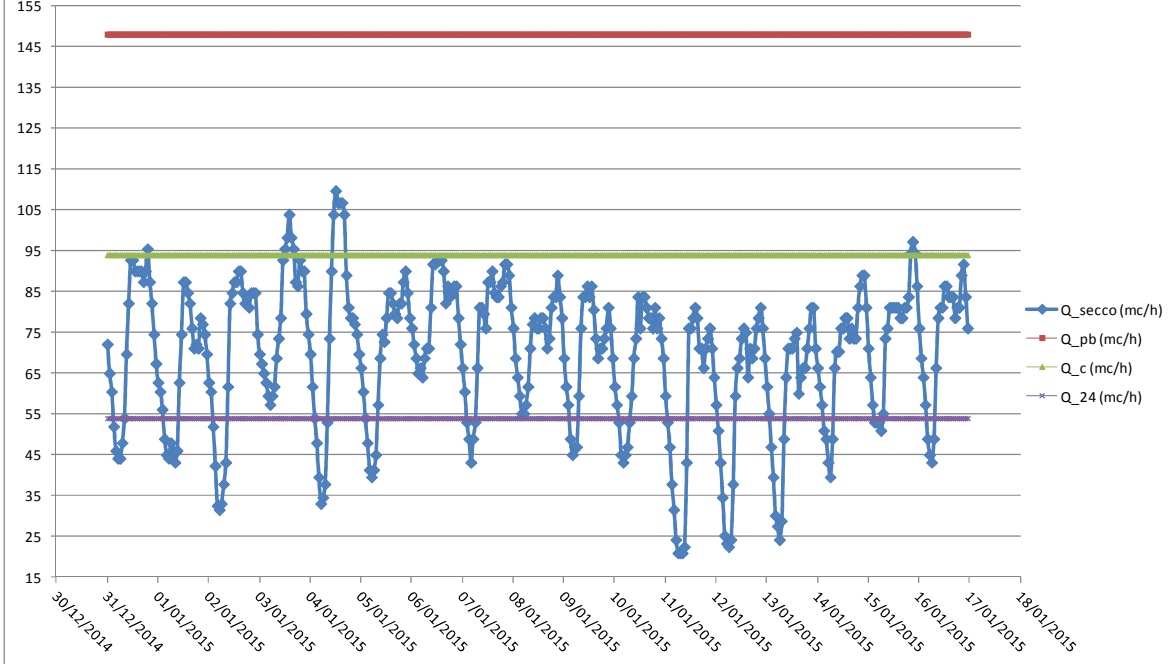
La vasca consentirà di stoccare e trattare successivamente un'ulteriore quota parte delle acque in arrivo dalla fognatura, anche nel caso in cui, durante i periodi secchi, si verificano picchi di breve durata dovuti alla presenza di acque parassite in quantità superiori a quelle stimate, ad ulteriore tutela quindi della Roggia Benzona.



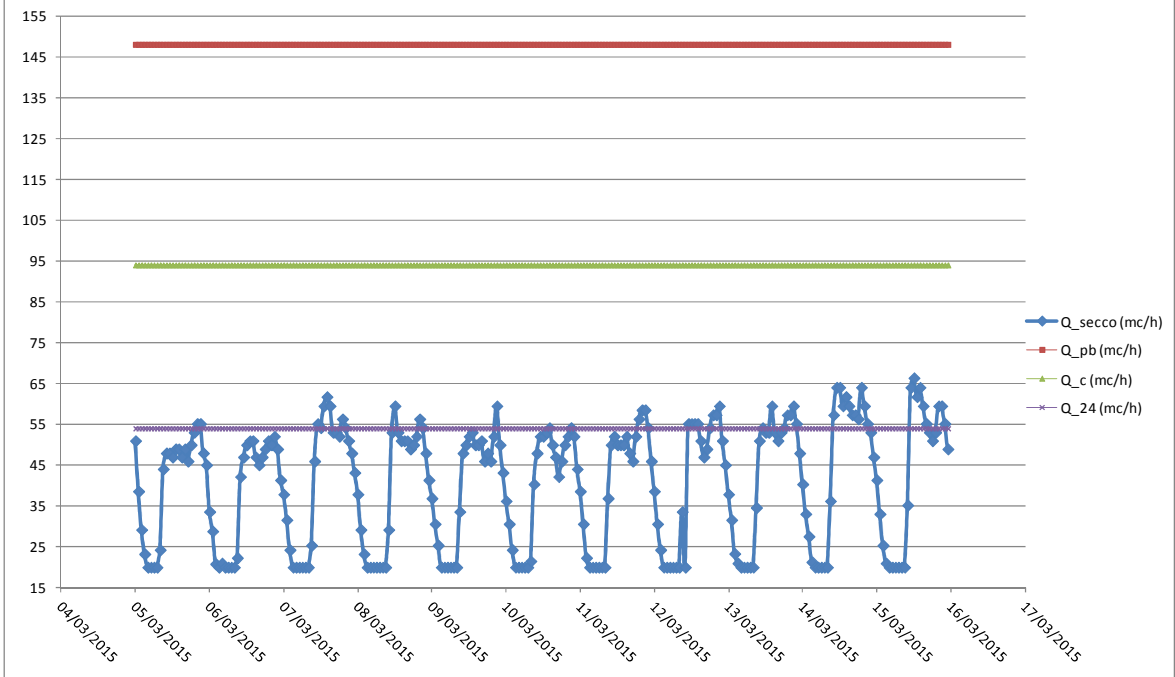
**PERIODO 3:
dal 17/12/2014 al 26/12/2014**



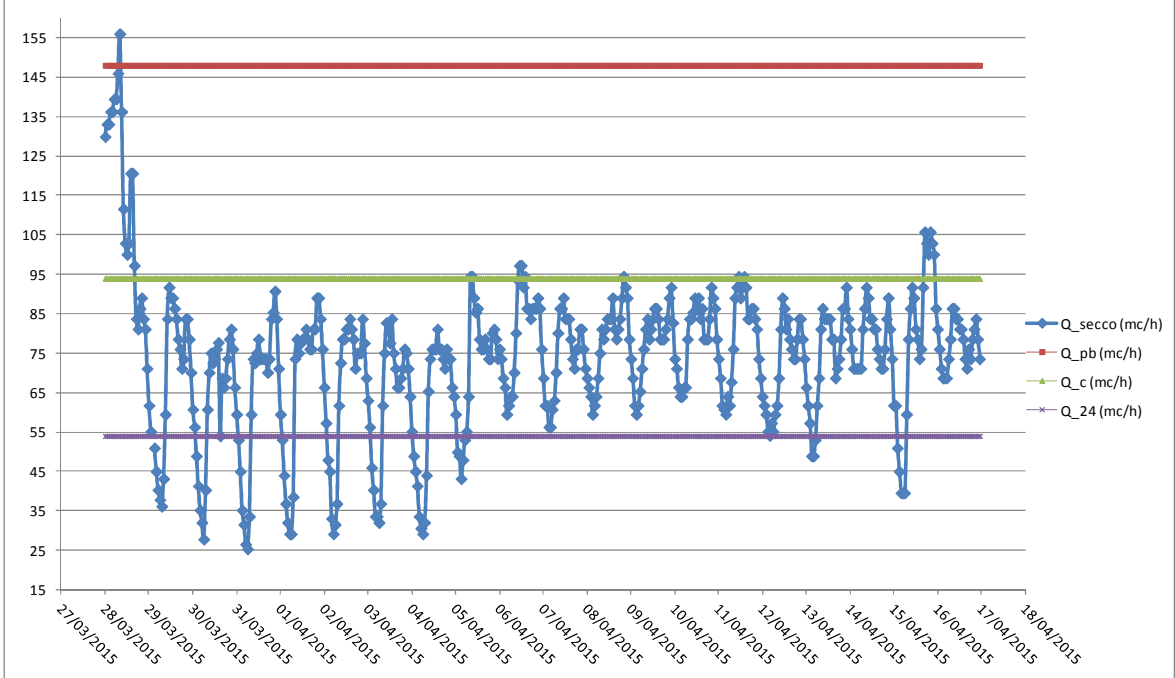
**PERIODO 4:
dal 31/12/2014 al 16/01/2015**

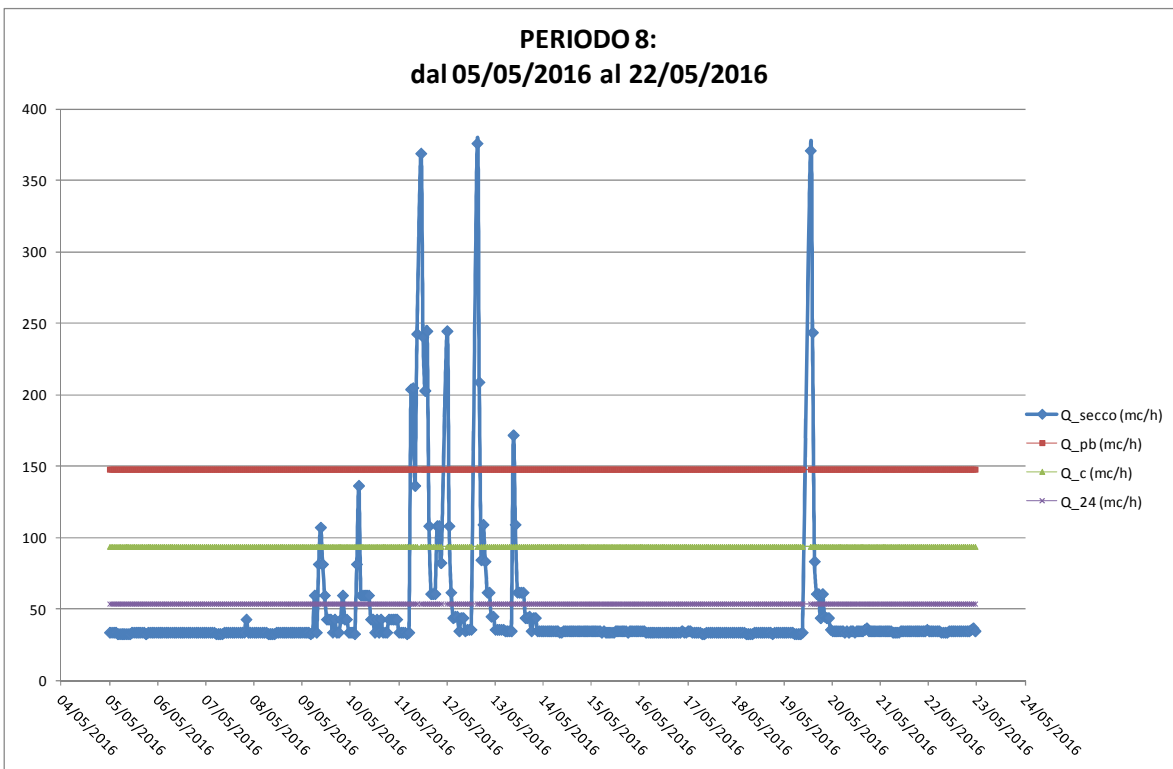
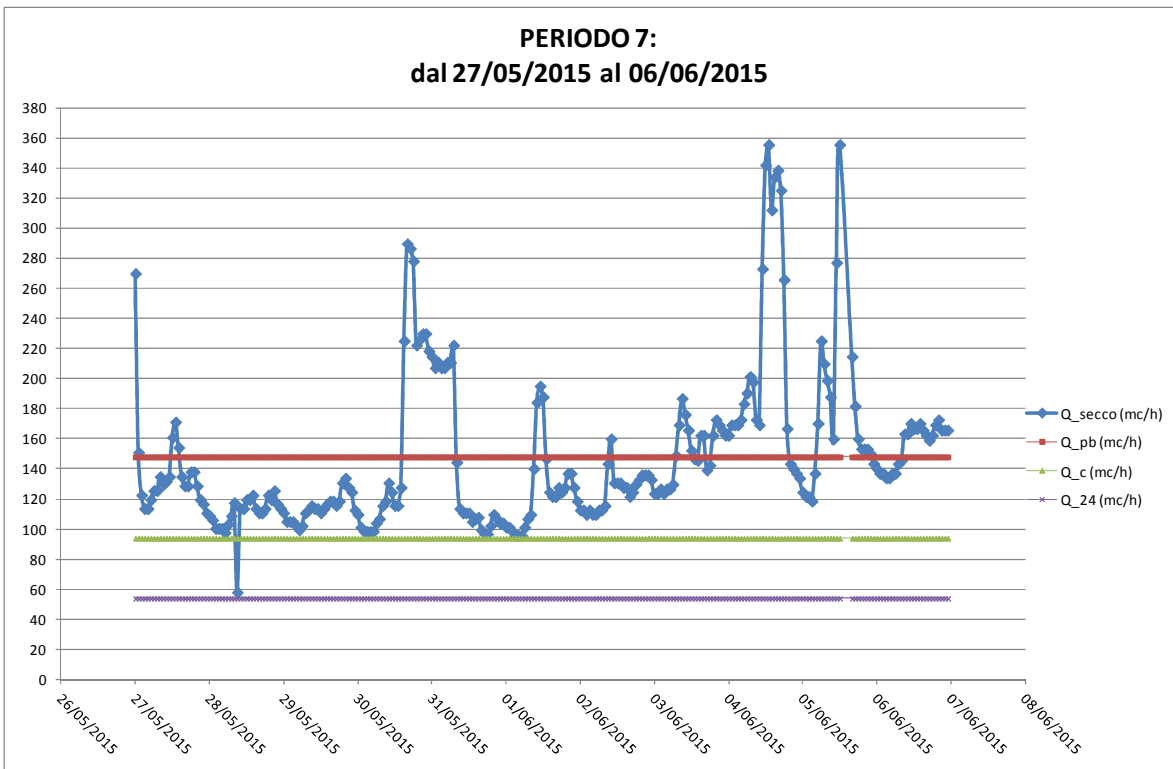


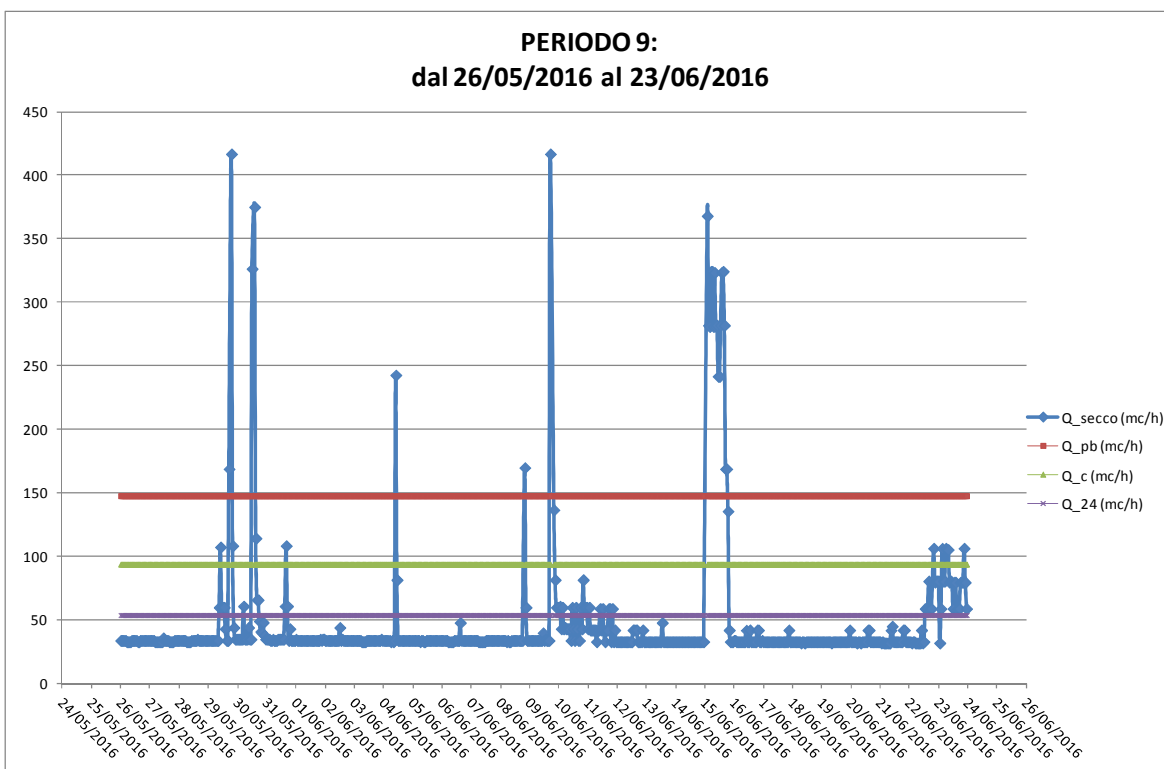
PERIODO 5:
dal 05/03/2015 al 15/03/2015



PERIODO 6:
dal 28/03/2015 al 16/04/2015







3.5. Sintetica descrizione degli interventi da realizzare – Riferimenti normativi

Rimandando alla Relazione tecnica di dettaglio di cui al Capitolo 4. per gli approfondimenti del caso, si anticipa di seguito una sintetica descrizione degli interventi che si prevede di realizzare con il presente progetto preliminare:

- potenziamento della sezione di afflusso (tubazioni) e di grigliatura medio-fine dei liquami in arrivo;
- realizzazione di una vasca di accumulo temporaneo di capacità pari a 180 m³ per lo stoccaggio e il successivo trattamento di acque di extra-pioggia eccedenti la Q_{pm} o in presenza di scarichi anomali in fognatura come stoccaggio di emergenza a protezione delle fasi di trattamento successive;
- realizzazione di una nuova stazione di sollevamento dei liquami. La stazione esistente sarà utilizzata per il sollevamento dell'eventuale extra-pioggia alla nuova vasca di accumulo temporaneo;
- realizzazione di nuovi pretrattamenti meccanici, costituiti da apparecchiature di staccatura fine (due linee) e da un bacino di dissabbiatura-disoleatura aerato (con relativa soffiante);
- inserimento di una nuova sezione di ossidazione-nitrificazione con sistema di diffusori di fondo a bolle fini alimentati da due nuovi compressori e con funzionamento in parallelo a quella pre-esistente che sarà sempre mantenuta attiva;
- realizzazione di un nuovo sedimentatore finale, con superficie e volume utile maggiorati rispetto a quello esistente (che sarà mantenuto attivo), in relazione al nuovo regime idraulico previsto;
- inserimento di una fase di filtrazione finale a tela e di una sezione di disinfezione del tipo UV, con eliminazione di quella esistente non funzionante;
- incremento ed ottimizzazione dei circuiti della linea fanghi (ricircolo e supero) con potenziamento del bacino di accumulo/ispessimento esistente mediante la realizzazione di una nuova vasca a servizio delle linee di ampliamento;

- modifiche ed integrazioni alle opere complementari esistenti (viabilità, reti idriche e fognarie, ecc.) ed alle opere elettriche;
- realizzazione di una nuova viabilità di accesso alla piattaforma ecologica comunale;
- realizzazione di interventi di sistemazione a verde, con rifacimento delle opere di recinzione complessiva delle aree di intervento.

Per la costruzione delle opere civili e strutturali, saranno applicati i criteri di cui al DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", nonché della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al citato decreto. Saranno inoltre applicate le seguenti norme specifiche:

- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-3:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 3: Strutture di contenimento liquidi
- UNI EN 206-1 2006: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (febbraio 2008) – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale

Per la gestione delle terre di scavo saranno invece attuati i dispositivi di cui al DM 161/2012 e s.m.i., nelle more di entrata in vigore delle più recenti proposte di modifica normativa allo studio.

Per le opere elettromeccaniche ed elettriche si farà riferimento ai numerosi disposti normativi CEI ed UNI EN relativi a ciascun specifico settore di intervento.

3.6. Disponibilità delle aree

Come già anticipato, le opere di adeguamento e potenziamento dell'impianto necessitano l'acquisizione di aree supplementari rispetto a quello oggi disponibili.

Tali aree sono rappresentate nella Tavola H.05, mentre nella Tavola H.02 viene riportata la mappa catastale interessata (FG. 4, particella n. 140) ed una vista aerea dell'attuale impianto.

È presumibile che per l'acquisizione dell'area di ampliamento del depuratore e delle aree necessarie a modificare la viabilità di accesso all'esistente piattaforma ecologica, sia necessario il ricorso a procedure di esproprio dei terreni privati interessati.

Al presente progetto viene pertanto allegato il Piano Particellare di Esproprio redatto dal dott. ing. Massimo Bigatti, cui si rimanda per maggiori dettagli.

3.7. Indicazioni generali per l'accessibilità, l'utilizzo e la manutenzione delle opere

Per quanto concerne gli aspetti di accessibilità, utilizzo e manutenzione delle opere si evidenziano i seguenti principali aspetti:

3.7.1. Accessibilità all'impianto

L'accessibilità all'impianto di Crespiatica sarà assicurata dalla viabilità di ingresso all'impianto esistente (via dei Marzi), con ingresso principale che sarà traslato in direzione Ovest come rappresentato nella Tavola H.011.

Tale ingresso sarà adeguato per consentire l'accesso all'impianto anche di mezzi pesanti (motrici a tre/quattro assi) per il ritiro del vaglio di grigliatura, delle sabbie e dei fanghi liquidi.

3.7.2. Utilizzo delle opere

Ad avvenuto completamento della costruzione delle opere di progetto l'intero impianto sarà avviato, con utilizzo di tutte le opere, sia civili che elettromeccaniche, a cura dell'Impresa esecutrice che dovrà provvedere ad affiancare una persona di adeguata qualificazione (operatore specializzato elettrico o meccanico, tecnico processista di adeguata esperienza, ecc.) al personale di gestione SAL Srl, per un periodo di almeno 3 mesi. L'impresa curerà tutte le operazioni connesse alla gestione dell'impianto (ad eccezione di quelle inerenti il prelievo e l'invio dei fanghi alla disidratazione centralizzata, che saranno programmate e coordinate dalla Stazione appaltante), che dovranno essere condotte sia ai fini dell'ottimizzazione del processo depurativo in relazione al rispetto dei limiti allo scarico, sia nei riguardi delle manutenzioni di qualsiasi tipo, sia infine per la risoluzione di tutti i problemi generali o di dettaglio che dovessero insorgere nel periodo di messa in marcia. Nel corso del periodo di avviamento l'impresa provvederà ad istruire il personale della Stazione Appaltante sulle modalità di esercizio e funzionamento dell'impianto in tutte le sue componenti.

Qualora nel periodo di avviamento permanessero problemi di tipo gestionale tali da non garantire le finalità suesposte, sarà fatto obbligo all'Impresa di prolungare il periodo di avviamento, senza compensi aggiuntivi, fino al raggiungimento delle finalità di cui sopra.

Sia durante che successivamente al periodo di avviamento, una volta raggiunta la messa a regime dell'impianto, si darà corso alle prove di funzionamento condotte in contraddittorio tra il personale dell'Impresa ed i tecnici della Stazione Appaltante che provvederà ad effettuare tutti i necessari accertamenti per determinare la rispondenza dell'impianto alle caratteristiche del progetto ed alle garanzie funzionali, ad esito positivo dei quali l'impianto potrà essere preso in consegna ed utilizzato dalla Stazione Appaltante, ferme restando le responsabilità dell'Impresa fino al collaudo definitivo o alla redazione del Certificato di regolare esecuzione.

L'utilizzo delle opere a cura della Stazione Appaltante potrà in ogni caso essere attuato solo ad avvenuta fornitura a cura dell'Impresa appaltatrice di tutti i disegni aggiornati ("as built"), gli schemi dettagliati, le caratteristiche delle macchine e degli apparecchi, le istruzioni per il loro montaggio, smontaggio e funzionamento, il manuale operativo dell'impianto e delle singole parti, nonché tutta la certificazione di legge (ex DM 37/08 e s.m.i.) e i certificati di garanzia delle macchine.

3.7.3. Manutenzione delle opere

Gli interventi di manutenzione ordinaria delle opere dovranno essere oggetto, nelle future fasi di progettazione, di specifico manuale di dettaglio.

In linea generale esse sono costituite dalle seguenti principali attività:

- 1) Pulizia dell'area di pertinenza dell'impianto, con particolare riguardo alla sezioni di pretrattamento e della linea fanghi, e manutenzione delle zone a verde e della recinzione perimetrale.
- 2) Pulizia delle griglie, raccolta del grigliato, delle sabbie, degli oli e dei grassi e loro smaltimento mediante trasporto alle pubbliche discariche.
- 3) Pulizia dei complessi costituenti l'impianto con intervento sulle linee di bagnasciuga per asportare pellicole e corpi flottanti, anche con specifico riferimento alla superficie dei sedimentatori finali.

- 4) Eventuali ritocchi con idonee vernici alle parti metalliche verniciate costituenti l'impianto e periodica idropulizia e/o sabbiatura delle opere civili, in particolare delle vecchie vasche presenti.
- 5) Cambio olio motori secondo il programma suggerito dalle case costruttrici delle macchine e secondo le prescrizioni dei fornitori dei lubrificanti.
- 6) Lubrificazione ed ingrassaggio delle parti meccaniche che, per indicazione del costruttore, hanno necessità di periodico interventi.
- 7) Ripristini di fermate o guasti accidentali a macchine, linee e circuiti elettrici quando le riparazioni siano eseguibili sul posto senza l'impiego o la sostituzione di apparati.
- 8) Esecuzione di tutte le operazioni di manutenzione a macchinari ed apparecchiature (e relative verifiche) prescritte dai manuali d'uso.
- 9) Manutenzione ordinaria all'impianto elettrico, comprendente la sostituzione/riparazione di prese, lampade spia e piccole manutenzioni ai singoli componenti.
- 10) Manutenzione ordinaria agli strumenti di controllo, misura e monitoraggio ed al sistema di telecontrollo.
- 11) Manutenzione e pulizia dei fabbricati, compresa l'eventuale ripristino delle guaine di copertura.
- 12) Adozione di tutte le misure atte ad eliminare eventuali presenze di topi o altri animali nocivi effettuando le necessarie derattizzazioni o disinfestazioni.
- 13) Sgombero della neve sulla viabilità interna e di accesso all'impianto.
- 14) Interventi di protezione contro il gelo onde evitare danni alle tubazioni in periodo invernale.
- 15) Mantenimento nelle vasche del comparto biologico della concentrazione ottimale di biomassa.
- 16) Tutto quant'altro necessario ad assicurare il corretto esercizio dell'impianto e la manutenzione ordinaria di apparecchiature e manufatti.

4. CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO

Le opere di adeguamento e potenziamento dell'impianto di depurazione di Crespiatica, vengono progettate, come già anticipato, facendo riferimento a due scenari temporali di breve termine (potenzialità 3.000 AE con presenza di acque parassite di infiltrazione) e di medio – lungo termine (3.500 AE con parziale riduzione delle acque parassite di infiltrazione).

Si sono inoltre adottati i seguenti altri criteri generali di dimensionamento delle opere:

- mantenimento in esercizio dell'impianto esistente durante la costruzione delle opere di potenziamento ed adeguamento, in modo da assicurare sempre (compatibilmente con le esigenze di interconnessione impiantistica) un trattamento, ancorché parziale (in relazione all'attuale potenzialità dell'impianto esistente), dei reflui fognari in arrivo, a tutela del corpo ricettore;
- incremento, in relazione alla qualità del corpo ricettore, delle percentuali di abbattimento dei principali inquinanti previsti dalla vigente normativa (R.R. n. 3/2006), rispetto ai limiti strettamente richiesti per la potenzialità d'impianto prevista (fascia compresa tra 2.000 – 10.000 AE);
- incremento delle capacità di trattamento di alcune sezioni di impianto, per effetto delle maggiori portate in ingresso determinate dalla presenza delle più volte richiamate acque parassite di infiltrazione.
-

4.1. Sintesi dei dati utilizzati per il dimensionamento e la verifica delle opere

Nella successiva Tabella 4-1 viene riportato il riepilogo delle popolazioni equivalenti, delle portate e dei carichi inquinanti attesi nella situazione di breve termine (2016-2020) e di medio-lungo termine (dal 2025) all'impianto di Crespiatica.

I carichi sono stati calcolati assumendo gli apporti unitari indicati nella stessa Tabella 4-1.

Tabella 4-1: Sintesi dei dati di dimensionamento dell'impianto di depurazione di Crepiatica (LO), in riferimento ai due scenari temporali ipotizzati

Voce	Unità di misura	Scenario di breve termine (2016-2020)	Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)
Popolazione servita			
residenti	AE	2.500	2.800
equivalenti	AE	500	700
Totale	AE	3.000	3.500
Portata in tempo secco			
dotazione idrica effettiva	L/AE·d	300	300
dotazione idrica apparente (compreso acque parassite)	L/AE·d	600	450
coefficiente afflusso (per civili)	-	0,8	0,8
portata giornaliera lavorativa (media annua, comprese acque parassite) Q_d	m ³ /d	1.290	1.158
di cui: civile	m ³ /d	1.200	1.008
industriale	m ³ /d	90	150
portata media giornaliera Q_{24}	m ³ /h	54	48
portata oraria di punta Q_p	m ³ /h	94	86
Portata in tempo di pioggia			
portata di pioggia Q_{pm} (fasi meccaniche)	m ³ /h	148*	148
portata di pioggia Q_{pb} (fasi biologiche)	m ³ /h	148*	148
Inquinamento organico (COD)			
apporto unitario per residenti	gCOD/AE·d	110	110
apporto unitario per industrie	gCOD/AE·d	110	110
carico giornaliero	kgCOD/d	330	385
concentrazione media annua	mgCOD/L	256	332
Inquinamento organico (BOD)			
apporto unitario per residenti	gBOD/AE·d	60	60
apporto unitario per industrie	gBOD/AE·d	60	60
carico giornaliero	kgBOD/d	180	210
concentrazione media annua	mgBOD/L	140	181
Apporti di azoto (TKN)			
apporto unitario per residenti	gN/AE·d	12	12
apporto unitario per industrie	gN/AE·d	4	4
carico giornaliero	kgN/d	32	36
concentrazione media annua	mgN/L	24,8	31,4
Apporti di solidi sospesi totali			
apporto unitario per residenti	gSS/AE·d	90	90
apporto unitario per industrie	gSS/AE·d	30	30
carico giornaliero	kgSS/d	240	273
concentrazione media annua	mgSS/L	186	236
Apporti di fosforo			
apporto unitario per residenti	gP/AE·d	1,4	1,4
apporto unitario per industrie	gP/AE·d	0,7	0,7
carico giornaliero	kgP/d	3,85	4,4
concentrazione media annua	mgP/L	3,0	3,8

* valore prudenzialmente calcolato con riferimento allo scenario di medio -lungo termine

Come anticipato al Paragrafo 3.3, cui si rimanda, la portata di pioggia è stata calcolata secondo il primo dei criteri fissati dall'art. 15 del Regolamento regionale n. 3 del 24.3.2006. Il suddetto valore, che corrisponde ad una portata pari a circa 2,75 volte quella media giornaliera (compresi i contributi parassiti), si riferisce alla portata che deve essere sottoposta a dei trattamenti almeno di tipo meccanico. Come anticipato nei paragrafi precedenti, tale valore è stato cautelativamente assunto anche per la verifica e il dimensionamento delle fasi di trattamento biologiche.

Per quanto concerne la portata di punta Q_p , è stata valutata in base alla seguente relazione: $Q_p = 1,7(Q_{24})_{civ} + 2,4(Q_{24})_{ind}$ e tiene quindi conto di una suddivisione su 10 ore di scarico della portata media industriale.

Per quanto riguarda infine gli altri valori si sono effettuate le seguenti assunzioni in mancanza di determinazioni dirette sulle industrie del comprensorio:

- Azoto TKN - E' stato ammesso un apporto unitario di 12 g N/AE.d con riferimento alla popolazione residente. Per gli equivalenti industriali, tenuto conto del tipo di industrializzazione prevalente nella zona servita, si sono assunti 4 g TKN/AE_I.d. Tutto l'azoto è stato considerato in forma ammoniacale o organica.
- Solidi sospesi totali - E' stato ammesso un apporto unitario di 90 g SS/AE.d con riferimento alla popolazione residente. Per gli equivalenti industriali, si sono assunti 30 g SST/AE_I.d
- Fosforo - E' stato ammesso un apporto unitario di 1,4 g P/AE.d con riferimento alla popolazione residente. Per gli equivalenti industriali, si sono assunti 0,7 g Ptot/AE_I.d. Tutto il fosforo è stato considerato in forma organica o di orto - fosfati.

4.2. Limiti allo scarico

Con Determinazione Dirigenziale n. 346 del 4.8.2008 la Provincia di Lodi aveva rilasciato l'autorizzazione allo scarico in acque superficiali (roggia Benzona) delle acque reflue provenienti dal depuratore di Crespiatica e dallo sfioratore di piena posto a monte dello stesso, facendo riferimento ad una potenzialità impiantistica di 1.000 AE..

Nella successiva Tabella 4-2 vengono riportati i limiti allo scarico che l'impianto, collocato nella classe di potenzialità maggiore di 400 AE e inferiore a 2.000 AE, doveva pertanto rispettare con riferimento alla suddetta autorizzazione, la quale, oltre a richiamare i valori indicati dalla Tabella 2 dell'Allegato B al Regolamento regionale n. 3 del 24.3.2006, aveva tuttavia anche imposto il rispetto dei limiti di cui alla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del D. Lgs. 3.4.2006, n. 152 per i parametri Cloruri, fosforo totale e tensioattivi totali.

Tabella 4-2: Vecchi valori limite per lo scarico dei reflui depurati in acque superficiali dell'impianto di Crespiatica (Autorizzazione allo scarico rilasciata con Det. Dirigenziale n. 346 del 4.8.2008), secondo la Tabella 2 dell'Allegato B al Regolamento regionale 24.3.2006, n. 3 e secondo la Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del D. Lgs. 3.4.2006, n. 152.

Parametro	Unità di misura	Tabella 2 (*) (Allegato B del R.R. n. 3/06)	Tabella 3 (*) (Allegato 5 parte III D.Lgs. 152/06)
COD	mg/L	≤ 160	-
BOD ₅	mg/L	≤ 40	-
SST	mg/L	≤ 60	-
Grassi e oli animali/vegetali	mg/L	≤ 20	-
NH ₄ ⁺	mg/L	≤ 25	-
Cloruri Cl ⁻	mg/L	-	1.200
P	mg/L	-	10
Tensioattivi _{tot}	mg/L	-	2

(*) classe di potenzialità dell'impianto compresa tra 400 – 2.000 A.E.

Tale autorizzazione risulta scaduta. Con nota in data 25.10.2011 prot. 5530, SAL Srl ha presentato istanza di rinnovo dell'Autorizzazione, con successive integrazioni documentali richieste dagli Enti competenti (Provincia di Lodi, note dell'8.11.2011 di avvio procedimento e del 22.10.2012 di richiesta atti), trasmesse da SAL con lettera in data 11.12.2012 prot. 9657/VR.

La richiesta di rinnovo dell'autorizzazione allo scarico è stata presentata facendo riferimento ancora ad una potenzialità impiantistica dell'impianto pari a 1.000 AE.

Allo stato attuale, la nuova autorizzazione non risulta essere ancora stata rilasciata, presumibilmente in attesa della presentazione della nuova proposta progettuale di adeguamento impiantistico.

In relazione al previsto incremento di potenzialità dell'impianto (3.500 AE futuri), si è infatti reso necessario prevedere una revisione dei suddetti limiti allo scarico, ricadendo l'impianto nella classe di potenzialità compresa tra 2.000 e 10.000 AE, sia nella configurazione di breve termine che in quella di medio-lungo termine.

In tal caso sono pertanto applicabili i soli limiti indicati nelle tabelle 5 e 6 di cui al Regolamento regionale 24.3.2006, n. 3.

Nella successiva Tabella 4-3 vengono riepilogati i suddetti limiti, con indicata la scadenza temporale che la normativa regionale richiederebbe di rispettare nel breve termine (31.12.2016).

Tabella 4-3: Valori limite per lo scarico di reflui depurati in acque superficiali secondo le tabelle 5 e 6 del Regolamento regionale 24.3.2006, n. 3, per la classe di potenzialità compresa tra 2.000-10.000 AE

Parametro	Unità di misura	Tabella 6	Tabella 5
		(Regolamento regionale n. 3/06) (31.12.2008) ^(*)	(Regolamento regionale n. 3/06) (31.12.2016) ^(*)
COD	mg/L	-	≤ 125
BOD ₅	mg/L	-	≤ 25
SST	mg/L	-	≤ 35
Azoto ammoniacale	mg/L	-	-
N totale	mg/L	-	-
P totale	mg/L	-	-

(*) classe di potenzialità dell'impianto compresa tra 2.000 – 10.000 AE

A tali valori si è pertanto fatto riferimento per i dimensionamenti impiantistici, assumendo comunque, a livello di cautela impiantistica, valori allo scarico di 20 mg/L per il BOD₅ e l'azoto nitrico (NO₃-N) e, rispettivamente, di 3 mg/L per il TKN.

I valori di cui sopra sono stati adottati per le verifiche di dimensionamento di cui al successivo Paragrafo 4.4.

Sono infine stati riconfermati, sempre a livello cautelativo, i seguenti ulteriori limiti richiamati nel precedente Atto autorizzativo, in attesa dell'emissione della nuova Autorizzazione allo scarico da parte della Provincia di Lodi.

Cloruri Cl ⁻	mg/L	1.200
P	mg/L	10
Tensioattivi _{tot}	mg/L	2

Infine, in relazione alla qualità del corpo ricettore, si è ritenuto opportuno agire anche sulla componente batteriologica del refluo, inserendo nello schema di processo una sezione di disinfezione in grado di assicurare un abbattimento del parametro Escherichia Coli sino ai valori di 5.000 UFC/100 ml suggeriti dalla vigente normativa nazionale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.)

Per quanto concerne le modalità di verifica funzionale dell'impianto, il D.lgs. 152/2006 e s.m.i. prevede, come noto, un numero minimo di controlli da effettuarsi durante l'anno (gennaio – dicembre) per gli impianti di trattamento di potenzialità pari o superiore a 2.000 A.E per verificare il rispetto dei valori limite di emissione di cui sopra e per eventuali ulteriori parametri/prescrizioni previsti nei Provvedimenti di autorizzazione.

Lo stesso D.lgs. 152/2006 e s.m.i. fissa un numero minimo di controlli annuali per verificare anche il rispetto dei valori limite di emissione dei parametri di cui alla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del decreto, precisando che i parametri da controllare sono quelli che le attività presenti sul territorio possono scaricare in fognatura, quelli che possono essere dosati nell'impianto o i composti che possono derivare dal processo di depurazione, sulla base delle autorizzazioni allo scarico di eventuali acque reflue industriali.

La verifica dei valori dei parametri di cui alla tabella 3 per gli impianti di trattamento di qualsiasi potenzialità, deve essere effettuata secondo quanto prescritto all'art. 10, comma 3 del R.R. n.3/2006 e cioè qualora:

- a) le acque reflue industriali afferenti all'impianto di trattamento delle acque reflue urbane siano caratterizzate da un COD o da un volume complessivo superiori al 20% di quelli relativi all'affluente all'impianto stesso, percentuali da calcolare sui valori medi di un giorno lavorativo tipo;
- b) per tali acque reflue industriali il gestore del Servizio Idrico Integrato abbia adottato valori limite di emissione meno restrittivi di quelli della tabella 3 stessa.

Pur ritenendo, allo stato attuale delle informazioni fornite dal gestore di non ricadere nel caso in esame, essendo largamente prevalente il contributo civile rispetto a quello industriale (apporti del caseificio Mor Stabilini inclusi) e non essendo stati adottati (né si presume lo saranno in futuro ad avvenuto completamento della rete fognaria) dal gestore valori limiti meno restrittivi, si ritiene comunque opportuno suggerire la periodica effettuazione (almeno annuale) di verifiche di campo presso i principali insediamenti produttivi, una volta tutti allacciati, al fine di evidenziare eventuali esigenze di adeguamento delle modalità di controllo sopra riportate.

4.2.1. Autorizzazione idraulica

In relazione alle opere di adeguamento e potenziamento progettualmente previste, SAL Srl dovrà provvedere ad aggiornare l'autorizzazione allo scarico dell'impianto dal punto di vista idraulico, da parte dell'Ente regolatore della roggia Benzona, quest'ultima appartenente al reticolo minore.

Tale autorizzazione dovrà anche riguardare il terminale fognario della rete comunale, in quanto scolmatore a monte del depuratore.

Attualmente SAL Srl ha presentato richiesta di autorizzazione, ai fini idraulici, al Comune di Crespatica con nota del 30.11.2012 prot. 9352/VR, inviata per conoscenza anche alla Regione Lombardia (STER di Lodi) ed alla Provincia di Lodi.

Tale richiesta risulta al momento ancora in attesa di evasione.

4.3. Formule e procedure di calcolo e dimensionamento

Si riportano nel seguito le formule ed i criteri adottati per la verifica dimensionale e di processo delle diverse sezioni principali.

4.3.1. Dissabbiatura/disoleatura

I dissabbiatori aerati vengono dimensionati e verificati in base al tempo di permanenza sulla portata di calcolo (pari a 10÷15 minuti) ed al rapporto larghezza/profondità (variabile tra 1:1 e 5:1) e lunghezza/profondità (variabile tra 3:1 e 5:1). In condizioni di portata massima di pioggia il tempo di residenza non dovrebbe comunque scendere sotto i 4÷6 minuti. La sezione trasversale deve essere tale che la velocità longitudinale massima non superi 0,20÷0,25 m/s.

4.3.2. Processo biologico di ossidazione - nitrificazione

Il processo di ossidazione consiste nella rimozione della sostanza organica e dei composti inorganici dell'azoto in forma ridotta ad opera di batteri autotrofi che utilizzano il carbonio inorganico per la sintesi cellulare e O₂ libero come accettore di elettroni.

Il processo scelto sarà di tipo monostadio ossia all'interno della stessa vasca avverrà l'ossidazione della sostanza organica e dei composti inorganici dell'azoto in forma ridotta.

La vasca di ossidazione e nitrificazione viene dimensionata utilizzando il metodo del carico del fango che, rispetto a quello basato sul calcolo della velocità di nitrificazione, risulta essere più cautelativo.

In particolare, il volume della vasca di ossidazione-nitrificazione viene dimensionato secondo la seguente formula:

$$V = \frac{BOD_{IN}}{X * C_F}$$

dove:

V = volume della vasca [m^3]

BOD_{in} = carico di sostanza organica in ingresso [kg/d]

X = concentrazione di biomassa in vasca [$kgSS/m^3$]

C_F = carico del fango [$kgBOD/kg SST/d$]

E' stata comunque condotta una verifica anche sulla velocità di nitrificazione ($v_{N,T}$), espressa in $kg TKN$ rimosso/ $(kg SSN \cdot h)$, è funzione della temperatura, della concentrazione di azoto ammoniacale in uscita ($(N-NH_4)_e$) dal reattore biologico e della concentrazione di ossigeno disciolto (OD) mantenuta nel reattore, secondo la seguente relazione:

$$v_{N,T} = v_{N,20} \cdot k_{T,nit}^{(T-20)} \cdot \frac{(N-NH_4)_e}{K_N + (N-NH_4)_e} \cdot \frac{OD}{K_{OD} + OD}$$

in cui i simboli hanno il seguente significato:

$v_{N,20}$: massima velocità di ossidazione dell'ammoniaca ($\equiv TKN$) dei batteri nitrificanti, alla temperatura di $20^\circ C$ ed in assenza di fattori limitanti per unità di biomassa nitrificante ($kg SSN$), espressa in $kg TKN$ rimosso/ $(kg SSN \cdot h)$. Si assume $110 kg TKN_{rim}/(kg SSN \cdot h)$;

$k_{T,nit}$: coefficiente della relazione semplificata di Arrhenius, che tiene conto della dipendenza della velocità effettiva di nitrificazione dalla temperatura. Si assume $1,09$;

T : temperatura effettiva a cui si svolge il processo di nitrificazione, espressa in $^\circ C$. Si assumono una temperatura invernale di $12^\circ c$ ed una estiva di $20^\circ C$;

$(N-NH_4)_e$: concentrazione di azoto ammoniacale nel reattore biologico coincidente con quella nell'effluente, ipotizzando il reattore biologico completamente miscelato. È espressa in $mg N/L$;

K_N : costante di semisaturazione per l'azoto ammoniacale, espressa in $mg N/L$. Si assume $1 mg N/L$;

OD : concentrazione di ossigeno disciolto nel reattore biologico, espressa in $mg O_2/L$;

K_{OD} : costante di semisaturazione per l'ossigeno disciolto, espressa in $mg O_2/L$. Si assume $1 mg/L$;

Il carico di azoto da nitrificare in condizioni di punta (C_{Nit} espresso in $kg TKN/h$) è valutabile come:

$$\begin{aligned} C_{Nit} &= Q_p \cdot [TKN_0 - (N - NH_4)_e] - \sigma \cdot 0,05 \cdot \eta_b \cdot B_b = \\ &= Q_p \cdot [TKN_0 - (N - NH_4)_e] - \sigma \cdot 0,05 \cdot Q_{24} \cdot (S_0 - S_e) \end{aligned}$$

in cui i simboli hanno il seguente significato:

Q_p : portata di punta di tempo secco, espressa in m^3/h ;

TKN_0 : concentrazione di TKN nel liquame in ingresso al trattamento biologico, espressa in $mg TKN/L$;

Q_{24} : portata media giornaliera (m^3/h);

- S_0 : concentrazione di BOD₅ nel liquame in ingresso al reattore biologico, espressa in mg BOD₅/L;
 S_e : concentrazione di BOD₅ nel liquame in uscita dal reattore biologico, espressa in mg BOD₅/L;
 σ : coefficiente moltiplicativo del carico di azoto rimosso per sintesi cellulare ed allontanato con i fanghi di supero ($0,05 \cdot \eta_b \cdot B_b$, cioè il 5% del BOD rimosso giornalmente), associato al carico aggiuntivo di TKN presente nei surnatanti provenienti dalla linea fanghi e riciccolati in testa all'impianto di depurazione, rispetto al carico in ingresso. Vale 1 nel caso in esame;
 η_b : efficienza di rimozione del BOD₅ nel reattore biologico, valutabile come $(S_0 - S_e)/S_0$;
 B_b : carico orario di BOD₅ in ingresso al reattore biologico, espresso in kg BOD₅/h.

Si procede, quindi, al calcolo della biomassa autotrofa (X_N , espressa in kg SSN) necessaria, in condizioni estive ed invernali, a nitrificare il carico C_{Nit} precedentemente calcolato:

$$X_N = \frac{C_{Nit}}{V_{N,T}}$$

La frazione f , rapporto tra la biomassa nitrificante (X_N) e quella totale (X_{tot} , espressa in kg SS), risulta essere:

$$f = \frac{X_N}{X_{tot}} = \left[1 + \frac{Y}{Y_N} \cdot \frac{(S_0 - S_e)}{(TKN_0 - TKN_e)} \right]^{-1}$$

con:

- Y_N : coefficiente di resa cellulare dei batteri nitrificanti, espresso in kg SSN·kg N_{rim}⁻¹. Si assume 0,2 kg SSN·kg N_{rim}⁻¹;
 Y : coefficiente di resa cellulare dei batteri eterotrofi, espresso in kg SS·kg BOD_{5,rim}⁻¹;
 Il rapporto Y/Y_N si assume generalmente pari a 3,7.

Si può quindi calcolare la biomassa totale (X_{tot}) richiesta dal sistema:

$$X_{tot} = \frac{X_N}{f}$$

Infine, il volume del reattore di ossidazione (V_{ox} , espresso in m³), assumendo la concentrazione di solidi sospesi totali presenti in vasca (x , espressa in kg/m³), risulta:

$$V_{ox} = \frac{X_{tot}}{x}$$

4.3.2.1. Verifica dell'età del fango per la nitrificazione

Si deve verificare che non vi sia dilavamento della biomassa nitrificante.

A questo scopo, si calcola l'età del fango (θ , in d) del sistema in base alla estrazione di fango di supero ed il tasso di crescita netta ($\mu'_{N,T}$, espresso in d⁻¹) dei batteri nitrificanti, come segue:

$$\mu'_{N,T} = \mu_{N,T} - k_{d,N} = Y_N \cdot v_{N,T} - k_{d,N}$$

in cui $k_{d,N}$ rappresenta il coefficiente di scomparsa dei batteri nitrificanti, espresso in d⁻¹ e assunto pari a 0,04 d⁻¹.

E' necessario che sia:

$$\theta > \frac{1}{Y_N \cdot v_{N,T} - k_{d,N}} \quad \text{ovvero} \quad \frac{1}{\theta} < Y_N \cdot v_{N,T} - k_{d,N}$$

E' anzi opportuno mantenere un opportuno fattore di sicurezza FS:

$$\frac{FS}{\theta} = Y_N \cdot V_{N,T} - k_{d,N}$$

che tenga conto delle fluttuazioni di carico, dell'apporto di sostanze inibenti l'attività ossidativa e nitrificante e di altre incertezze operative che possono causare la perdita della nitrificazione. Si può assumere $FS = 1,5 \div 2$.

4.3.2.2. Dispositivi di aerazione

Il fabbisogno di ossigeno in condizioni operative (ΔO_2 , espresso in kg O_2/d) per l'ossidazione della sostanza organica e per respirazione endogena della biomassa presente nei reattori biologici, nelle condizioni di punta, è valutabile con la seguente relazione:

$$\Delta O_2 = a \cdot K_p \cdot Q_{24} \cdot (S_0 - S_e) + b \cdot V \cdot x + c \cdot C_{nit}$$

in cui i simboli hanno il seguente significato:

- a : coefficiente di respirazione attiva, assunto pari a 0,5 kg $O_2/(kg BOD_5)_{rim}$;
- K_p : coefficiente di punta del carico organico, pari a 1,6;
- Q_{24} : portata media giornaliera, espressa in m^3/d ;
- S_0, S_e : concentrazione influente ed effluente di BOD_5 , espresse in kg BOD_5/m^3 ;
- b : coefficiente di respirazione endogena, espresso in kg $O_2/(kg SS \cdot d)$ e assunto pari a: $0,1 \cdot 1,084^{(T-20)}$;
- V : volume del reattore aerato, espresso in m^3 ;
- x : concentrazione di biomassa presente nel reattore aerato, espressa in kg SS;
- c : coefficiente di respirazione dei batteri nitrificanti, assunto pari a 4,57 kg $O_2/(kg TKN)_{rim}$;
- C_{nit} : carico di azoto da nitrificare, espresso in kg N/d, calcolabile con le formule riportate in precedenza.

Calcolato il fabbisogno di ossigeno richiesto dal processo biologico, si deve determinare la capacità di aerazione in condizioni standard ($OC_{standard}$), sulla cui base confrontare le specifiche degli aeratori e del compressore installati.

Secondo la consueta formulazione, si ha:

$$OC_{standard} = \frac{\Delta O_2}{\alpha \cdot 1,024^{(T-20)} \cdot \frac{(\beta \cdot c_s - c)}{c^*}}$$

dove:

- T : temperatura del liquame, in °C;
- α, β : coefficienti correttivi che tengono conto delle caratteristiche del liquame, rispettivamente pari a 0,65 e 1;
- c_s : concentrazione di ossigeno a saturazione relativa ad acqua pulita, per la temperatura e la pressione di esercizio. Si trascura, a favore della sicurezza, l'aumento di c_s con la pressione idrostatica della colonna di liquido sovrastante i diffusori;
- c : concentrazione di ossigeno nel liquame nelle condizioni operative del processo;
- c^* : concentrazione di ossigeno a saturazione relativa ad acqua pulita, alla temperatura di 20°C ed alla pressione di 1 atm: vale 9,17 mg/L.

La fornitura di aria richiesta (espressa in Nm^3/h), nelle condizioni di riferimento (20°C, 1 atm), è perciò data da:

$$Q_{aria} = \frac{OC_{standard}}{0,28 \cdot \eta}$$

in cui η rappresenta il rendimento di trasferimento del sistema di insufflazione dell'aria.

4.3.3. Sedimentazione finale

Il dimensionamento/verifica dei sedimentatori secondari, dove il fenomeno avviene secondo modalità di massa, deve tenere conto di due aspetti: una efficiente separazione della biomassa, in modo da poter scaricare un effluente ben chiarificato e un'efficace ispessimento del fango sul fondo. In presenza di impianti a basso carico, con forte presenza di acque parassite e con parziale rimozione dei nutrienti, come nel caso in esame, è opportuno adottare ampi margini di cautela, dato i più probabili problemi di non ottima sedimentabilità del fango. Ciò si traduce nel rispetto di valori più cautelativi rispetto a quelli adottati per gli impianti a fanghi attivi a medio/alto carico. Si ha (Tabella 4-4):

Tabella 4-4: Parametri di riferimento utilizzati per il dimensionamento della fase di sedimentazione finale

Parametro	Portata di riferimento	Valore
Tempo di permanenza	portata di punta	>3 h
Carico idraulico	portata di punta	<0,5-0,6 m/h
Carico idraulico	portata di pioggia	<0,8-0,9 m/h
Flusso solido	portata di punta + portata di ricircolo (Q_r)	<4 kg SS/(m ² ·h)
Carico lineare di sfioro	portata di punta	< 10 m/h

4.3.4. Filtrazione finale

Nel caso di una filtrazione su tela la superficie utile necessaria può essere valutata assumendo un carico idraulico pari a 5 m/h sulla portata di calcolo Q_{Cr} , verificando altresì che in tempo di pioggia il carico idraulico non superi valori di 6-7 m/h e che il carico di flusso solido specifico non superi valori dell'ordine di 0,25-0,30 kgSS/m² h.

4.3.5. Disinfezione con raggi UV

Per il rispetto del limite allo scarico consigliato per acque superficiali (5.000 UFC/100 mL in riferimento ad *E. coli*), supponendo che il refluo da trattare abbia una trasmittanza a 254 nm almeno pari al 55÷60%, è necessaria in genere una dose radiante di circa 25÷30 mJ/cm², riferita alle condizioni maggiormente critiche che sono quelle di massima portata (tempo di pioggia). In tali condizioni deve essere assicurato un tempo di contatto di almeno 2 s.

La dose radiante DR (in mJ/cm²) che deve essere garantita in ogni punto della massa liquida da disinfettare è legata al tempo di contatto t_c (in s) attraverso l'intensità radiante I_R (in mW/cm²) in ciascun punto secondo la relazione:

$$DR = I_R \cdot t_c$$

Normalmente nella definizione di DR, e quindi di I_R , si fa riferimento al punto più sfavorito all'interno del reattore di disinfezione ovvero, nell'ipotesi più semplice di due sole lampade UV, ciò corrisponde ai punti situati sull'asse tra le due lampade. L'intensità radiante decade con l'aumentare della distanza dalla sorgente emissiva per effetto di vari fattori, nel seguito elencati, di cui si tiene conto tramite opportuni coefficienti riduttivi:

- assorbimento di parte della radiazione emessa a causa dell'attraversamento di uno spessore d del mezzo liquido avente determinate caratteristiche di trasmittanza a 254 nm (coefficiente riduttivo K_1);
- attenuazione della radiazione emessa da parte della guaina in quarzo della lampada

- (coefficiente riduttivo K_2);
- solo una frazione della radiazione emessa ha una lunghezza di 254 nm, unica avente effetto batteriostatico (coefficiente riduttivo K_3);
 - diversità tra potenza elettrica radiante e potenza elettrica assorbita (coefficiente riduttivo K_1).

Da ciò discende che, affinché in un mezzo liquido avente determinate caratteristiche ottiche l'intensità della radiazione a 254 nm ad una distanza d dalla sorgente emissiva sia pari ad I_R , la lampada UV sia caratterizzata da una potenza elettrica specifica assorbita P_{ass} (in mW/cm^2) pari a:

$$P_{ass} = \frac{I_R}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}$$

Conseguentemente, la potenza elettrica assorbita P'_{ass} (in W) da una lampada di dimensioni geometriche note è data da:

$$P'_{ass} = P_{ass} \cdot l \cdot \pi \cdot D$$

in cui l (in cm) è la lunghezza d'arco e D (in cm) il diametro interno guaina.

Il tempo di contatto si calcola utilizzando la relazione $DR = I_R \cdot t_c$ avendo però cura di incrementare la dose radiante di progetto DR di un opportuno fattore di sicurezza che tenga conto dell'indebolimento della radiazione con il tempo, dello sporco progressivo non eliminabile delle lampade, dell'eventuale malfunzionamento di qualche lampada, ...

Infine, tale tempo di contatto va aumentato per tener conto della non idealità del flusso all'interno del reattore:

$$t_{c \text{ reale}} = t_c \cdot FS$$

Le dimensioni dei canali sono funzione della geometria delle lampade scelte (disposizione orizzontale/verticale, dimensione minima dei moduli/banchi, ...). Va in ogni modo verificato che la velocità del flusso all'interno di esso non superi 0,8 m/s, al fine di evitare la formazione di percorsi preferenziali che diminuirebbero il tempo di esposizione alla radiazione ultravioletta. La lunghezza così ottenibile deve poi essere incrementata per tenere conto della necessità di assicurare zone di calma a monte ed a valle dei banchi lampade, prima della paratoia di controllo del livello idrico, oltre che la possibilità di futuri incrementi del numero di lampade installate.

4.3.6. Ispessimento a gravità

La funzionalità dell'ispessitore a gravità può essere verificata sulla base del flusso solido limite $(FS)_L$, da ritenersi accettabile se compreso, nell'intervallo 30÷50 kg SS/m²·d tenuto conto della natura biologica dei fanghi da trattare.

4.4. **Verifiche dimensionali e previsioni di progetto per le opere di adeguamento e potenziamento**

4.4.1. Arrivo, grigliatura medio – fine e sollevamento iniziale dei liquami

Come già anticipato, i liquami giungono all'impianto mediante una tubazione a gravità DN 1.000 (recapito terminale della rete fognaria comunale) a pendenza assai limitata,

dell'ordine dell'uno per mille, da cui essi vengono derivati ortogonalmente (tubazione DN 200) tramite un pozzetto dotato di soglia di sfioro e misuratore di livello a sonda piezoresistiva, attualmente posizionata a circa 63 cm (71,55 m s.l.m.) rispetto alla quota della paratoia di sfioro (72,18 m s.l.m.).

Il refluo derivato all'impianto viene prima sottoposta ad una fase di grigliatura media da 5 mm di spaziatura (GM41) e poi addotto in una stazione di sollevamento attualmente dotata di 2 pompe sommergibili (capacità di sollevamento pari a 50-60 m³/h complessivi) che alimentano l'impianto esistente (PS42 - PS43).

Con riferimento alle portate di dimensionamento di cui al Paragrafo 4.1, la potenzialità delle sezioni di grigliatura e sollevamento risulta largamente inadeguata rispetto alle effettive necessità di trattamento sia in tempo secco che di pioggia, in entrambi gli scenari di riferimento ipotizzati.

Come evidenziato nella successiva Figura 4-1, a progetto si è pertanto previsto quanto segue:

- sostituzione della tubazione DN 200 con nuova tubazione DN 400, a partire dall'esistente pozzetto di scolmatura che sarà mantenuto inalterato;
- realizzazione di un nuovo pozzetto per la derivazione del liquame da trattare ad una nuova sezione di grigliatura fine costituita da una filtrococlea (GM03) avente spaziatura pari a 5 mm e capacità di trattamento pari a 42 l/s (150 m³/h). Le portate eccedenti quella massima di progetto ($Q_{pm}=148$ m³/h), potranno essere sfiorate all'interno del nuovo pozzetto, fino ad un massimo di 50-60 m³/h, ed inviate mediante nuova tubazione DN300 alla filtrococlea esistente (GM41) e alle due pompe di sollevamento PS42 e PS43.

Le pompe esistenti, tramite nuova tubazione di mandata DN150, solleveranno la portata sfiorata alla nuova vasca di accumulo temporaneo da 180 m³ (cfr. paragrafo 3.5). Una volta raggiunta la massima capacità di stoccaggio della vasca, le pompe si arresteranno e le ulteriori portate di pioggia eccedenti quella massima derivabile saranno interamente scolmate dalla paratoia di sfioro esistente posta alla quota di 72,18 m s.l.m.;

- realizzazione di una nuova stazione di sollevamento autonoma ed indipendente da quella esistente posizionata a valle della nuova filtrococlea. La stazione sarà costituita da n. 3 pompe sommergibili (PS05 - PS06 - PS07), da 60 m³/h cadauna e prevalenza di circa 7,0 m (2,1 kW/cad); sulle tre mandate delle pompe (in acciaio al carbonio verniciato, DN 125) saranno installate saracinesche e valvole di ritegno "del tipo a palla". Sulla tubazione di collegamento con la successiva sezione di staccatura e dissabbiatura-disoleatura (in acciaio DN 300, bitumato per le parti interrato e AISI 304 per le parti esterne) sarà inserito un misuratore di portata magnetico (MQ08).

L'opera civile della stazione di sollevamento dovrà essere eseguita utilizzando palancole di sostegno delle pareti ed adeguati sistemi di aggettamento, per la probabile presenza di falda idrica superficiale.

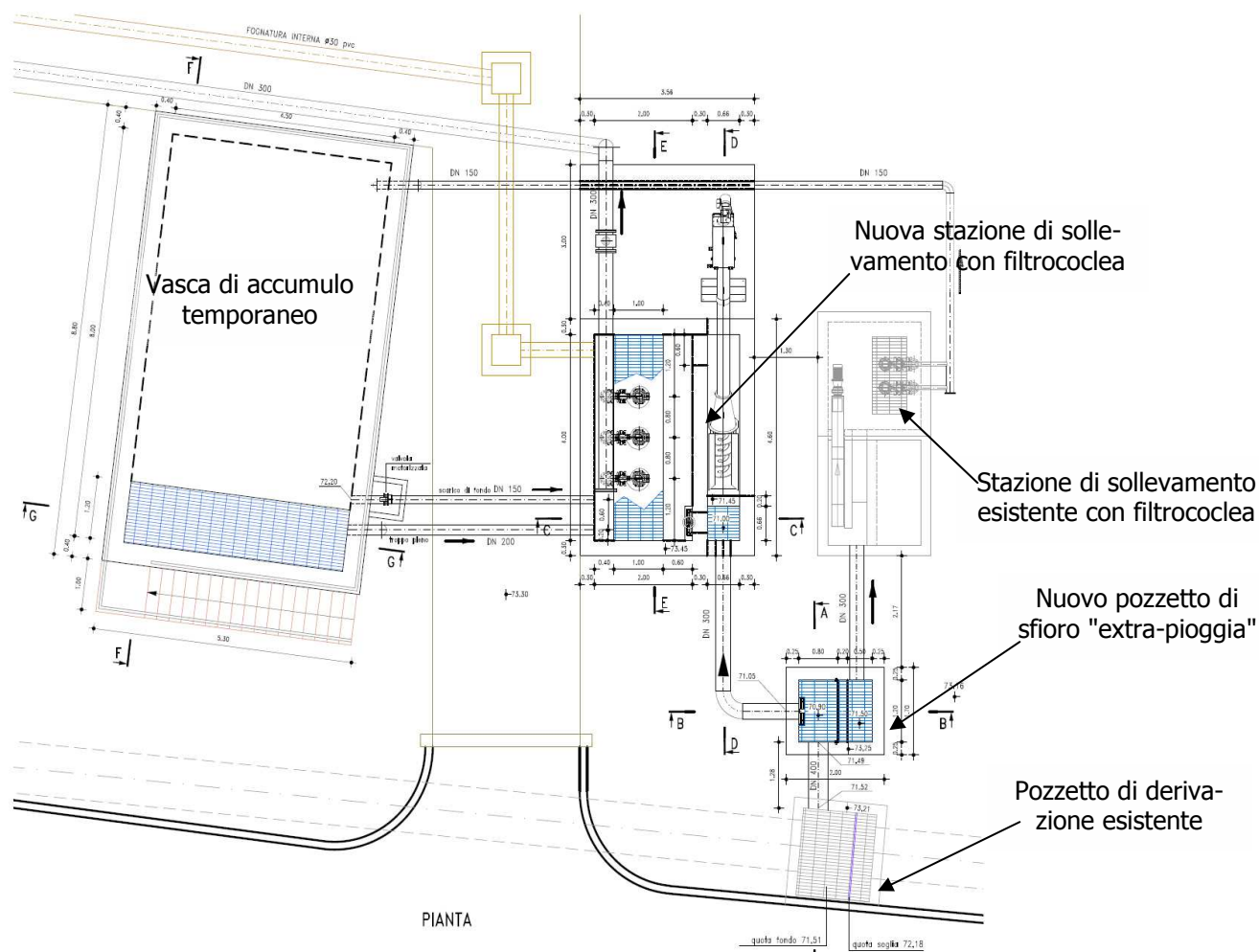


Figura 4-1: Stralcio sezione di grigliatura e sollevamento iniziale di progetto - Elaborato grafico H.013 Derivazione liquami ingresso, ripartizione grigliatura meccanica, sollevamento e misura della portata, vasca accumulo pioggia – vasca emergenza

4.4.2. Staccatura

La portata massima da trattare in tempo di pioggia all'impianto è stata fissata, come visto pari a $Q_{pm} = 148 \text{ m}^3/\text{h}$ (41 l/sec). La sezione di affinamento meccanico viene prevista mediante l'installazione di due rotostacci paralleli (GR09 - GR10) in acciaio AISI 304 aventi spaziatura di 2 mm, escludibili mediante saracinesca posizionata sulla tubazione di alimentazione, ciascuno avente portata nominale di $232 \text{ m}^3/\text{h}$ (effettiva attesa di $150 \text{ m}^3/\text{h}$) e potenza installata di 0,55 kW. In caso di manutenzione potrà essere, quindi, utilizzata una sola delle due apparecchiature. E' inoltre previsto il bypass di entrambe le macchine con scarico del liquame direttamente nel canale di alimentazione alla vasca di dissabbiatura. Il materiale grigliato sarà raccolto mediante una tramoggia in carpenteria metallica e avviato in un nuovo compattatore oleodinamico (CG11) che scaricherà il materiale compattato in un apposito container scarrabile.

Si ipotizzano rendimenti di rimozione del BOD e dei SST pari al 10% e, rispettivamente, del 15% del carico influente, mentre vengono cautelativamente considerati invariati gli apporti in ingresso di azoto e fosforo.

Alle successive sezioni di trattamento biologico verrà pertanto addotto un carico di BOD pari a:

scenario di breve termine:

$BOD_{biol} = BOD_{ing} \cdot 0,9 = 180 \cdot 0,9 = 162 \text{ kg/d}$, pari ad una concentrazione di $126 \text{ mgBOD}_5/\text{L}$, mentre il carico di SST sarà pari a: $SST_{biol} = SST_{ing} \cdot 0,85 = 240 \cdot 0,85 = 204 \text{ kg/d}$ pari ad una concentrazione di 158 mgSST/L .

scenario di medio-lungo termine:

$BOD_{biol} = BOD_{ing} \cdot 0,9 = 210 \cdot 0,9 = 189 \text{ kg/d}$, pari ad una concentrazione di $163 \text{ mgBOD}_5/\text{L}$, mentre il carico di SST sarà pari a: $SST_{biol} = SST_{ing} \cdot 0,85 = 273 \cdot 0,85 = 232 \text{ kg/d}$ pari ad una concentrazione di 200 mgSST/L .

4.4.3. Dissabbiatura - Disoleatura

Per la rimozione della sabbia e degli oli, è prevista la costruzione di una nuova sezione di dissabbiatura-disoleatura, sostitutiva di quella esistente a canale (già oggi non funzionante), su n. 1 unità di tipo longitudinale con un sistema ad insufflazione d'aria a bolle grosse. La vasca, a pianta rettangolare, comprende uno scomparto sul cui fondo viene insufflata aria ed uno scomparto laterale di calma ove si accumula il materiale galleggiante.

La sabbia sedimentata sul fondo viene sospinta, mediante un raschiatore montato su di un carroponete (CP15), nella tramoggia di raccolta realizzata in testa alla vasca; di qui, mediante pompa sommergibile (PS20), viene immessa in un convogliatore a coclea (SA21) ove viene lavata, drenata e scaricata in un contenitore scarrabile.

La pompa sarà dotata di girante idonea al sollevamento del materiale abrasivo e avrà una portata di 7 l/sec , con una prevalenza massima di 4 m di colonna d'acqua e potenza di $1,1 \text{ kW}$. Il classificatore avrà invece una capacità di trattamento di circa 20 l/s e potenza installata di $0,55 \text{ kW}$.

Il materiale flottato (oli, grassi, ecc.) è sospinto verso l'estremità di uscita della vasca mediante raschia superficiale posizionata su canale laterale e scaricato in un pozzetto. Per la raccolta ed accumulo di tali surnatanti e delle sostanze oleose è stato previsto un cestello forato superficiale asportabile ed un pozzetto di stoccaggio dotato di collegamento valvolato con la rete fognaria interna; ciò al fine di consentire la possibilità di estrazione dei liquami dal fondo e favorire l'addensamento superficiale dei materiali oleosi, periodicamente da asportare mediante auto spurgo.

Le caratteristiche dell'unità prevista (che deve trattare una portata complessiva massima Q_{pm} in tempo di pioggia pari a $148 \text{ m}^3/\text{h}$) sono le seguenti:

- lunghezza utile:	8,0	m
- sezione utile:	2,0	m^2
- profondità massima utile:	1,9	m
- volume utile:	16,0	m^3

scenario di breve termine:

- tempo di permanenza alla portata di pioggia Q_{pm} :	6,5	min
- tempo di permanenza alla portata di calcolo Q_p :	10,2	min

scenario di medio-lungo termine:

- tempo di permanenza alla portata di pioggia Q_{pm} :	6,5	min
- tempo di permanenza alla portata di calcolo Q_p :	11,2	min

La quantità d'aria necessaria può essere assunta cautelativamente pari $15 \text{ Nm}^3/\text{h}$ per metro lineare di lunghezza della vasca. In totale quindi: $Q_{aria} = 15 \cdot 8 = 120 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

L'aria viene fornita da n. 1 soffiante a lobi (CA16) da 150 Nm³/h, pressione differenziale 400 mbar e potenza installata pari a 5,5 kW.

La soffiante, dotata di cabina insonorizzante, sarà installata nell'apposito locale ricavato a piano campagna in adiacenza alla vasca di dissabbiatura, all'interno del quale è anche prevista l'installazione del compattatore del materiale grigliato dai due rotostacci (CG11).

Per la diffusione dell'aria nella vasca è previsto un sistema di 4+4 diffusori tubolari in acciaio inox del tipo a bolle grosse, ognuno in grado di fornire una portata media di 15 Nm³/h.

I liquami pre-trattati saranno addotti al comparto biologico (esistente e di nuova realizzazione) mediante due distinti collegamenti idraulici con tubazioni in acciaio DN 200 e DN 300 rispettivamente, sulle quali è prevista l'installazione di due misuratori di portata del tipo elettromagnetico (MQ 22 e MQ23).

Diversamente da quanto previsto nel progetto preliminare, anche in considerazione dell'entità delle acque parassite presenti nella rete fognaria comunale (cfr. par. 3.4), è stato stabilito in via cautelativa di avviare al trattamento biologico l'intera portata di pioggia pretrattata e pertanto la Q_{pm} coinciderà con la Q_{pb} .

La ripartizione idraulica dei flussi prevede che 1/4 delle portate in uscita dalla dissabbiatura - disoleatura sia inviato all'impianto biologico esistente (con relativo sedimentatore finale), mentre i restanti 3/4 siano inviati al nuovo comparto biologico.

La ripartizione dei flussi avverrà idraulicamente mediante due paratoie a stramazzo di lunghezza rispettivamente pari a 25 e 75 cm; la quota di sfioro sarà posta a 75,27 m s.l.m. per entrambe le paratoie.

Nella successiva Tabella 4-5 sono riassunti i relativi valori di portata, per ciascuno scenario temporale ipotizzato.

Tabella 4-5: Ripartizione delle portate alle fasi di ossidazione-nitrificazione e sedimentazione finale, esistente e di nuova realizzazione, per ciascuno dei due scenari temporali ipotizzati

	Unità di misura	Scenario di breve termine (2016-2020)		Scenario di medio-lungo termine (dal 2025)	
		Sezioni esistenti	Nuove sezioni	Sezioni esistenti	Nuove sezioni
Portata in tempo secco totale	m ³ /d	1.290		1.158	
portata giornaliera lavorativa (media annua, comprese acque parassite) Q_d	m ³ /d	322,5	967,5	289,5	868,5
portata media giornaliera Q_{24}	m ³ /h	13,4	40,3	12,1	36,2
portata oraria di punta Q_p	m ³ /h	23,5	70,5	21,6	64,8
Portata in tempo di pioggia totale Q_{pm}	m ³ /h	135,4		148,0	
Portata in tempo di pioggia totale Q_{pb}	m ³ /h	135,4		148,0	
portata di pioggia Q_{pb} (fasi biologiche)	m ³ /h	33,9	101,6	37,0	111,0

4.4.4. Fase biologica di ossidazione- nitrificazione

Tale fase viene realizzata prevedendo il mantenimento del bacino esistente da 180 m³ di volumetria utile (che sarà sempre mantenuto in esercizio durante le fasi di costruzione dei nuovi manufatti) e prevedendo la costruzione di un bacino aggiuntivo, di tipo tradizionale

a pianta rettangolare, dotato di un sistema di aerazione a bolle fini mediante diffusori circolari in materiale plastico (membrane siliconiche o EPDM).

La verifica del bacino esistente e il dimensionamento della nuova vasca di ossidazione sono stati condotti adottando il metodo del carico del fango.

Per quanto riguarda la vasca esistente, il volume utile di ossidazione è, come detto sopra, pari a 180 m³: assumendo una concentrazione di biomassa in vasca pari a 3,5 kg_{SS}/m³, si ottengono, con riferimento al breve e al medio-lungo periodo, i seguenti valori di carico del fango:

- Breve periodo:

$$C_f = \frac{BOD_{IN}}{X * V} = \frac{45 \text{ kg / d}}{3,5 \text{ kgSS / m}^3 \times 180 \text{ m}^3} = 0,07 \frac{\text{kg}_{BOD}}{\text{kgSS} \times d}$$

- Medio-lungo periodo:

$$C_f = \frac{BOD_{IN}}{X * V} = \frac{52,5 \text{ kg / d}}{3,5 \text{ kgSS / m}^3 \times 180 \text{ m}^3} = 0,08 \frac{\text{kg}_{BOD}}{\text{kgSS} \times d}$$

I bassi valori di carico del fango garantiscono elevati tempi di detenzione e quindi una efficiente depurazione del liquame.

L'età del fango, calcolata come rapporto tra la quantità di biomassa presente in vasca e la portata di sostanza solida estratta con il fango di supero, quest'ultima valutata assumendo una produzione specifica di fango pari a 0,75 kg SS per kg di BOD₅ rimosso, risulta invece pari a:

- Breve periodo:

$$\Theta_f = \frac{V \times X}{0,75 \times BOD_{rimosso}} = \frac{180 \times 3,5}{26} = 24 \text{ d}$$

- Medio-lungo periodo:

$$\Theta_f = \frac{V \times X}{0,75 \times BOD_{rimosso}} = \frac{180 \times 3,5}{31} = 20 \text{ d}$$

I valori elevati che si ottengono in entrambi gli scenari consentono l'estrazione di un fango già sufficientemente stabilizzato e pertanto il fango di supero viene stoccato nel bacino di accumulo esistente da cui viene periodicamente estratto mediante autobotte ed avviato a smaltimento.

Per il nuovo bacino ossidativo si è prevista la realizzazione di una volumetria maggiore, pari a circa 455 m³, necessaria per le esigenze dello scenario di medio-lungo termine.

La nuova vasca rettangolare è stata pertanto prevista con le seguenti dimensioni utili:

- lunghezza utile: 11,5 m
- larghezza utile: 9,0 m
- altezza massima utile del liquame in vasca: 4,4 m
- volume utile: 455,4 m³

Il posizionamento altimetrico della nuova vasca, determinerà l'esigenza di scavi che, pur se non particolarmente profondi, necessiteranno di interventi di aggotamento delle acque di falda mediante well point, in relazione alla presenza di falda idrica superficiale.

Assumendo una concentrazione di biomassa in vasca pari a $3,8 \text{ kg}_{\text{SS}}/\text{m}^3$, si ottengono, con riferimento al breve e al medio-lungo termine, i seguenti valori di carico del fango:

- Breve periodo:

$$C_F = \frac{BOD_{IN}}{X * V} = \frac{135 \text{ kg} / d}{3,8 \text{ kg}_{\text{SS}} / \text{m}^3 \times 455 \text{m}^3} = 0,08 \frac{\text{kg}_{BOD}}{\text{kg}_{\text{SS}} \times d}$$

- Medio-lungo periodo:

$$C_F = \frac{BOD_{IN}}{X * V} = \frac{157,5 \text{ kg} / d}{3,8 \text{ kg}_{\text{SS}} / \text{m}^3 \times 455 \text{m}^3} = 0,09 \frac{\text{kg}_{BOD}}{\text{kg}_{\text{SS}} \times d}$$

Anche in questo caso, i bassi valori di carico del fango garantiscono elevati tempi di detenzione e quindi una efficiente depurazione del liquame.

L'età del fango, calcolata come sopra per la vasca esistente, risulta invece pari a:

- Breve periodo:

$$\Theta_f = \frac{V \times X}{0,75 \times BOD_{rimosso}} = \frac{455 \times 3,8}{77} = 22 \text{ d}$$

- Medio-lungo periodo:

$$\Theta_f = \frac{V \times X}{0,75 \times BOD_{rimosso}} = \frac{455 \times 3,8}{93} = 19 \text{ d}$$

I valori ottenuti sono anche in tale caso sufficientemente elevati e tali da non richiedere una specifica sezione di stabilizzazione aerobica separata dei fanghi di estratti.

A progetto, in analogia con quanto già presente presso le linee esistenti, è prevista la realizzazione, in adiacenza alla nuova vasca di dissabbiatura - disoleatura, di una seconda vasca di accumulo fuori terra del fango di supero, a pianta rettangolare, avente le seguenti dimensioni:

- Lunghezza: 4,8 m;
- Larghezza: 4,5 m;
- Altezza: 3,0 m;
- Volume utile: $42,5 \text{ m}^3$.

Il fango verrà periodicamente estratto dalla vasca mediante autospurgo ed avviato a trattamento di disidratazione centralizzato, prima dello smaltimento finale. La vasca sarà dotata di valvola telescopica per favorire un parziale ispessimento del fango da estrarre.

Come anticipato sopra, è stata anche condotta una verifica di dimensionamento su comparto biologico esistente e su quello di nuova realizzazione utilizzando anche il metodo di calcolo basato sulla velocità di nitrificazione.

Nella tabelle di cui all'Appendice 1 sono riportati i parametri adottati e i risultati delle verifiche effettuate per i due scenari di riferimento ipotizzati (impianto esistente + nuovo impianto), avendo assunto i valori di riferimento ed i limiti allo scarico indicati al Paragrafo 4.2, le portate e le concentrazioni indicate al Paragrafo 4.1. Si sono inoltre fatte le seguenti ipotesi:

- rendimento di rimozione del BOD_5 in staccatura pari al 10%;
- concentrazione di ossigeno disciolto nei reattori aerati pari a 2 mg/L , per entrambi i

- comparti (nuovo ed esistente);
- concentrazione di biomassa pari a 3,5 kg SST/m³ per l'impianto esistente e 3,8 kg SST/m³ per il nuovo comparto di ossidazione;
- portata di ricircolo dei fanghi pari al 100% della portata media giornaliera.

Dalle verifiche e dai conteggi dimensionali effettuati, emerge che, nelle condizioni critiche invernali, avendo assunto una temperatura di riferimento in vasca pari a 12°C, sia il volume biologico esistente (180 m³) che quello previsto per il nuovo bacino ossidativo (455 m³) sono ampiamente sufficienti a trattare i carichi progettualmente previsti in entrambi gli scenari di breve e medio-lungo termine.

Pur non essendo previsto, per la taglia dell'impianto in oggetto, il rispetto dei limiti allo scarico per il parametro azoto totale (TKN+nitrico), nella nuova vasca di ossidazione sarà comunque agevolmente possibile prevedere l'installazione, in aggiunta ai sistemi di aerazione, anche di n. 2 miscelatori qualora in futuro il gestore decida di operare una parziale denitrificazione del liquame, agendo mediante cicli alternati di denitrificazione ed ossidazione-nitrificazione. Dovranno tuttavia, in tal caso, essere adottati anche altri interventi di ottimizzazione strumentale e di regolazione dell'esercizio dei compressori di aerazione.

Il liquame in uscita dal nuovo bacino sarà addotto alla nuova vasca di sedimentazione finale mediante tubazione interrata in acciaio bitumato DN 400, dovendo transitare in tale collegamento le portate di pioggia e le portate di ricircolo fanghi.

Nella successiva Tabella 4-6 sono riportati i valori dei carichi del fango stimati nelle condizioni di esercizio invernali, cui corrispondono le relative età del fango, calcolate come rapporto tra la massa di biomassa complessivamente presente nel reattore biologico e quella spurgata giornalmente come fango di supero, quest'ultima valutata assumendo una produzione specifica di fango pari a 0,75 kg SST per kg di BOD₅ rimosso.

Tabella 4-6: Valori dei principali parametri di esercizio del comparto biologico di ossidazione-nitrificazione, esistente e di nuova realizzazione, per ciascuno dei due scenari temporali ipotizzati.

	Unità di misura	Scenario di breve termine (2016-2020)		Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)	
		Sezioni esistenti	Nuove sezioni	Sezioni esistenti	Nuove sezioni
Carico del fango (C _F)	kgBOD ₅ / kgSS·d	0,071	0,078	0,083	0,091
Produzione fanghi supero (X _s)	kgSS/d	25,5	31,1	76,6	93,3
Età del fango (Θ _{inv})	d	24,2	20,3	22,4	18,6

Le condizioni di esercizio assicurano una buona stabilizzazione della biomassa presente (soprattutto nelle scenario di breve termine), che potrà essere ulteriormente incrementata in futuro agendo opportunamente sulle concentrazioni in vasca.

Per lo scenario di medio-lungo termine, è stata infine verificata l'ipotesi di invio al nuovo comparto biologico di tutta la portata in uscita dalla sezione di dissabbiatura - disoleatura in caso di futura dismissione, per periodi limitati, dell'impianto esistente.

In questo caso, assumendo una concentrazione di biomassa in vasca pari a 4 kg_{SS}/m³ e aumentando l'altezza utile del liquame nella vasca di ossidazione a 4,6 m con un conseguente incremento di volume a 476 m³, si ottiene il seguente carico del fango:

$$C_f = \frac{BOD_{IN}}{X * V} = \frac{210 \text{ kg /d}}{4 \text{ kgSS /m}^3 \times 476 \text{ m}^3} = 0,11 \frac{\text{kg}_{BOD}}{\text{kgSS} \times d}$$

Tale valore garantisce anche in questo caso tempi di detenzione sufficienti ad ottenere una efficiente depurazione del liquame, ma non una completa stabilizzazione del fango.

L'età del fango, calcolata come sopra per la vasca esistente, risulterebbe infatti pari a:

$$\Theta_f = \frac{V \times X}{0,75 \times BOD_{rimosso}} = \frac{476 \times 4}{124,4} = 15 \text{ d}$$

L'ipotesi, quindi, di dismettere l'esercizio dell'impianto esistente va quindi valutata come possibilità di esercizio limitata a brevi periodi, necessari per lo svolgimento di attività manutentive e/o di revamping delle vecchie vasche.

In caso di previsioni di lunghe fermate, potrà in ogni caso essere valutata l'ipotesi di dotare i pozzetti di accumulo fanghi di una rete di diffusione aria di fondo (o altri sistema di aerazione, es. flow jet) in modo da incrementare l'età del fango e migliorarne la stabilizzazione.

Portate di ricircolo di fango

Di norma, i rapporti di ricircolo e le conseguenti portate vengono applicati alla portata media influente all'impianto, con possibilità di operare anche in condizioni di punta e per eventuali esigenze di incremento delle percentuali di ricircolo qualora vi fossero problemi di ispessimento del fango nei sedimentatori finali.

Per l'impianto esistente, si confermano quindi le pompe di ricircolo esistenti (n. 2 pompe sommergibili da 30 m³/h, di cui una di riserva, PS52 e PS53) in grado di assicurare le portate di ricircolo richieste, secondo le condizioni di esercizio sopra ipotizzate.

Per il nuovo impianto, viene invece prevista la realizzazione di una specifica stazione di ricircolo fanghi posta a servizio del nuovo sedimentatore finale di cui al Paragrafo 4.4.6, che sarà attrezzata con n. 2 pompe sommergibili da 70 m³/h (PS33 e PS34, di cui una di riserva), prevalenza di circa 2 m e potenza installata di 1,3 kW.

Il fango sarà ricircolato a monte del nuovo comparto biologico, in corrispondenza dell'immissione dei liquami in arrivo dalla fase di dissabbiatura - disoleatura.

La regolazione delle portate, sia per l'impianto esistente che per il nuovo impianto, sarà attuata dal gestore.

Estrazione fanghi biologici di supero e terziari

La quantità dei fanghi biologici di supero è già stata stimata nella precedente Tabella 4-6, cui si rimanda. Ad essa va aggiunta la produzione di fanghi terziari (F_{III}) provenienti dalla sezione di filtrazione finale, di cui al Paragrafo 4.4.7.

La produzione complessiva attesa (X_{tot}) risulta pari a X_{tot} = 96+45= 141 kgSS/d per lo scenario di breve termine ed a X_{tot} = 116 + 41 = 157 kgSS/d per lo scenario di medio-lungo termine.

Assumendo una concentrazione media di 7 kgSS/m³ (umidità u = 99,3%) ed un peso specifico del fango μ = 1.000 kgSS/m³, la portata complessiva da estrarre (Q_s) nel breve termine è pari a:

$$Q_s = \frac{F_s}{[\mu \cdot (1 - u)]} = \frac{141}{[1.000 \cdot (1 - 0,993)]} = 20,14 \text{ m}^3/\text{giorno}$$

Nel medio-lungo termine la portata complessiva risulta invece pari a 22,4 m³/d. La ripartizione tra il comparto biologico esistente e quello di ampliamento di nuova realizzazione è la seguente:

	Portata fanghi di supero [m ³ /d]	
	Breve termine	Medio-lungo termine
Comparto biologico esistente	5,03	5,60
Comparto biologico ampliamento	15,11	16,80
TOTALE	20,14	22,40

L'estrazione dei fanghi biologici di supero, con invio alle fasi di accumulo/ispessimento, esistente e di nuova realizzazione, verrà effettuato a cura del gestore come già oggi avviene, in relazione alle programmazioni degli accumuli ed asportazioni da esso impostati. Per le linee esistenti l'estrazione avverrà in derivazione manuale dal circuito di ricircolo dei fanghi biologici, mentre per le nuove linee è stata prevista una specifica pompa di estrazione dedicata (PS32) da 6 l/s e 1,2 kW, con possibilità di invio dei fanghi (tubazione DN 50, valvolata) ad entrambi i bacini di accumulo, esistente e nuovo.

Fabbisogno di ossigeno e dispositivi di ossigenazione

Nella Tabella 4-7 sono riportati i fabbisogni di ossigeno operativi ed in condizioni standard, nonché le portate d'aria stimate per l'impianto esistente e per il nuovo comparto ossidativo, con riferimento ai due scenari temporali ipotizzati, ottenuti applicando le formule di cui al Paragrafo 4.3.2.2 con le seguenti assunzioni:

- concentrazione di ossigeno disciolto pari a 2,0 mg/L sia in condizioni invernali che estive;
- concentrazione di riferimento dell'ossigeno in acqua pulita per temperatura e pressione di esercizio dell'impianto (c_s) pari a 9,17 mg/L in condizioni estive e 10,8 mg/L in condizioni invernali, trascurando a favore di sicurezza l'incremento di solubilità con la pressione alle diverse profondità;
- rendimento di trasferimento del sistema di insufflazione dell'aria pari al 18% per i diffusori a candela dell'impianto esistente e del 27% per i diffusori a disco in membrana per il nuovo impianto biologico (profondità utile 4,4 m).

Tabella 4-7: Fabbisogni di ossigeno (operativi ed in condizioni standard) e portate d'aria stimate per i comparti di ossidazione-nitrificazione, esistente e di nuova realizzazione, per ciascuno dei due scenari ipotizzati

	Scenario di breve termine (2016-2020)				Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)			
	Sezioni esistenti		Nuove sezioni		Sezioni esistenti		Nuove sezioni	
	ΔO_2	OC_{stand}	ΔO_2	OC_{stand}	ΔO_2	OC_{stand}	ΔO_2	OC_{stand}
Condizioni estive (kgO ₂ /d)	168	338	405	817	189	381	550	1.110
Condizioni invernali (kgO ₂ /d)	138	274	362	718	159	315	468	929
Portata aria condizioni estive (Q_{aria}) (Nm ³ /h)	201		486		227		661	
Portata aria condizioni invernali (Q_{aria}) (Nm ³ /h)	163		428		188		553	

Per l'impianto esistente, i due compressori di aerazione a lobi da 242 e 346 Nm³/h attualmente in esercizio risultano quindi largamente adeguati alle esigenze richieste, anche per le condizioni di punta oraria.

Per il nuovo impianto biologico, dovranno invece essere previste altre due apparecchiature a lobi da 700 Nm³/h (22 kW cad), che saranno installate, con cabina di insonorizzazione, entro apposito locale posto in prossimità del bacino da servire.

Per quanto riguarda i nuovi piattelli che saranno installati nella nuova vasca di ossidazione, è previsto quanto segue:

- Portata di aria media alimentata da ciascun diffusore (condizioni estive):
 - breve termine: 4,1 Nm³/h;
 - medio-lungo termine: 5,5 Nm³/h;
- Portata di aria media alimentata da ciascun diffusore (condizioni invernali):
 - breve termine: 3,6 Nm³/h;
 - medio-lungo termine: 4,6 Nm³/h;
- Diametro interno piattello: 37,5 cm;
- Numero di diffusori complessivi installati nella vasca: 120;
- Area di membrana utile complessiva: 10,68 m².

Nella nuova vasca di ossidazione sarà installata una sonda automatica per la misura dell'ossigeno cui sarà asservito l'esercizio dei compressori.

Nell'ipotesi di invio al nuovo comparto biologico di tutta la portata in uscita dalla sezione di dissabbiatura - disoleatura, si avrebbero le seguenti portate di aria, ampiamente assicurabili dalle nuove unità di erogazione previste:

- condizioni invernali: 710 Nm³/h;
- condizioni estive: 833 Nm³/h;

La portata di aria media alimentata da ciascun diffusore risulterebbe essere compresa tra 6 Nm³/h (condizioni invernali) e 7 Nm³/h (condizioni estive) e dunque i diffusori opererebbero sempre all'interno del loro range di esercizio.

4.4.5. Defosfatazione

Per la classe di potenzialità di cui all'impianto in progetto non è richiesta la sezione di defosfatazione. Il limite di 10 mg/l imposto dagli Enti in occasione dell'originaria autorizzazione allo scarico, risulta essere largamente superiore ai valori medi storicamente registrati in ingresso all'impianto (peraltro con concentrazioni assai limitate, anche per la presenza delle acque parassite).

Un parziale abbattimento del parametro fosforo sarà comunque ottenuto per sintesi batterica nel comparto biologico, con valori dell'ordine dell'1% del quantitativo di sostanza organica rimossa, potendosi quindi lecitamente attendersi il rispetto del valore imposto, anche ad avvenuta futura riduzione delle percentuali di infiltrazioni parassite.

4.4.6. Sedimentazione secondaria

La verifica ed il dimensionamento della fase di sedimentazione finale vengono effettuati considerando il mantenimento in esercizio del sedimentatore a flusso radiale da 8 m di diametro attualmente esistente (diametro utile di 7,1 m), avente superficie unitaria utile di 40 m² e volume utile di circa 130 m³ e la realizzazione di un nuovo bacino circolare a flusso radiale.

Impianto esistente (verifica)

Nella seguente Tabella 4-8, sono riportati i parametri di funzionamento della fase di sedimentazione secondaria esistente, calcolati facendo riferimento alle portate della precedente Tabella 4-1 e adottando le seguenti ipotesi:

- concentrazione di biomassa presente nel reattore biologico pari a 3,5 kg SST/m³;
- portata di ricircolo fanghi pari a Q_{24r} , in accordo a quanto assunto in fase di verifica della fase biologica.

Tabella 4-8: Verifica del sedimentatore esistente per ciascuno dei due scenari temporali ipotizzati

Portate	Scenario di breve termine (2016-2020)	Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)
Sedimentatore esistente		
tempo di ritenzione (h)		
Q_p	5,5	6,0
carico idraulico (m/h)		
Q_{pb}	0,85	0,92
Q_p	0,59	0,54
flusso solido limite (kg SS·m⁻²·h⁻¹)		
$Q_p + Q_r$	3,23	2,95
carico lineare di sfioro (m³·m⁻¹·h⁻¹)		
Q_p	1,07	0,98

Si osserva che i valori ottenuti risultano essere tali da assicurare un corretto funzionamento della sezione esistente, alle nuove condizioni di alimentazione previste.

L'uscita delle acque depurate dal sedimentatore esistente dovrà essere modificato, in modo da consentirne il convogliamento verso la nuova sezione di filtrazione finale inserita nello schema di processo, unitamente ai flussi provenienti dal nuovo sedimentatore finale di cui al punto seguente.

La nuova tubazione di collegamento avrà diametro DN 150.

Impianto nuovo (dimensionamento)

Il dimensionamento della superficie globale utile di decantazione viene inizialmente condotto sulla base del carico idraulico, imponendo che esso non superi 0,60 m/ora sulla portata di punta secca (v_c) e 1,0 m/ora su quella di pioggia (v_{pb}). Le portate Q_{pb} trattate nella nuova sezione biologica negli scenari di breve e medio-lungo termine sono pari a 101,6 m³/h e 106,9 m³/h rispettivamente, mentre quelle di punta nera Q_p sono pari a 70,5 m³/h e 64,8 m³/h.

In tali condizioni, si verifica quindi quanto segue:

Breve termine:

$$- S'_{sf} = Q_c / v_c = 70,5 / 0,60 = 117,5 \text{ m}^2$$

$$- S'_{sf} = Q_{pb} / v_{pb} = 101,6 / 1,0 = 101,6 \text{ m}^2$$

Medio-lungo termine:

$$- S'_{sf} = Q_c / v_c = 64,8 / 0,60 = 108 \text{ m}^2$$

$$- S'_{sf} = Q_{pb} / v_{pb} = 106,9 / 1,0 = 106,9 \text{ m}^2$$

Per la verifica del rispetto del flusso solido limite o carico superficiale di sostanza secca (C_{ss} in kg SS per m² per ora) si assume, cautelativamente, un flusso solido unitario pari a 4,0 kgSS/ m² · ora.

La concentrazione di biomassa assunta è pari a 3,8 kgSS/m³ e pertanto il flusso solido orario risulta essere pari a:

$$X_{sed} = (Q_p + Q_r) \cdot x_c =$$

Breve termine:

$$(70,5 + 40,3) \cdot 3,8 = 449,8 \text{ kg SS/h}$$

Medio-lungo termine:

$$(64,8 + 36,2) \cdot 3,8 = 409,5 \text{ kg SS/h}$$

Imponendo che C_{ss} non superi i 4,0 kgSS/m² · h, è quindi necessaria una superficie:

$$S_{sf} = X_{sed} / C_{ss} =$$

Breve termine:

$$449,8 / 4,0 = 112,5 \text{ m}^2$$

Medio-lungo termine:

$$409,5 / 4,0 = 102,4 \text{ m}^2$$

A progetto è stata prudenzialmente prevista una nuova vasca da 15 m di diametro con una superficie utile complessiva di $S_f = 176,7 \text{ m}^2$.

È stata infatti valutata la possibilità, per lo scenario di medio-lungo periodo, che l'impianto esistente possa essere dismesso, in via emergenziale, e che tutta la portata in uscita dalla sezione di dissabbiatura - disoleatura venga addotta al nuovo comparto biologico.

Il tempo di permanenza non risulta in questo caso un elemento limitante per il dimensionamento. La profondità viene pertanto stabilita sui valori necessari per evitare trascinamento di solidi che potrebbero verificarsi in corrispondenza di brusche variazioni di portata e/o per stratificazioni dovute a correnti indotte da differenze di densità o di temperatura.

È stata pertanto stabilita un'altezza d'acqua alla parete esterna del sedimentatore di 3 m (la profondità media dello stesso si può approssimativamente assumere intorno 3,4 m), per un volume complessivo (V_{sf}) di circa 602 m³.

Riepilogando, la nuova vasca di sedimentazione a flusso radiale avrà dunque le seguenti caratteristiche:

- diametro utile:	15 m
- superficie utile unitaria:	177 m ²
- profondità alla parete esterna:	3 m
- profondità media:	3,4 m
- volume unitario:	602 m ³

Come riportato nella seguente Tabella 4-9, la vasca risulta essere largamente cautelativa rispetto ai parametri di dimensionamento riportati nel paragrafo 4.3.3.

Anche in questo caso i valori assunti dai parametri di riferimento risulterebbero comunque cautelativi (cfr. Tabella 4-10).

Tabella 4-9: Parametri di dimensionamento del nuovo sedimentatore per ciascuno dei due scenari temporali ipotizzati

Portate	Scenario di breve termine (2016-2020)	Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)
	Nuovo sedimentatore	
tempo di ritenzione (h)		
Q_p	8,5	9,3
carico idraulico (m/h)		
Q_{pb}	0,57	0,63
Q_p	0,40	0,37
flusso solido limite (kg SS·m⁻²·h⁻¹)		
$Q_p + Q_r$	2,55	2,32
carico lineare di sfioro (m³·m⁻¹·h⁻¹)		
Q_p	1,50	1,38

Tabella 4-10: Parametri di dimensionamento del nuovo sedimentatore in caso di completa dismissione dell'impianto esistente nello scenario di medio-lungo termine

Portate	Scenario di medio -lungo termine (dal 2025)
	Nuovo sedimentatore
	tempo di ritenzione (h)
Q_p	6,95
	carico idraulico (m/h)
Q_{pb}	0,84
Q_p	0,49
	flusso solido limite ($kg\ SS \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)
$Q_p + Q_r$	3,1
	carico lineare di sfioro ($m^3 \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}$)
Q_p	1,83

La costruzione della vasca, in relazione alla sua profondità ed alla presenza di una falda idrica superficiale, richiederà l'utilizzo di well point e/o pompe di aggotamento e/o sistemi abbinati.

Lo sfioro delle acque depurate avverrà mediante una serie di stramazzi triangolari in una canaletta circonferenziale. Il collegamento con la successiva sezione di filtrazione avverrà mediante tubazione interrata DN 300.

L'estrazione dei materiali galleggianti dalla vasca avverrà mediante l'installazione di skimmer regolabili sul ponte raschiante (CP30). Gli skimmer saranno installati lungo tutta la lunghezza del ponte e convoglieranno le schiume raccolte in un pozzetto dotato di elettropompa sommersibile (PS31).

Le schiume saranno inviate mediante tubazione in acciaio DN 80 alla rete fognaria interna e da qui scaricate per gravità alla nuova stazione di sollevamento posta in testa all'impianto.

4.4.7. Filtrazione finale

Il dimensionamento della fase di filtrazione è stato condotto assicurando il rispetto dei seguenti parametri in entrambi gli scenari di breve e medio-lungo periodo:

- carico idraulico specifico su portata di punta nera (Q_C): $5\ m^3/m^2 \cdot h$;
- carico idraulico specifico su portata di pioggia (Q_{PB}): $7\ m^3/m^2 \cdot h$;
- carico di flusso solido specifico: $0,20 \div 0,30\ kgSS/m^2 \cdot h$;

Nella seguente tabella si riportano i calcoli e le verifiche condotte nei diversi scenari, avendo assunto una concentrazione massima e media di SST in uscita dai sedimentatori rispettivamente pari a 50 mg/l e 35 mg/l.

		Breve termine	Medio-lungo termine
Carico idraulico su Q_c	$m^3/(m^2 \cdot h)$	5,0	5,0
<i>Superficie teorica</i>	m^2	18,8	17,3
Carico idraulico su Q_{pb}	$m^3/(m^2 \cdot h)$	7,0	7,0
<i>Superficie teorica</i>	m^2	19,3	21,1
Carico di SST di progetto (su SST_{Max} e Q_c)	$kgSS/(m^2 \cdot h)$	0,2	0,2
<i>Superficie teorica</i>	m^2	23,5	21,6
Carico di SST massimo (su SST_{Med} e Q_{pb})	$kgSS/(m^2 \cdot h)$	0,3	0,3
<i>Superficie teorica</i>	m^2	15,8	17,3
Carico di SST massimo (su SST_{Max} e Q_{pb})	$kgSS/(m^2 \cdot h)$	0,3	0,3
<i>Superficie teorica</i>	m^2	22,6	24,7

Per garantire il rispetto di tutti i parametri di dimensionamento imposti, si è optato per un'apparecchiatura ad asse verticale con filtri a tela (sp. 4-5 mm) del tipo a dischi avente superficie utile pari a 25 m^2 (n.5 da 5 m^2 /cad).
Adottando tale superficie, i valori dei parametri sopra riportati sono da ritenersi ampiamente accettabili per entrambi gli scenari:

		Breve termine	Medio-lungo termine
Superficie filtrante totale	m^2	25,00	25,00
Carico idraulico specifico effettivo di progetto (su Q_c)	$m^3/(m^2 \cdot h)$	3,76	3,46
Carico di SST specifico effettivo di progetto	$kgSS/(m^2 \cdot h)$	0,19	0,17
Carico idraulico specifico massimo	$m^3/(m^2 \cdot h)$	5,42	5,92
Carico di SST specifico effettivo massimo (su Q_{pb})	$kgSS/(m^2 \cdot h)$	0,27	0,30

L'apparecchiatura sarà installata in un apposita vasca in c.a. La filtrazione avviene per gravità con macchina ferma sfruttando la differenza di livello tra ingresso e uscita. I dischi vengono completamente immersi nelle acque da trattare.

Durante la fase di filtrazione i residui solidi vengono ritenuti dalla tela. Il livello minimo dell'acqua nella vasca di contenimento del filtro è controllato da uno stramazzo posto sul lato di scarico dell'acqua pulita. Con l'aumentare del deposito dei residui solidi sulla tela, aumenta la resistenza idraulica al passaggio e di conseguenza la differenza (ΔH) tra i livelli dell'acqua non trattata e di quella chiarificata. Quando si raggiunge una differenza di livello di circa 35 cm viene automaticamente attivato il processo di pulizia della tela.

Per l'operazione di pulizia delle tele, regolata dalla differenza di livello e necessaria a ripristinare le capacità drenanti, i dischi filtranti vengono fatti ruotare lentamente. I residui solidi vengono rimossi in contro-lavaggio insieme all'acqua aspirata dai dispositivi di suzione che aderiscono ai lati di ogni singolo disco e sono collegati ad una pompa.

I fanghi di contro-lavaggio (la cui portata è quantificabile nel 2% circa della portata media giornaliera trattata e quindi pari a circa 25 m³/d per entrambi gli scenari) vengono inviati in testa all'impianto tramite la rete fognaria interna.

Ipotizzando in tempo secco una rimozione media di 35 gSST/m³ (volendo assicurare in uscita un valore di almeno 15 mgSST/L), la produzione di fanghi terziari media giornaliera sarà pari a $F_{III} = 35 \cdot 1.290 \cdot 10^{-3} = 45$ kgSS/d nel breve termine e di 41 kgSS/d nel medio – lungo termine.

4.4.8. Disinfezione linea liquami

Per la disinfezione dei liquami, necessaria per il rispetto dei limiti batteriologici allo scarico (Escherichia Coli: < 5.000 UFC/100 mL) ci si è orientati verso una soluzione basata sull'uso delle lampade a raggi ultravioletti (UV) anche in relazione alla presenza, a monte, della nuova sezione di filtrazione finale in grado di assicurare un efficace abbattimento dei solidi sospesi evitando i rischi di imbrattamento e deterioramento o limitazione della resa delle lampade. Adottando i criteri generali di dimensionamento di cui al Paragrafo 4.3.5, si è prevista la realizzazione di una linea di disinfezione UV (UV.37) con le seguenti caratteristiche:

- Numero canali di disinfezione: 1
- Numero banchi per ogni canale: 1
- Numero moduli UV-C per banco: 1
- Numero complessivo moduli UV-C: 1
- Numero lampade per ogni modulo: 8
- Numero complessivo lampade: 8
- Potenza max assorbita da ciascuna lampada: 320 W
- Numero quadri di comando: 1 (installabile a qualunque distanza)
- Lunghezza nominale canale: 4,80 m
- Larghezza nominale canale: 0,24 m
- Altezza nominale canale: 0,87 m
- Livello idrico nominale: 0,47 m
- Larghezza nominale allargamento in prossimità dello stramazzo: 0,50 m
- Lunghezza nominale del tratto allargato: 0,90 m
- Lunghezza stramazzo di uscita: 1,86 m

Le lampade, installate orizzontalmente, saranno ad amalgama di mercurio a bassa pressione di ultima generazione, con durata stimata pari ad almeno 16.000 ore.

La sezione di disinfezione sarà completamente automatizzata, gestita da PLC, in modo tale da consentirne un funzionamento continuo, monitorato e modulato al variare dei parametri di processo. Il modulo UV sarà dotato di un sistema di pulizia automatico, azionato da pistone pneumatico, dei tubi di quarzo protettivi delle lampade; la pulizia sarà operata da una serie di anelli raschiatori (realizzati in materiale non degradabili dalla radiazione UV-C), senza utilizzo, quindi, di componenti chimici.

La potenza complessiva installata (lampade, sonde ecc.) è pari a circa 4,0 kW.

La sezione sarà dotata di copertura rimovibile in corrispondenza dei Moduli UV-C, per ridurre i fenomeni algali, e di stramazzo finale atto ad assicurare il mantenimento di un battente idrico costante sulle lampade.

Lo scarico finale delle acque depurate e disinfettate, avverrà in corrispondenza dell'esistente punto di recapito. La tubazione esistente DN 200, dovrà essere sostituita con una nuova tubazione, in acciaio bitumato, avente diametro DN 300. Ove possibile la nuova tubazione sarà realizzata parallelamente a quella esistente, che potrà quindi essere mantenuta in esercizio sino all'avvenuta predisposizione del nuovo collegamento.

4.4.9. Accumulo/Ispessimento fanghi

Per lo stoccaggio dei fanghi biologici di supero, si prevede di realizzare una fase di accumulo/ispessimento.

Si prevede di riutilizzare l'esistente bacino a pianta rettangolare, a servizio dell'impianto esistente, avente dimensioni pari a 4x3 m, volume di circa 42 m³ (altezza media pari a 3,5 m) e superficie (S) di 12 m².

Si prevede inoltre di realizzare una seconda unità a servizio del nuovo impianto di potenziamento, anch'essa a pianta rettangolare avente le seguenti dimensioni utili:

- lunghezza interna: 4,2 m;
- larghezza interna: 3,9 m;
- altezza massima fango: 2,1 m;
- volume utile: 34,4 m³;
- superficie utile: 16,4 m².

La verifica dell'idoneità delle due sezioni viene condotta calcolando che il valore carico superficiale di sostanza secca (C_{SS}) sia contenuto entro i valori esposti al Paragrafo 4.3.6. Ipotizzando una ripartizione dei flussi di fango pari a 1/4 sul bacino di accumulo esistente e 3/4 sul nuovo accumulo, risulta:

Accumulo/Ispessitore esistente:

$C_{SS} = X_{tot} : S = 141 \cdot 1/4 : 12 = 2,9 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{d}$ (scenario breve termine)

$C_{SS} = X_{tot} : S = 157 \cdot 1/4 : 12 = 3,3 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{d}$ (scenario medio – lungo termine)

valori largamente adeguati.

Tenuto conto della portata alimentata (Q_s = 5,0-5,6 m³/d nei due scenari) al volume del bacino (42 m³) volume corrisponde un tempo di permanenza medio di circa 7,5-8,0 d.

Accumulo/ispessitore nuovo:

$C_{SS} = X_{tot} : S = 141 \cdot 3/4 : 16,4 = 6,4 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{d}$ (scenario breve termine)

$C_{SS} = X_{tot} : S = 157 \cdot 3/4 : 16,4 = 7,2 \text{ kg SS/m}^2 \cdot \text{d}$ (scenario medio – lungo termine)

valori da ritenersi adeguati.

Tenuto conto della portata alimentata (Q_s), pari a 15,1 m³/d nel breve termine e 16,8 m³/d medio-lungo termine, al volume del bacino (34,4 m³) volume corrisponde un tempo di permanenza medio di circa 2-2,3 d.

In relazione all'elevata volumetria a servizio dell'impianto esistente, ne potrà essere sfruttata la capacità di accumulo, ove necessario, anche a servizio delle nuove linee di trattamento. E' stato allo scopo previsto uno specifico collegamento idraulico DN 50, valvolato.

Il tempo di permanenza medio complessivo di stoccaggio dei fanghi è in tale caso stimabile pari a 3,4-3,8 giorni.

La nuova vasca di accumulo/ispessimento sarà dotata di una copertura in c.a. pedonabile, con botole di ispezione in corrispondenza dello scarico di troppo-pieno e di eventuali surnatanti ricircolati in testa all'impianto mediante la rete fognaria prevista.

Essa sarà inoltre dotata di valvola telescopica per una migliore regolazione delle funzioni di ispessimento ed estrazione dei surnatanti.

4.4.10. Estrazione fanghi ed invio a trattamento centralizzato di disidratazione

Il fango di supero accumulato nei bacini di cui al precedente paragrafo, verrà periodicamente estratto in forma liquida mediante autobotti di spurgo (2-3 volte alla settimana, in linea indicativa), per essere addotto ad impianti di maggiori dimensioni dotati di sezione di disidratazione meccanica, con sufficiente capacità residua di trattamento.

Nel presente progetto è stata prevista un'adeguata accessibilità dei mezzi alle varie sezioni di prelievo.

4.4.11. Opere complementari ed impianti elettrici

Oltre alle modifiche ed integrazioni alle sezioni del processo depurativo, con il presente progetto definitivo sono stati previsti i seguenti principali ulteriori interventi riguardanti le opere complementari ed accessorie e gli impianti elettrici:

- nuova strada di accesso alla piattaforma ecologica comunale, secondo il percorso e le caratteristiche realizzative indicate nelle Tavole H.011, H.021 ed H.022 (prima fase realizzativa degli interventi);
- nuova recinzione (in pannelli grigliati zincati a caldo e verniciati, posti su muretto in c.a.) a servizio dell'area di ampliamento prevista, che sarà raccordata a quella attualmente esistente, in particolare sui lati Nord ed Est (il lato Sud lungo la via dei Marzi sarà invece dotato di nuova recinzione, sostitutiva dell'esistente). Conseguentemente saranno demoliti/rimossi alcuni tratti di recinzione esistente (in c.a. e/o in rete metallica plastificata) posti lungo i lati Ovest e Sud dell'impianto esistente, inclusi ambo i lati della viabilità di servizio alla piattaforma ecologica comunale. Sarà inoltre realizzato un nuovo cancello di ingresso (adeguato a mezzi pesanti) e modificati gli ingressi alla piattaforma ecologica, con riutilizzo e riposizionamento degli attuali cancelli;
- ampliamento della rete viabilistica interna all'impianto esistente per consentire l'accesso alle nuove sezioni impiantistiche e il suo adeguamento costruttivo (mista di sottofondo e binder);
- rete fognaria interna all'impianto, in particolare a servizio delle nuove opere di ampliamento. La rete fognaria è stata cautelativamente prevista di tipo misto, anche in relazione alla limitatezza delle aree impermeabili (strade, piazzali, tetti) con adduzione dei reflui (eventuali surnatanti linea fanghi, acque contro-lavaggio filtrazione, dilavamento piazzali, ecc.) alla nuova stazione di sollevamento iniziale; alla rete fognaria saranno adottati anche le acque meteoriche provenienti dalla coperture dei nuovi edifici e manufatti in progetto, dotati di appositi pluviali. La rete fognaria sarà dotata di caditoie sifonate;
- integrazione ed ampliamento della rete idrica esistente, in modo da servire le varie utenze che necessitano di periodici lavaggi (ad es. sezioni di staccatura, sedimentazione finale ecc.); gli adeguamenti interesseranno anche le utenze dell'impianto esistente, con previsione di inserimento di cavi scaldanti localizzati sui tratti fuori terra per evitare problemi di gelo;
- nuovi locali per alloggiamento delle apparecchiature integrative (compressori ossidazione, soffiante per dissabbiatura ecc.) e per l'installazione dei quadri elettrici a servizio delle nuove utenze elettromeccaniche, come da localizzazione indicata nelle planimetrie di progetto;
- adeguamento, da concordare con l'ENEL, della potenza di alimentazione dell'impianto esistente (15-20 kW) secondo la nuova configurazione prevista (incremento complessivo necessario stimato pari a circa 60-65 kW, installati), da realizzare ancora in BT; secondo le preliminari informazioni assunte, infatti, l'alimentazione in MT e quindi l'esigenza di realizzazione di una specifica cabina di trasformazione risulta obbligatoria a partire da 100 kW;
- fornitura e posa in opera di quadri elettrici a servizio delle nuove utenze, con realizzazione dei collegamenti in campo BT, della rete di terra integrativa, dell'impianto di illuminazione interna dei locali ed esterna a servizio della viabilità e dei piazzali (ivi compresa la nuova strada di accesso alla piattaforma ecologica comunale), di prese tripolari per interventi manutentivi ecc.;
- rifacimento, con adeguamento normativo, degli impianti elettrici esistenti, a servizio dell'attuale impianto;

- integrazione ed interfacciamento del sistema di telecontrollo esistente via GSM, al fine di adeguarlo alla nuova configurazione impiantistica;
- opere di finitura e completamento, da eseguirsi, anche in economia, in relazione alle esigenze di interconnessione tra vecchio e nuovo impianto di adeguamento.

Per maggiori dettagli circa gli interventi di progetto relativi agli impianti elettrici, si rimanda agli Elaborati B2.

4.4.12. Interventi di sistemazione a verde – Relazione paesistica

Le tavole H.023, H.024, H.025, H.026 e H.027 rappresentano l'inserimento paesistico delle opere previste a progetto, con particolare riferimento al rendering dell'intervento di ampliamento delle opere previsto.

Si rimanda per ulteriori informazioni allo specifico Elaborato F. allegato al progetto.

Gli interventi di mitigazione paesistica dei nuovi manufatti prevedono la piantumazione di specie arboree ed arbustive con funzione di mascheramento lungo i lati Nord, Ovest e Sud, limitatamente alle aree di ampliamento.

In particolare, è prevista a progetto la realizzazione di una doppia fascia alberata mediante la piantumazione di specie vegetali autoctone ad alto fusto (carpinus, acer, ulmus, tilia, prunus, quercus, fagus, ecc.), di altezza minima di 3-4 m già nella fase iniziale.

Nelle zone interne si potrà provvedere anche alla messa a dimora di vegetazione arbustiva quale, ad esempio, cespugli di Biancospino (*Crataegus monogyna*) ed essenze autoctone locali.

4.5. Calcoli di dimensionamento idraulici – Vasca di accumulo acque di pioggia - Vasca di emergenza

Nell'Elaborato B3 di progetto vengono riportati i calcoli di dimensionamento idraulici necessari per la redazione del profilo idraulico dell'impianto. Ad esso, quindi, si rimanda per tutti gli aspetti di dettaglio.

Nella Tavola H.07 di progetto viene anche riportata, per comodità di lettura, la rappresentazione grafica del profilo idraulico per lo scenario di progetto di medio-lungo termine.

Nel medesimo Elaborato B3 vengono riportati (rif. paragrafo 4.7) anche i criteri di dimensionamento della futura vasca di accumulo delle acque di pioggia, per la quale sono state mantenute aree libere a disposizione per la sua eventuale realizzazione, nonché i criteri di dimensionamento previsti per la realizzazione della vasca di emergenza, già inserita tra le opere in appalto e graficamente rappresentata nelle Tavole H.012 ed H.013.

4.6. Qualità dei materiali

Il presente paragrafo viene redatto al fine di fornire le indicazioni in merito alla qualità di materiali ed apparecchiature da impiegarsi per la costruzione delle opere di progetto, civili ed elettromeccaniche.

In particolare si ritiene necessario evidenziare la necessità di adozione di materiali ed apparecchiature di elevata qualità e resistenza che tengano conto, oltre che delle esigenze prestazionali progettualmente previste, anche dell'ambiente aggressivo di loro prevista esecuzione e/o installazione.

In linea generale si prevede che le varie opere dell'impianto vengano eseguite con le caratteristiche descritte nei successivi paragrafi distintamente per opere civili e meccaniche.

4.6.1. Opere civili

Tutte le opere civili saranno eseguite in conformità ai criteri di cui alle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4.02.2008 Suppl. Ord. N. 30. Sulla Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26.02.2009, Suppl. Ord. N. 27 è stata inoltre pubblicata la Circolare 2.2.2009 contenente le Istruzioni per l'applicazione di tali norme tecniche.

Specifici approfondimenti sulla qualità delle opere civili potranno pertanto essere condotti in fase di progettazione esecutiva, anche in relazione a possibili ulteriori sviluppi e/o modifiche normative che potranno nel frattempo essere introdotte.

Per quanto concerne ulteriori informazioni si rimanda all'Elaborato B1 allegato al progetto ed ai contenuti della Relazione idrogeologica-geotecnica di cui all'Elaborato B4, ricavata sulla base degli elementi acquisiti e/o forniti dalla Stazione Appaltante, con le puntualizzazioni di cui al precedente Paragrafo 2.1 relativamente ai livelli della falda idrica.

4.6.2. Opere meccaniche

Ogni parte dei vari impianti e macchine sarà nuova, della migliore qualità ed adatta, in relazione alle prestazioni richieste, alle condizioni climatiche del sito conformemente agli standard per esse vigenti.

Tutte le parti di impianto e di macchine saranno unificate allo scopo di ridurre il tipo di componenti, i quali, se con la stessa funzione, saranno intercambiabili per dimensioni e sistemi di collegamento. Tutte le apparecchiature ed i macchinari simili saranno quindi preferibilmente di un medesimo costruttore e con caratteristiche analoghe, al fine di ridurre al minimo l'entità delle scorte di pezzi di ricambio.

Oltre a quanto sopra saranno osservate le seguenti caratteristiche generali.

A. Metodi di giunzione e saldature

Tutti i bulloni, viti e rondelle per il fissaggio di macchine saranno in acciaio inossidabile AISI 304 o preferibilmente 316, così come i tirafondi di fondazione e i relativi dadi e rondelle. Le teste delle viti e i dadi saranno tutti di tipo esagonale secondo le norme ISO. Dopo il serraggio, le viti dovranno sporgere dai dadi non più di mezzo diametro.

Le saldature saranno eseguite in accordo con le prescrizioni dell'Istituto Italiano della saldatura e con i procedimenti delle più recenti norme UNI.

Per le eventuali saldature eseguite su opere in acciaio zincato sarà previsto un trattamento di sabbiatura o spazzolatura e successiva verniciatura zincante sulla superficie appositamente preparata. Le saldature di parti in acciaio inossidabile, ove necessarie, dovranno prevedere adeguati interventi di decapaggio e protezione ad evitare formazioni di ruggine sulle superfici stesse.

B. Tubazioni metalliche e plastiche

B1. Tubazioni metalliche

Per le tubazioni metalliche si farà riferimento alle indicazioni di cui alla relativa specifica tecnica di progetto. Le flange di accoppiamento tra varie sezioni di tubo rispetteranno le norme UNI per pressione nominale PN 6 e PN 10. L'acciaio delle tubazioni principali di alimentazione dell'aria DN 200 sarà sempre di qualità saldabile AISI 304.

B2. Tubazioni in PEAD

I tubi saranno realizzati per estrusione con adatte macchine. Particolare cura sarà posta nella calibrazione in modo da evitare lo stiramento del materiale.

Materiali

Il materiale base per la produzione di tubi estrusi e dei relativi pezzi speciali di polietilene ad alta densità presenterà le caratteristiche prescritte dall'Istituto Italiano dei Plastici.

Il materiale potrà essere addittivato con nerofumo e stabilizzato con agenti anti-invecchiamento. Il materiale sarà inoltre stabile all'azione della luce. Il materiale sarà insolubile a 20°C in tutti i solventi organici ed inorganici. Potrà essere attaccato a temperatura ambiente solo da agenti fortemente ossidanti (acidi nitrico, solforico, ... concentrati). Il materiale sarà inoltre inattaccabile dai batteri e/o da altri agenti biologici.

Saldabilità

Le tubazioni saranno saldabili, sia con saldatura di testa che con riporto di materiale. L'efficienza del giunto saldato sarà maggiore di 0,95. L'Impresa esecutrice dovrà adibire alla saldatura un numero sufficiente di esperti saldatori, che potranno anche essere forniti dal fabbricante dei tubi. Le saldature saranno sottoposte a prove e controlli a discrezione e secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori. Per le saldature testa a testa dovrà essere tenuto in debito conto la temperatura del termo-elemento, il tempo di contatto del termo-elemento, il tempo e la pressione di giunzione delle parti da saldare.

Posa

La posa avverrà in modo corretto mettendo in atto tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le tubazioni e le raccorderie e secondo le regole d'arte. Le tubazioni saranno unite fra loro e alla raccorderia secondo le specifiche fornite da fornitori qualificati di materiali. Le saldature saranno eseguite con clima asciutto curando che le parti siano dovutamente pulite.

B3. Tubazioni in cloruro di polivinile (PVC)

Per condotte di protezione cavi o di scarico acque usate e meteoriche potranno essere usate tubazioni in PVC rigido senza plastificanti, ricavate per estrusione da materiali conformi a quanto specificato più sotto.

Materiali

Il materiale base per la produzione di tubi estrusi e dei relativi pezzi speciali di cloruro di polivinile presenterà le seguenti caratteristiche:

Saldabilità

Le tubazioni saranno saldabili, sia con saldatura di testa che con riporto di materiale. L'efficienza del giunto saldato sarà maggiore di 0,95.

L'Impresa dovrà adibire alla saldatura un numero sufficiente di esperti saldatori. Le saldature saranno sottoposte a prove e controlli a discrezione e secondo le disposizioni impartite dalla Direzione Lavori.

Posa

La posa avverrà in modo corretto mettendo in atto tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le tubazioni e le raccorderie e secondo le regole d'arte. Le tubazioni saranno unite fra loro e alla raccorderia secondo le specifiche fornite da fornitori qualificati di materiali.

Le saldature saranno eseguite con clima asciutto curando che le parti siano dovutamente pulite. La saldatura del PVC avverrà a gas caldo o con collanti con cordone di saldatura di tenuta.

Nella successiva tabella sono riepilogate le principali caratteristiche delle tubazioni previste in progetto per i vari utilizzi e stati di posa.

Caratteristiche tecniche	Stato di posa	Materiale	Norma di rif.	Rivestimento
Linea liquami e linea fanghi	interrato	Acciaio carbonio	UNI EN 10224	Bituminoso pesante
	fuori terra	Acciaio AISI 304L	DIN EN ISO 1127 UNI EN 10217	
Linee aria di processo	interrato	Acciaio carbonio	UNI EN 10224	Bituminoso pesante
	fuori terra	Acciaio AISI 304L	DIN EN ISO 1127 UNI EN 10217	
Linea acqua servi- zi/potabile	interrato	PEAD PE 100	UNI EN 12201	
	fuori terra	Acciaio zincato	UNI EN 10255 UNI EN 10240	Coibentazione/cavo scaldante
Cavidotti	Tratto interrato sotto sedimentatore finale	PEAD corrugato	UNI EN 12201 IMQ e CEI EN 50086	
	interrati	PEAD corrugato PVC rigido		
Fognatura	interrato	PVC serie pesante SN8	UNI EN 1401	

C. Valvole

Tutte le valvole previste saranno con fissaggio a flangia per il collegamento valvola/tubazioni e rispetteranno le norme UNI/DIN. Sia per la linea liquame che per la linea fanghi le valvole, salvo quelle di regolazione, saranno del tipo a saracinesca a corpo piatto per pressioni nominali PN10. Non sono ammesse valvole a farfalla per il circuito fanghi. Le valvole di non ritorno nel circuito liquami o fanghi saranno del tipo a clapet o preferibilmente a palla (in presenza di liquami grezzi con apporti filamentososi) in acciaio per pressioni nominali PN10/16, con rivestimento in gomma e dotate di flangia cieca per ispezione e pulizia. Tutte le valvole saranno dotate di volantino di manovra. Le valvole motorizzate saranno provviste di volantino per la manovra manuale di emergenza.

D. Paratoie

Tutte le paratoie previste per isolare le varie sezioni dell'impianto e/o le tubazioni di bypass saranno in lamiera con nervature di rinforzo e profilati di acciaio inossidabile AISI 304L. Le paratoie, con gargame e diaframma in acciaio AISI 304L, saranno dotate di sistema di sollevamento a mezzo di viti e riduttore con comando manuale (o motorizzato, ove indicato) e di una tenuta mediante guarnizioni in neoprene, riportata sullo scudo tramite viti e liste di acciaio. Le guide di scorrimento saranno del tipo a strisciamento su liste lavorate. Le aste di manovra saranno in acciaio inossidabile, con madrevite in bronzo.

Il comando elettrico delle paratoie motorizzate verrà effettuato tramite attuatore con caratteristiche descritte al successivo punto E) e posto sulla traversa superiore del telaio.

E. Attuatori elettrici

Valvole e paratoie saranno comandate, ove indicato, a mezzo di attuatori elettrici costituiti da un motore elettrico trifase asincrono con rotore in corto circuito, a costruzione chiusa con ventilazione esterna. Il riduttore, a lubrificazione in bagno d'olio, sarà del tipo a vite senza fine e corona dentata in bronzo. L'attuatore inoltre sarà munito di dispositivo di arresto motore agente su interruttori di massima coppia, interruttori di fine corsa in apertura e chiusura, indice di posizione esterno, comando manuale di emergenza con volantino disinseribile.

I motori rispetteranno gli standard UNEL – IEC con protezione minima IP55 e saranno dotati di resistenza anticondensa e di fine corsa elettrici stagni. Il comando sarà previsto sia locale che a distanza con interblocco a chiave.

Il comando elettrico e manuale sarà possibile in tutte le condizioni di funzionamento dell'impianto e quindi anche con la massima pressione sull'organo di intercettazione.

I motori saranno dimensionati per un numero elevato di interventi orari o per servizio con continue inversioni di senso di rotazione e di coppia se destinati alla modulazione di un flusso. Apposita targa sugli attuatori indicherà le posizioni di completa apertura o chiusura.

F. Guarnizioni per stramazzi – Lamiera paraschiuma

Tutti gli stramazzi delle vasche e quelli di ripartizione, nonché i paraschiuma, saranno realizzati in lamiera di acciaio inox AISI 304L, spessore minimo 3 mm. Il bordo degli stramazzo sarà in accordo con la norma DIN 19558 tipo B.

Gli elementi dello stramazzo saranno fissati alla struttura in modo da poter essere aggiustati in altezza di ± 8 cm a mezzo di viti, dadi e piastrine in acciaio inossidabile poste ad una distanza di non più di 50 cm fra loro.

G. Scale, parapetti, grigliati, lamiere striate, carpenterie metalliche, bulloneria

Per le scale, i parapetti, i grigliati e le lamiere striate, oltre alle disposizioni di legge, valgono le seguenti prescrizioni:

- Tutti i parapetti metallici e le scale saranno realizzati in acciaio inossidabile AISI 304L: il corrimano sarà costituito da una sezione circolare di diametro 43 mm, mentre i montanti e il paraginocchio saranno di sezione circolare non inferiore a 33,5 mm. La lamiera di arresto al piede avrà altezza non inferiore a 150 mm e spessore minimo di 4 mm.
- I passaggi avranno di norma larghezza non inferiore a 800 mm e fondo in calcestruzzo o grigliato in acciaio zincato, di tipo antisdrucchiolo. I gradini delle scale saranno invece in grigliato inox AISI 304 L ed avranno bordo antisdrucchiolo in angolare bugnato 25×25 mm. I grigliati zincati a caldo, il cui tipo dovrà essere sottoposto alla preventiva approvazione della Direzione Lavori, dovranno essere previsti per sovraccarichi di almeno 500 kg/m².
- Le lamiere striate per la copertura di botole, pozzetti, ecc. avranno spessore minimo di 5 mm e 6 mm sotto stria e saranno seguite in acciaio zincato a caldo. Ove la luce degli appoggi lo richieda, la lamiera sarà opportunamente rinforzata con intelaiatura di angolari e piatti, in modo che non si abbiano a verificare spancamenti o vibrazioni sotto carico. Gli appoggi delle lamiere saranno realizzati con telai composti da profilati a Z, zancati ai bordi delle aperture.
- Tutta le carpenterie metalliche (staffe, supporti, telai di supporto...) e la bulloneria di fissaggio di scale, parapetti, valvolame, ... saranno in acciaio inossidabile AISI 304L.

Nella successiva tabella sono riepilogate le caratteristiche delle principali carpenterie previste in progetto.

Caratteristiche tecniche	Stato di posa	Materiale	Norma di rif.
Stramazzi e lamiere para-schiuma	qualsiasi	Acciaio AISI 304L	UNI EN 10088
Paratoie e gargami	qualsiasi	Acciaio AISI 304L	UNI EN 10088
Scale e parapetti	qualsiasi	Acciaio AISI 304L	UNI EN 10088
Grigliati aperti e/o chiusi, lamiere striata	qualsiasi	Acciaio zincato a caldo	UNI EN 10025 – 10027 UNI EN ISO 1461
Telai supporto grigliati/lamiere	qualsiasi	Acciaio AISI 304L	UNI EN 10088
Bulloneria e viteria,	qualsiasi	Acciaio AISI 304L	UNI EN ISO 3506
Carpenteria strutturale	in acqua	Acciaio AISI 304L	UNI EN 10088
	fuori acqua	Acciaio zincato a caldo	UNI EN 10025 – 10027 UNI EN ISO 1461

H. Apparecchiature

Tutte le apparecchiature fornite dovranno possedere i requisiti di cui al D. Lgs. 27 gennaio 2010, n. 17 (pubblicazione del 19.2.2010 Supplemento ordinario n. 36/L alla G.U Serie generale, n. 41)

Esse saranno pienamente rispondenti alle norme UNI EN e similari in materia.

Saranno possibilmente unificate le parti di apparecchiature allo scopo di ridurre il tipo di componenti, i quali, se con la stessa funzione, saranno intercambiabili per dimensioni e sistemi di collegamento. Per quanto possibile tutte le apparecchiature ed i macchinari simili saranno di un unico costruttore e con caratteristiche analoghe al fine di ridurre al minimo l'entità della scorta dei pezzi di ricambio. Tutte le apparecchiature impiegate dovranno essere state largamente sperimentate o derivate in similitudine da macchine utilizzate da lungo tempo, come da apposita certificazione che dovrà essere rilasciata. Non saranno cioè accettati prototipi, salvo specifica approvazione scritta dell'Ente Appaltante.

In fase esecutiva, per ciascuna apparecchiatura dovranno essere forniti a cura del costruttore:

- disegni meccanici costruttivi di officina;
- disegni di fondazione con riportati:
 - i valori dei carichi statici e dinamici con le quote dei loro punti di applicazione;
 - i dettagli dei supporti e degli ancoraggi relativi alle strutture metalliche fornite con le macchine;
 - la posizione e la dimensione di eventuali canali di drenaggio in corrispondenza di scarichi delle macchine;
- disegni di assieme ed installazione che dovranno mostrare la macchina assemblata, completa di motore di azionamento. Dovranno essere riportate:
 - le quote relative al posizionamento delle flange rispetto agli assi principali della

- macchina;
- l'altezza richiesta per il gancio di sollevamento per lo smontaggio;
- il peso complessivo ed il peso della parte più pesante per la manutenzione;
- le quote di posizionamento degli sfiati, drenaggi, tappi di riempimento, loro diametro e tipo di filettatura;
- i dettagli e le prescrizioni particolari per l'installazione;
- l'elenco dei componenti e dei materiali, comprendente fra l'altro:
 - diametro e materiale delle tubazioni,
 - tipo e marca dei giunti,
 - tipo e marca delle tenute meccaniche,
 - i giunti di accoppiamento,
 - le norme del costruttore ed il tipo,
 - per moltiplicatori e riduttori la marca, il tipo ed i sensi di rotazione,
 - l'indicazione della posizione di ingresso e scarico dell'olio e degli sfiati,
 - il tipo e la marca dei motori elettrici,
 - il senso di rotazione,
- l'elenco della strumentazione fornita con la macchina, con le relative caratteristiche;
- la specifica dei lubrificanti che dovrà contenere le seguenti informazioni, relative ad ogni macchina e per ogni punto da lubrificare:
 - la marca e il tipo di lubrificante, con le relative caratteristiche fisiche e chimiche;
 - la quantità di primo riempimento ed il consumo previsto;
 - i tempi di sostituzione;
- i certificati di collaudo;
- i manuali di esercizio e manutenzione, redatti in lingua italiana, che dovranno contenere tutte le informazioni necessarie per la corretta installazione e funzionalità. In particolare essi dovranno contenere:
 - n. di matricola, sigla, anno di costruzione e dati di identificazione del produttore;
 - foglio dati costruttivi e di funzionamento;
 - descrizione tecnica;
 - specifiche di avviamento, fermata programmata e di emergenza;
 - manuali degli ausiliari e della strumentazione;
 - istruzioni di sicurezza ed antinfortunistica;
 - taratura per allarmi e blocchi;
 - taratura valvole sicurezza;
 - curve caratteristiche di progetto e/o collaudo in officina;
 - elenco componenti per individuazione parti di ricambio.

4.7. Gestione delle terre di scavo

Le modalità di gestione delle terre di scavo dovranno essere condotte in conformità alle disposizioni di cui al DM 10.08.2012 n. 161 "*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*", pubblicato sulla G.U. n. 221 del 21.09.2012 e s.m.i., così come modificato dalla Legge n. 221 del 28.12.2015 e nelle more di applicazione della nuova normativa in fase di elaborazione.

Nel progetto esecutivo d'appalto dovrà essere specificatamente allegato un Capitolo, o meglio una breve Relazione autonoma, relativa a tale aspetto di conduzione del cantiere. Esso dovrà in particolare essere finalizzato al riutilizzo dei terreni provenienti dalla realizzazione dei nuovi manufatti in progetto che si prevedono con esecuzione in profondità e quindi con necessità di escavazione ed allontanamento delle eccedenze dal cantiere (pre-

trattamenti stacciatura e dissabbiatura - accumulo fanghi, comparto biologico ossidativo e locale servizi-quadri-compressori, sedimentatore finale, grigliatura fine e sollevamento iniziale, vasca di accumulo di emergenza, filtrazione finale ed UV, reti idriche e fognarie, collegamenti idraulici e cavidotti, ...).

Dovranno anche essere individuate le aree di stoccaggio provvisorio dei materiali di scavo (indicativamente ubicabile nell'area che sarà mantenuta a disposizione per la futura vasca di accumulo delle extra piogge). Il terreno da utilizzare per i reinterri dovrà essere scelto e selezionato in accordo con la Direzione dei lavori, privilegiando quello di migliore qualità; il terreno di coltivo dovrà essere accatastato autonomamente in area dedicata (fascia perimetrale a verde).

Il sito o i siti di utilizzo (smaltimento) del materiale dovranno essere indicati in sede esecutiva e, preferibilmente essere ubicati nel territorio lodigiano. In linea del tutto indicativa possono essere assunti i seguenti riferimenti (discariche autorizzate smaltimento materiali inerti):

- fraz. Cascina Colombera, Borgo San Giovanni (LO)
- loc. Belgiardino, Lodi.

Nella tabella seguente vengono indicati i volumi dei materiali che si stima potranno essere prodotti dagli scavi, suddivisi in quelli reimpiegabili in sito per i reinterri e quelli che verranno presumibilmente conferiti ai siti di utilizzo.

I volumi sono stati desunti (con arrotondamenti) dal computo metrico estimativo posto in allegato D1 del presente progetto.

Scavo	Scavo di sbanca-mento o a sezione obbligata (stima in m ³) A)	Reinterro provenien-te dagli scavi (stima in m ³) B)	Differenza (A-B)) (stima in m ³)
Grigliatura fine e sol-levamento iniziale	410	330	80
Vasca accumulo di emergenza	217	127	90
Pretrattamenti e ba-cino fanghi	289	187	102
Comparto biologico ed edificio servizi, quadri e compressori	865	279	586
Sedimentatore finale e ricircolo fanghi	980	336	644
Filtrazione finale ed UV	100	42	58
Reti idriche e fogna-rie, cavidotti, ..	361	200	161
Viabilità esterna ed interna, e sistema-zione a verde	540	0	540
Recinzione e demoli-zioni opere in c.a. (*) Scavo	98	35	63
Totali (stima)	3.860	1.536	2.324

* il materiale derivante da demolizioni opere in c.a. va smaltito come rifiuto (stima pari a 90 t, non compreso nel totale scavi). Si veda anche l'ultimo comma del presente paragrafo

Di seguito si riporta una stima dei quantitativi in peso che si ipotizza potranno essere trasportati all'esterno nei siti di riutilizzo, avendo assunto un peso medio del materiale di scavo in sito (in prevalenza limoso, umido) pari a 1,5 t/m³ ed ipotizzato che il materiale smosso abbia mediamente una volumetria superiore del 15% circa rispetto al materiale in sito.

Conferimenti esterni	Quantitativi in sito (stima in m ³)	Quantitativi smossi (stima in m ³)	Stima peso (t)
Totali (stima)	2.324	2.670	4.000

Il Piano di Utilizzo dovrà essere presentato dal Proponente (SAL srl) all'Autorità competente (Comune) almeno novanta giorni prima dell'inizio dei lavori in duplice copia. Una copia sarà restituita dall'Autorità competente timbrata e firmata per approvazione.

L'Autorità competente potrà chiedere, in un'unica soluzione entro trenta giorni dalla presentazione del Piano di Utilizzo, integrazioni alla documentazione presentata.

Decorso il sopra menzionato termine di novanta giorni dalla presentazione del Piano di Utilizzo all'Autorità competente, o delle eventuali integrazioni, il Proponente o l'Esecutore potrà gestire il materiale da scavo nel rispetto del Piano di Utilizzo, fermi restando gli obblighi previsti dalla normativa vigente per la realizzazione delle opere.

L'Esecutore del Piano di Utilizzo sarà l'impresa aggiudicataria dell'appalto.

Il Proponente del Piano di Utilizzo dovrà comunicare all'Autorità competente i dati dell'Esecutore prima dell'inizio dei lavori. L'Esecutore dovrà firmare per accettazione il Piano di Utilizzo e la comunicazione all'Autorità competente.

Dalla data della comunicazione l'Esecutore del Piano di Utilizzo è tenuto a far proprio e rispettare il Piano di Utilizzo e ne sarà responsabile. L'Esecutore del Piano di Utilizzo dovrà redigere la modulistica necessaria a garantire la tracciabilità del materiale scavato.

L'Esecutore del Piano di Utilizzo ha facoltà di presentare all'Autorità competente varianti al Piano quando ritenuto opportuno e/o necessario. In ogni caso l'Esecutore del Piano è tenuto a richiedere variante quando:

- in fase di realizzazione delle opere si riscontrano un aumento del volume di terreno in banco oggetto del Piano di Utilizzo in misura superiore al 20%;
- venga variata la destinazione del materiale scavato;
- vengano modificate le tecnologie di scavo.

Il Piano di Utilizzo dovrà essere aggiornato/variato dall'Esecutore entro quindici giorni dal momento in cui sia intervenuta la variazione. Decorso tale termine decade, con effetto immediato, la qualifica del materiale scavato come sottoprodotto.

Si pone infine in evidenza il fatto che NON possono essere considerate terre o rocce da scavo gli inerti derivanti da demolizioni di manufatti in c.a. o da scavi di strade. Tale mancata assimilazione già prevista dal "Decreto Ronchi" (D. Lgs n. 22/1997) e dal "Codice ambientale" (D. Lgs n. 152/2006) è stata ribadita dalla Corte di Cassazione con sentenze n. 16186 del 6 marzo 2013 e n. 19942 depositata il 9 maggio 2013.

Tali materiali di risulta dovranno pertanto essere gestiti a carico dell'Appaltatore come rifiuti ai sensi del D. Lgs. n. 152/2006 e relativi successivi decreti attuativi.

5. INDICAZIONI GENERALI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

La vigente normativa in materia di piani di sicurezza, essenzialmente riconducibile al D. Lgs. 81/08 e s.m.i., è stata espressamente richiamata nella formulazione del Regolamento sui lavori pubblici di cui al D.P.R. n. 207/10 e s.m.i., prevedendo che sin dalla redazione del progetto preliminare vengano fornite indicazioni per la stesura dei Piani di Sicurezza.

Con riferimento a quanto sopra, vengono pertanto di seguito individuate, con riferimento alle soluzioni tecniche relative alle opere di adeguamento e potenziamento previste, le principali problematiche di sicurezza del cantiere che si potranno prevedibilmente presentare, nonché fornite preliminari indicazioni e suggerimenti dei quali si ritiene dover tener conto, previa effettuazione di specifici approfondimenti, in occasione della futura stesura dei Piani di Sicurezza (Piano di sicurezza e coordinamento, PSC, e Piani operativi di sicurezza, POS).

La definizione degli elementi di sicurezza attinenti alle opere di cui al presente progetto definitivo dovrà innanzitutto essere supportata dalle seguenti principali attività propedeutiche:

- preventiva individuazione e delimitazione delle aree di cantiere (dove eseguire le opere di recinzione/segregazione), al fine di separarle dalle restanti aree di impianto ove è periodicamente presente il personale SAL Srl addetto alla gestione. Nel PSC dovranno inoltre essere previsti tutti gli interventi eventualmente necessari ad evitare interferenze con strutture, lavorazioni o attività in essere (ad esempio esecuzione di percorsi viabilistici autonomi per automezzi e pedoni, ecc.).
- Preventiva analisi delle condizioni ambientali nelle quali si dovranno svolgere le attività lavorative, per tutta la durata ipotizzata. In particolare le opere di cantiere e gli apprestamenti di sicurezza dovranno essere definiti tenendo conto dei seguenti principali elementi:
 1. la natura dei suoli e dei terreni interessati dalle operazioni di scavo e reinterro; le condizioni di rischio idrogeologico e geotecnico (presenza di falda superficiale) dovranno essere accuratamente verificate prima delle operazioni di accantieramento, integrando ove necessario le informazioni geotecniche fornite con il presente progetto preliminare;
 2. la verifica in merito alla possibilità di allagamento delle aree di cantiere per effetto di eventi di piena della roggia Benzona che scorre in prossimità di delle aree di intervento.
- Precisa definizione, piano altimetrica, di tutti i servizi, aerei o interrati, inerenti le reti elettriche, idriche, fognarie ecc. interferenti con le aree di cantiere, con individuazione delle relative procedure per il loro eventuale spostamento in sicurezza.
- Preliminare individuazione di eventuali altre attività di cantiere presenti o previste in adiacenza alle aree interessate dalle nuove opere (ad es. presso la stazione ecologica comunale, in adiacenza Nord al depuratore). Il futuro PSC dovrà esplicitare in maniera chiara le attività di coordinamento da intraprendere per la minimizzazione dei rischi correlati alla eventuale presenza di cantieri limitrofi a quello in esame.
- Preliminare definizione dei percorsi viabilistici all'esterno dell'impianto (a partire dalla via dei Marzi) interessati dal transito degli automezzi di cantiere, con individuazione delle possibilità criticità (incolonnamenti, interferenze con altri automezzi, sporcamento della sede stradale, formazione di polveri ecc.) e delle soluzioni da

adottare per limitarne i rischi (periodico spazzamento o bagnatura della viabilità pubblica, ecc.).

- Individuazione delle necessità di cantiere in relazione al prevedibile numero di operai/addetti contemporaneamente presenti, sia per le attività civili che elettromeccaniche. In particolare il PSC dovrà prevedere, una volta stimato il numero massimo di addetti/giorno, un'ipotesi planimetrica ed altimetrica contenente la localizzazione dei box o dei prefabbricati di cantiere, coordinandone le esigenze (elettriche, telefoniche, idriche e fognarie) con l'Ente gestore dell'impianto principale.
- Individuazione preliminare dell'area o delle aree di stoccaggio ed accatastamento dei materiali di risulta degli scavi e dei materiali utilizzati per la costruzione delle opere (ferri di armatura, casseri, tubazioni, cavidotti, ecc.), nonché dei siti (discariche) di recapito delle eccedenze dei materiali scavati e di smaltimento dei residui delle lavorazioni. Dovranno altresì essere previsti adeguati cassonetti per la raccolta ed il successivo smaltimento dei rifiuti solidi urbani e dei materiali di scarto (imballaggi, ecc.) prodotti in fase di cantiere.
- Preventiva individuazione delle tecniche di lavoro da utilizzare per la realizzazione delle opere, che tengano conto oltre che degli aspetti di qualità anche e soprattutto delle esigenze legate alla sicurezza esecutiva (ad esempio individuazione delle modalità di esecuzione ed aggotamento degli scavi, di posizionamento e formazione delle cassetture per l'esecuzione delle strutture, ecc.). Per ciascuna di tali attività devono essere valutate preliminarmente le problematiche ed i rischi operativi connessi, al fine di adottare le soluzioni e gli apprestamenti di sicurezza più adeguati. In merito ai principali rischi di cui tener conto, si evidenziano i seguenti:
 - rischi di seppellimento per franamento delle pareti di scavo in relazione alla scadente qualità dei terreni;
 - rischi di cadute dall'alto, durante ed al termine della realizzazione delle nuove opere;
 - rischi di tipo elettrico, correlati alla presenza di linee elettriche interrato presso l'impianto esistente;
 - rischio biologico per l'esecuzione di interventi in prossimità di vasche e collettori fognari in esercizio.
- Preliminare individuazione dei macchinari e delle attrezzature che prevedibilmente saranno impiegate in cantiere, in relazione alla peculiarità del sito d'intervento ed alla tipologie di lavorazioni previste (escavatori, autogrù, mezzi di sollevamento ecc.). In relazione alla tipologia dei macchinari di previsto impiego nel PSC, oltre ai rischi correlati al funzionamento di ciascuna apparecchiatura, dovrà essere effettuata una stima delle condizioni di rumorosità del cantiere in fase di esercizio, nelle condizioni ritenute di maggiore criticità.
- Preventiva individuazione, in accordo con l'Ente gestore dell'impianto esistente (SAL Srl), di tutte le attività di coordinamento, raccordo ed interfaccia necessarie ad assicurare la corretta costruzione, in condizioni di sicurezza, degli interventi di interconnessione tra le nuove opere e quelle pre-esistenti, al fine di limitare al massimo i possibili imprevisti o le situazioni di rischio per gli operatori.
- Redazione di un preliminare organigramma del personale direttivo che si prevede coinvolto nella costruzione dell'opera, da utilizzare come riferimento di massima dall'Impresa affidataria dell'appalto, con onere di suo aggiornamento/integrazione prima dell'inizio delle lavorazioni e, di volta in volta, in corso d'opera in relazione agli effettivi sviluppi delle stesse e delle necessità operative eventualmente emergenti;
- Preventiva specificazione delle varie responsabilità di tutte le figure professionali presenti in cantiere (in riferimento all'organigramma di cui al precedente punto), con individuazione delle rispettive mansioni ed attività facenti capo a ciascuna di esse.

- Identificazione delle procedure e delle attrezzature di cantiere per la gestione delle emergenze.

Ulteriori indicazioni verranno fornite in occasione della redazione della successiva fase di progettazione esecutiva con la stesura del Piano della Sicurezza e Coordinamento (PSC).

6. CRONO-PROGRAMMA LAVORI ED ATTIVITÀ

Viene di seguito riportata il crono-programma dei lavori e delle attività progettualmente previsto per la costruzione ed il successivo avviamento dell'impianto, nella sua configurazione finale ipotizzata.

Per la realizzazione delle opere in progetto è stato stimato come necessario un tempo utile pari a 540 giorni naturali e consecutivi, inclusi 90 giorni per la fase di avviamento e messa a regime finale dell'intero impianto (1,5 anni).

Nel successivo crono-programma e nella Tavola H.022 di progetto è riportata una rappresentazione grafica dell'ipotesi di successione degli interventi di costruzione che si prevede potranno essere eseguiti, redatta in modo tale da minimizzare le esigenze di interruzione, parziale o totale dell'esercizio dell'impianto esistente, comunque da programmare e per le quali dovranno essere adottate le indispensabili procedure di preventiva comunicazione agli Enti competenti, in accordo con il gestore del depuratore (SAL S.r.l.).

CRONO-PROGRAMMA DEI LAVORI E DELLE ATTIVITÀ

SAL S.r.l. - Opere di adeguamento e potenziamento impianto di depurazione di Crespiatica (LO) - CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI E DELLE ATTIVITA'

FASE	Nr. ATTIVITA'	DESCRIZIONE ATTIVITA'	1° MESE	2° MESE	3° MESE	4° MESE	5° MESE	6° MESE	7° MESE	8° MESE	9° MESE	10° MESE	11° MESE	12° MESE	13° MESE	14° MESE	15° MESE	16° MESE	17° MESE	18° MESE			
			(Consegna Lavori)																				
1	1 A	Recinzione cantiere, cartellonistica	█																				
	1 B	OPERE DI CANTIERIZZAZIONE Approvvigionamento materiali e definizione noleggi	█	█	█	█	█	█	█	█													
	1 C	Rilievi di dettaglio, tracciamenti		█	█																		
2	2 A	VIABILITA' DI ACCESSO ALLA PIATTAFORMA ECOLOGICA	Nuova viabilità di accesso (scavi, sottofondi, ..)		█	█																	
	2 B		Nuova recinzione (viabilità+impianto) e cancello ingresso			█	█																
	2 C		Demolizione recinzione esistente, riposizionamento cancelli			█																	
	2 D		Asfaltatura finale (binder) e opere di finitura			█																	
3	3 A	COSTUZIONE MANUFATTI (OPERE CIVILI, MECCANICHE ED ELETTRICHE)	Stacciatura e dissabbiatura, bacino fanghi: opere civ ed oem			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
	3 B		Comparto biologico e posa rete diffusione aria					█	█	█	█	█	█	█	█								
	3 C		Nuovo edificio compressori, sala quadri e locale servizi							█	█	█	█	█	█								
	3 D		Vasca di accumulo pioggia - Vasca emergenza								█	█	█	█	█								
	3 E		Sedimentazione finale e sollevamento fanghi													█	█	█	█				
	3 F		Grigliatura e sollevamento iniziale																				
	3 G		Filtrazione finale e disinfezione UV																				
	3 H		Collegamenti idraulici, fognatura, rete industriale, cavidotti								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	3 I		Posizionamento quadri, cablaggi e posa cavi, illuminazione																				
	3 L		Prove tenuta e prove in bianco utenze allacciate																				
4	4 A	INTERCONNESSIONI VECCHIO IMPIANTO/NUOVE OPERE	Manufatto derivazione e sfioro acque extra pioggia																				
	4 B		Opere provvisoriale (ture, pompe provvisorie, spurghi ecc....)																				
	4 C		Collegamenti idraulici ed innesti manufatti nuovi/esistenti																				
	4 D		Completamenti elettrici e impianto supervisione e controllo																				
	4 E		Attivazione nuova linea																				
	4 F		Interconnessioni nuovo impianto/impianto esistente																				
5	5 A	COMPLETAMENTI STRADALI, AMBIENTALI, FINITURE VARIE, AVVIAMENTO E MESSA A REGIME IMPIANTO COMPLETO	Pitturazioni manufatti																				
	5 B		Finiture e completamenti vari																				
	5 C		Pavimentazione stradale interna																				
	5 D		Sistemazione ambientale perimetrale																				
	5 E		Avviamento finale e messa a regime impianto completo																				

LEGENDA

█ Opere civili e strutturali

█ Montaggio oem, tubi e carpenterie

█ Impianti elettrici

█ Avviamento finale

█ Prove