



STUDIO SCHEMA DI COLLETTAMENTO FINO MORNASCO - LIVESCIA - RAPPORTO CONCLUSIVO.

Di seguito si riporta il rapporto conclusivo contenente le verifiche tecnico-economiche degli scenari ipotizzabili per l'adeguamento delle infrastrutture di collettamento e depurazione dell'agglomerato di Fino Mornasco – Livescia (AG01310201), redatto dallo Studio Ing. Carlo Del Bosco di Milano.

UFFICIO D'AMBITO DI COMO

Via Borgo Vico n. 148 - 22100 COMO

VERIFICHE TECNICO-ECONOMICHE DEGLI
SCENARI IPOTIZZABILI PER L'ADEGUAMENTO
DELLE INFRASTRUTTURE DI COLLETTAMENTO
E DEPURAZIONE DELL'AGGLOMERATO DI
FINO MORNASCO (AG01310201)

RAPPORTO CONCLUSIVO

Studio Ing. Carlo Del Bosco

Via A. Paoli 8 – 20124 Milano

Tel. 02 67070443 - Fax 02 67070518

e-mail: carlodelbosco@libero.it

Febbraio 2014

INDICE DEL RAPPORTO TECNICO

PREMESSA	2
1 - IPOTESI MESSE A CONFRONTO - DOCUMENTAZIONE ESAMINATA	3
2 - RAFFRONTO TECNICO DELLE TRE IPOTESI	6
2.1 - Descrizione delle soluzioni prospettate negli studi di fattibilità e nei progetti	6
2.1.1 - <i>Studio di fattibilità: "Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia"</i>	6
2.1.2 - <i>Studio di fattibilità: "Interventi di adeguamento del depuratore di Caronno Pertusella necessari all'estensione del trattamento ai reflui originati nel bacino del Livescia"</i>	8
2.1.3 - <i>Relazione tecnica "Possibilità di trattamento dei reflui del bacino della Roggia Livescia all'impianto di depurazione di Bulgarograsso" e relativi progetti</i>	11
2.2 - Dati di progetto: portate e carichi inquinanti assoggettati al trattamento	23
2.3 - Limiti di emissione - Obiettivi di depurazione	25
2.4 - Ricadute sulla qualità delle acque del torrente Lura dovute alla diversa impostazione delle ipotesi in esame	26
2.4.1 - <i>Funzionamento degli impianti in tempo secco</i>	26
2.4.2 - <i>Funzionamento degli impianti in tempo di pioggia</i>	27
3 - RAFFRONTO ECONOMICO DELLE TRE IPOTESI	29
3.1 - Costi di costruzione	29
3.1.1 - <i>IPOTESI "A"</i>	30
3.1.2 - <i>IPOTESI "B"</i>	30
3.1.3 - <i>IPOTESI "C"</i>	32
3.2 - Ammortamento tecnico degli investimenti - Rata annua di finanziamento	33
3.3 - Oneri di gestione	34
3.3.1 - <i>IPOTESI "A"</i>	34
3.3.2 - <i>IPOTESI "B"</i>	36
3.3.3 - <i>IPOTESI "C"</i>	38
3.4 - Costi complessivi annui (ammortamento, gestione, rate dei finanziamenti)	40
4 - CONCLUSIONI E PROPOSTE	42
4.1 - Previsione degli effetti delle ipotesi in esame sulla qualità delle acque del torrente Lura valutata in base all'indice LIMeco	42
4.2 - Conformità dell'Ipotesi "A" alle previsioni del Programma di Tutela e Uso delle Acque	47
4.3 - Sintesi e indicazioni conclusive	48
5 - ALLEGATI	51

PREMESSA

L'Ufficio d'Ambito di Como, nel contesto delle attività di revisione del Piano d'Ambito Provinciale, ha affidato allo scrivente l'incarico di esperire la verifica degli scenari ipotizzabili per l'adeguamento delle infrastrutture di collettamento e depurazione inerenti l'agglomerato di Fino Mornasco (AG01310201).

Più specificamente l'incarico prevede che mediante l'analisi delle soluzioni tecniche, economiche e gestionali, sia individuata l'ipotesi maggiormente adeguata fra tre possibili alternative inerenti la depurazione dei reflui originati nel bacino della roggia Livescia:

- conferma dell'impiego del depuratore di Fino Mornasco, opportunamente adeguato e potenziato (Ipotesi "A");
- centralizzazione del trattamento presso l'impianto di depurazione di Caronno Pertusella – VA – (Ipotesi "B");
- centralizzazione del trattamento presso il depuratore di Bulgarograsso – CO – (Ipotesi "C").

Il raffronto è stato condotto analizzando, per ognuna delle ipotesi, la documentazione disponibile – costituita da progettazione di I° Livello – nella quale sono descritti gli interventi proposti e quantificato l'ammontare delle risorse economiche per la loro attuazione e la successiva fase operativa di gestione.

In merito all'ambito propriamente tecnico il raffronto ha considerato i valori assunti a base della progettazione (carichi idraulici ed inquinanti, obiettivi del trattamento) ed evidenziato le diverse ricadute sulla qualità delle acque del torrente Lura, ricettore dei reflui depurati.

Il raffronto economico ha approfondito gli aspetti correlati ai costi di costruzione ed al loro finanziamento, all'ammortamento tecnico degli investimenti ed agli oneri di gestione.

1 - IPOTESI MESSE A CONFRONTO - DOCUMENTAZIONE ESAMINATA

Nel seguito sono indicati gli studi ed i progetti rappresentativi delle tre ipotesi messe tra loro a confronto indicando la tipologia della documentazione esaminata, la data di redazione ed i loro eventuali aggiornamenti:

TITOLO	TIPOLOGIA	DATA
<i>“Adeguamento impianto consortile depurazione Livoscia”</i>	Studio di fattibilità	Ottobre 2012
<i>“Interventi di adeguamento del depuratore di Caronno Pertusella necessari all'estensione del trattamento ai reflui originati nel bacino del Livoscia”</i>	Studio di fattibilità	Novembre 2012
<i>“Possibilità di trattamento dei reflui del bacino della Roggia Livoscia all'impianto di depurazione di Bulgarograsso”</i>	Relazione tecnica	Novembre 2012

Lo studio di fattibilità *“Adeguamento impianto consortile depurazione Livoscia”* si compone della relazione tecnica (con i relativi allegati) e di due tavole che illustrano rispettivamente la planimetria dell'impianto e lo schema a blocchi della filiera di trattamento (in entrambi gli elaborati grafici è indicato sia lo “stato di fatto”, sia l'intervento in progetto).

La relazione tecnica fornisce l'indicazione dettagliata:

- del processo attualmente operato sul depuratore di Fino Mornasco (Via Campagnola, 1) e delle caratteristiche delle opere esistenti (con il relativo equipaggiamento) ed i limiti da raggiungere allo scarico in base all'attuale Autorizzazione;
- del futuro fabbisogno di depurazione del bacino servito relativamente sia alla componente civile, sia alle attività produttive, individuando i dati di progetto e gli obiettivi di depurazione su cui proporzionare gli interventi;
- degli interventi di adeguamento necessari, descrivendo il funzionamento dell'impianto nella nuova configurazione e fornendo il dimensionamento di processo delle nuove sezioni e la verifica delle esistenti.

Sono anche fornite le stime:

- dei costi di realizzazione (in forma sintetica) e dell'importo per le spese tecniche;
- degli oneri di gestione suddivisi nelle principali voci (in forma dettagliata).

Lo studio di fattibilità *“Interventi di adeguamento del depuratore di Caronno Pertusella necessari all'estensione del trattamento ai reflui originati nel bacino del Livescia”* si compone della relazione tecnica (con i relativi allegati) e di una tavola che illustra la planimetria dell'impianto nella configurazione derivante dalla realizzazione degli interventi in progetto.

La relazione tecnica fornisce l'indicazione dettagliata:

- dell'attuale assetto di entrambi gli impianti di depurazione (di Fino Mornasco e di Caronno Pertusella) interessati dall'intervento, delle caratteristiche delle opere esistenti e delle prestazioni di depurazione attualmente conseguite;
- del futuro fabbisogno di depurazione attribuibile ad entrambi i bacini sottesi ai rispettivi impianti di depurazione, relativamente sia alla componente civile, sia alle attività produttive, individuando i dati di progetto e gli obiettivi di depurazione su cui proporzionare gli interventi;
- degli interventi necessari ad adeguare entrambi gli impianti, descrivendone il funzionamento nella nuova configurazione e fornendo il dimensionamento di processo delle nuove sezioni e la verifica delle esistenti;
- degli interventi di adeguamento del sistema di collettamento tributario del depuratore di Caronno P. necessari a consentire il vettoriamento ad esso dei reflui originati nel bacino del Livescia (la trattazione è sviluppata in un elaborato tecnico separato).¹

Sono anche fornite le stime:

- dei costi di realizzazione degli interventi di adeguamento di entrambi i depuratori (in forma analitica), dei costi di adeguamento del sistema di collettamento (in forma sommaria) e dell'importo per le spese tecniche;
- degli oneri di gestione di entrambi i depuratori suddivisi nelle principali voci (in forma dettagliata);
- della ripartizione dei costi di realizzazione degli interventi e degli oneri di gestione (di entrambi gli impianti di depurazione) tra le utenze del bacino del Livescia e quelle del bacino del Lura.

¹ Si veda l'elaborato Relazione tecnica sulla possibilità di collettamento dei reflui del bacino della roggia Livescia all'impianto Lura Ambiente S.p.A. di Caronno Pertusella, redatto da ETATEC – Società d'Ingegneria, Milano, allegata allo studio di fattibilità.

La relazione tecnica *“Possibilità di trattamento dei reflui del bacino della Roggia Livescia all’impianto di depurazione di Bulgarograsso”* costituisce l’aggiornamento ed il completamento del quadro conoscitivo individuato:

- nel progetto preliminare “Adeguamento e potenziamento dell’impianto di depurazione di Bulgarograsso”, del Novembre 2008;
- nel “Progetto Esecutivo delle opere prioritarie per l’adeguamento dell’attuale linea di trattamento liquami, dalla sezione di grigliatura alla fase di sedimentazione finale, dell’impianto di depurazione di Bulgarograsso”, del Luglio 2012;

contesto al quale riferire la fattibilità dell’ipotesi di accorpamento del trattamento dei reflui dei bacini Livescia ed Alto Lura.

In particolare la relazione aggiorna le stime economiche originarie contenute nel Progetto Preliminare, completandole con la valutazione sommaria degli oneri necessari a realizzare la stazione di sollevamento dei liquami del bacino Livescia ed il collettore di vettoriamento all’impianto di Bulgarograsso.²

Inoltre, per consentire il confronto con gli altri possibili scenari, la relazione fornisce la valutazione economica degli oneri di gestione del depuratore di Bulgarograsso nella sua nuova configurazione estesa al trattamento dei reflui prodotti nel bacino del Livescia.

² L’aggiornamento delle stime contenute nel Progetto Preliminare (anno 2008) è stato operato applicando l’incremento percentuale registrato dall’indice Istat dei prezzi alla produzione dei prodotti industriali, nel periodo intercorrente tra Gennaio 2009 e Settembre 2012. In particolare sono stati assunti i dati riferiti al mercato nazionale per la categoria *“totale industria, escluse costruzioni”* (base 2005 = 100) con variazione dell’indice tra 110,1 (Gennaio 2009) e 121,8 (Settembre 2012) che determina l’incremento percentuale del 110,6267%. Tale incremento, applicato alla stima del 2008, individua in 16.169.800,00 € l’importo totale dei lavori; sommando ad esso il valore delle somme a disposizione (1.163.400,00 €) si è determinato in 17.333.200,00 € l’importo totale degli interventi di adeguamento e potenziamento del depuratore di Bulgarograsso. Inoltre la Relazione Tecnica individua l’onere economico per la realizzazione del sistema di vettoriamento dei liquami del bacino Livescia all’impianto di Bulgarograsso nell’importo di 1.650.000,00 € (incluse le somme a disposizione) e precisa che i suddetti importi escludono gli oneri per gli interventi necessari ad adeguare le sezioni dell’impianto Livescia comunque mantenute in esercizio (in particolare i pretrattamenti ed il bacino di laminazione trasformato in vasca di accumulo delle acque di pioggia).

2 - RAFFRONTO TECNICO DELLE TRE IPOTESI

Il raffronto tecnico tra le tre ipotesi in esame prende in considerazione gli aspetti correlati:

- ai valori delle portate e dei carichi inquinanti assoggettati al trattamento, desumibili in particolare dalle indicazioni dei dati di progetto;
- agli obiettivi di depurazione considerati nel dimensionamento degli interventi ed alla conseguente efficienza di trattamento;
- alle ricadute sulla qualità delle acque del corpo idrico ricettore conseguenti alla realizzazione degli interventi.

Preliminarmente all'esame degli aspetti costituenti il raffronto tecnico appare opportuno fornire la descrizione di ognuna delle soluzioni prospettate riassumendone gli aspetti salienti.

2.1 - Descrizione delle soluzioni prospettate negli studi di fattibilità e nei progetti

2.1.1 - *Studio di fattibilità: "Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia"*

Gli interventi di adeguamento individuati nello studio di fattibilità possono schematicamente essere ricondotti a tre categorie:

- interventi necessari ad incrementare la portata idraulica sottoposta a trattamento in tempo di pioggia, ottemperando alle disposizioni contenute nella normativa regionale;
- interventi di adeguamento necessari al raggiungimento dei limiti di emissione stabiliti nella normativa regionale e nella vigente autorizzazione allo scarico, in particolare per i nutrienti (N e P), il colore ed i solidi sospesi;
- interventi di ristrutturazione di impianti ed equipaggiamenti esistenti, finalizzati a migliorarne le performance.

Rientrano nella prima categoria gli interventi di ristrutturazione dei dispositivi di regolazione della portata alimentata all'impianto (posti sull'opera di presa), la sostituzione dell'equipaggiamento (elettropompe sommergibili e relative linee di mandata, incluso dispositivo di misura della portata) della stazione di sollevamento ed alimentazione del trattamento biologico, posta a valle del bacino di equalizzazione ed accumulo, ed in particolare la realizzazione della sezione di trattamento chimico fisico cui è avviata, solo in tempo di pioggia, un aliquota della portata complessiva sottoposta alla depurazione.

Il nuovo trattamento chimico fisico delle acque di pioggia opera pertanto in parallelo al trattamento biologico; consiste in un processo di chiariflocculazione (sostenuto dal dosaggio di flocculante inorganico e polielettrolita, operato con nuovi e specifici dispositivi) e comprende le fasi di miscelazione-flocculazione e sedimentazione accelerata con l'impiego di pacchi lamellari. La sezione è alimentata da una specifica stazione di sollevamento, equipaggiata con elettropompe sommergibili e relative linee di mandata, incluso dispositivo di misura della portata, che è realizzata in fregio alla omologa stazione che alimenta il trattamento biologico.

Gli interventi di adeguamento del processo di trattamento, necessari al raggiungimento dei limiti di emissione, consistono nell'ampliamento della sezione di denitrificazione, nell'installazione di sistemi di dosaggio di chemicals (substrato carbonioso esterno in denitrificazione, flocculanti per la rimozione del fosforo e del colore) e nella realizzazione di una nuova sezione di filtrazione finale dell'effluente.

L'ampliamento della capacità della sezione di denitrificazione è ottenuto dalla ristrutturazione dei bacini di ossidazione-nitrificazione, mediante la realizzazione di una parete di separazione tra le due fasi e l'installazione di mixer sommergibili (pertanto non si prevede l'incremento del volume complessivo del trattamento biologico, ma solo una ripartizione tra i volumi dei due comparti diversa dall'attuale). Inoltre il processo è condotto "forzando" le cinetiche di rimozione dei nitrati, mediante l'aggiunta di carbonio esterno prontamente disponibile ed adeguando, conseguentemente, il valore della portata di ricircolo della miscela aerata (con nuovo equipaggiamento costituito da elettropompe sommergibili e relative linee di mandata, incluso dispositivo di misura della portata).

Come già detto è anche prevista l'installazione dei sistemi di stoccaggio e dosaggio (costituiti da serbatoi e relative tazze di contenimento, pompe dosimetriche e linee di mandata, dispositivi di misura e regolazione) di flocculanti organici ed inorganici impiegati per la rimozione del colore e l'abbattimento del fosforo, con separazione del fango chimico prodotto nei bacini di sedimentazione finale, in simultanea al fango attivo.

La nuova sezione di filtrazione dell'effluente è dimensionata per trattare l'intera portata di pioggia ricevuta in impianto (corrispondente alla sommatoria del flusso alimentato al trattamento biologico con il flusso sottoposto al trattamento chimico-fisico); si compone di quattro filtri a dischi, con supporto filtrante in tessuto, installati all'interno di casse metalliche di contenimento poste su platea in calcestruzzo. La sezione è alimentata mediante una specifica

stazione di sollevamento, equipaggiata con elettropompe sommergibili e relative linee di mandata, incluso dispositivo di misura della portata, che alimenta un ripartitore di portata.

Gli interventi di ristrutturazione di impianti ed equipaggiamenti esistenti riguardano il sistema di ossigenazione a servizio del trattamento biologico (bacini di ossidazione-nitrificazione), il sistema di estrazione dei fanghi di supero e l'impiantistica elettrostrumentale.

Il nuovo sistema di ossigenazione comprende due gruppi di diffusori d'aria a bolle fini (uno per ogni linea di ossidazione-nitrificazione) alimentati mediante compressori a vite installati in uno specifico edificio, realizzato in prossimità dei bacini; l'intervento di ristrutturazione comprende la rimozione degli esistenti aeratori di superficie a turbina lenta con demolizione delle relative passerelle di supporto. Inoltre sulla linea di ricircolo dei fanghi attivi a servizio del trattamento biologico è realizzato un nuovo stacco, corredato di valvola automatica ad azionamento pneumatico e misuratore di portata, che consente l'estrazione del fango di supero ed il suo invio al bacino di ispessimento.

Particolare attenzione è dedicata all'impiantistica elettrostrumentale (apparati elettrici di potenza, comando e controllo) per la quale è previsto sia l'adeguamento/rifacimento della parte di potenza e distribuzione dell'energia, sia l'implementazione delle logiche di regolazione, automazione e supervisione, per tutte le nuove apparecchiature, con impiego diffuso di variatori di frequenza per la regolazione della portata delle pompe e compressori; completa è anche la dotazione di strumenti di analisi e misura estesa al monitoraggio dell'ossigeno disciolto nei bacini di ossidazione-nitrificazione e delle concentrazioni residue di nitrati, ammoniacale e fosforo.

2.1.2 - Studio di fattibilità: "Interventi di adeguamento del depuratore di Caronno Pertusella necessari all'estensione del trattamento ai reflui originati nel bacino del Livescia"

La soluzione complessiva proposta per veicolare i liquami originati nel bacino del Livescia all'impianto di depurazione di Caronno Pertusella prevede:

- di mantenere in esercizio sul depuratore di Fino Mornasco i pretrattamenti meccanici ed il bacino di laminazione delle portate, trasformato nella nuova funzione di accumulo delle acque di prima pioggia, e la stazione di sollevamento posta in uscita dai pretrattamenti;
- la realizzazione della tubazione di allaccio alla rete di fognatura tributaria dell'impianto di depurazione di Caronno Pertusella (sino al tronco posto tra i comuni di Guanzate e Cadorago) ed il potenziamento di parte del collettore consortile esistente con l'adeguamento di alcuni manufatti di sfioro;

- la realizzazione sul depuratore di Caronno P. di interventi di adeguamento e potenziamento che in parte risultano necessari a soddisfare l'incremento del fabbisogno di depurazione prevedibile per il bacino di Lura Ambiente.

Interventi di adeguamento dell'impianto di Fino Mornasco

Gli interventi d'adeguamento previsti sui pretrattamenti riguardano la sezione di grigliatura fine, completata con l'installazione di una seconda apparecchiatura in modo da poter far fronte alle maggiori portate e disporre dell'unità di riserva (l'intervento comporta anche l'adeguamento delle opere edili con la realizzazione di un ulteriore canale ove installare la griglia).

E' anche prevista la ristrutturazione della vasca di laminazione per renderla idonea alla nuova funzione di accumulo delle acque di prima pioggia (modifica delle logiche di funzionamento dei sistemi di miscelazione ed aerazione in funzione dei cicli di riempimento e svuotamento del bacino; installazione di paratoia automatica di intercettazione del collegamento con la stazione di sollevamento dei liquami per consentire, cessato l'evento meteorico, lo scarico delle acque di pioggia accumulate nel bacino); è inoltre ripristinato il troppo pieno di emergenza che collega il bacino al Livescia. Sulla stazione di sollevamento si prevede l'installazione della terza pompa (unità di riserva identica alle esistenti) ed il rifacimento del circuito di mandata fino al punto di origine del collettore di allacciamento alla rete di vettoriamento all'impianto di Caronno Pertusella.

Tubazione di allaccio e potenziamento del collettore consortile di Lura Ambiente

Il vettoriamento dei reflui pretrattati dall'impianto di Fino M. al punto di allaccio al collettore consortile Lura Ambiente è previsto con tubazione funzionante a pelo libero (in polietilene con Ø_e 710 mm, sviluppo di circa 1,2 km), da posarsi in prossimità dell'alveo della roggia Livescia. Il tracciato presenta difficoltà realizzative solo nel tratto terminale, per la presenza del comparto edificato della Società Bombix, per superare il quale appare comunque possibile adottare un percorso che consenta la confluenza nel collettore consortile senza la necessità di realizzare opere speciali.

L'ipotesi di veicolare le portate nere diluite e di prima pioggia dei Comuni attualmente afferenti al depuratore di Caronno P. unitamente alla portata nera diluita derivata dall'impianto Livescia comporta il potenziamento del collettore consortile nel tratto compreso tra i comuni di Cadorago e Lomazzo (lunghezza di circa 8,0 km) affiancando al condotto esistente una nuova tubazione e provvedendo all'adeguamento di alcuni manufatti di sfioro posti lungo il percorso.

Interventi di potenziamento e adeguamento dell'impianto di Caronno Pertusella

Gli interventi di potenziamento ed adeguamento del depuratore di Caronno P. riguardano in particolare le sezioni di trattamento biologico ed i trattamenti di affinamento; come anticipato una parte di essi è comunque necessaria per far fronte al prevedibile incremento del fabbisogno di depurazione attribuibile al bacino proprio del depuratore.

Rientrano tra gli interventi della prima categoria le attività di ristrutturazione dei bacini di predenitrificazione (per ottimizzarne l'idraulica), il ripristino della strumentazione di controllo delle concentrazioni residue di ammoniaca e nitrati, il potenziamento della stazione di ricircolo della miscela aerata (con sostituzione delle pompe idrovore sommergibili con nuove macchine della medesima tipologia ma con portata superiore del 60% e contestuale adeguamento del tratto iniziale della tubazione di mandata) e la costruzione del terzo bacino di sedimentazione finale e dell'adiacente e correlata stazione di ricircolo dei fanghi.

Viceversa gli interventi che sono principalmente correlabili con la diversione dei carichi inquinanti prodotti nel bacino del Livoscia concernono la modifica della configurazione dei trattamenti di affinamento. In tal senso per completare la rimozione dei nitrati è prevista la realizzazione di una fase di post-denitrificazione, posta a valle della sedimentazione secondaria che impiega la tecnologia MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) con aggiunta di substrato carbonioso esterno necessario al metabolismo batterico (a valle della fase di rimozione dei nitrati è prevista una fase di riaerazione per rimuovere l'eventuale eccesso di substrato dosato).

E' inoltre necessario adeguare la fase di filtrazione finale dell'effluente (anche per rimuovere il biofilm originato nella post-denitrificazione) con la realizzazione di due moduli equipaggiati ognuno con quattro filtri a disco, dotati di sistema di lavaggio automatico; attraverso l'efficace controllo della concentrazione residua di solidi sospesi si otterrà il miglioramento dei parametri allo scarico anche per COD, BOD₅ e fosforo totale.

Il complesso degli interventi sulle sezioni di affinamento comporta inoltre la ristrutturazione dell'esistente stazione di sollevamento intermedio e la realizzazione dei circuiti idraulici per il collegamento della nuova sezione di filtrazione con il manufatto della disinfezione.

Sono ovviamente previsti anche gli interventi di completamento dell'impiantistica elettrostrumentale e di automazione e l'estensione della viabilità e delle reti di servizio alle aree interne al sedime del depuratore interessate dalla realizzazione delle nuove opere.

2.1.3 - Relazione tecnica “Possibilità di trattamento dei reflui del bacino della Roggia Livescia all’impianto di depurazione di Bulgarograsso” e relativi progetti

Si è già detto che la relazione tecnica rimanda ai due distinti progetti nei quali si sono individuati gli interventi previsti per il depuratore di Bulgarograsso; di essi il progetto preliminare “Adeguamento e potenziamento dell’impianto di depurazione di Bulgarograsso” costituisce il quadro progettuale complessivo dal quale è stato ricavato un primo stralcio esecutivo limitato alle opere prioritarie d’adeguamento della linea liquami esistente.³

Nel progetto preliminare sono individuabili tre categorie di intervento inerenti le necessità di:

- potenziamento della capacità complessiva di depurazione;
- completamento della filiera del ciclo acque con trattamenti di affinamento per il controllo della concentrazione residua di COD, BOD₅, SST, azoto, fosforo e del colore, cui avviare anche i flussi sfiorati a monte dei trattamenti biologici così da incrementare la portata sottoposta a trattamento in tempo di pioggia, ottemperando alla normativa regionale;
- adeguamento della capacità idraulica e di rimozione degli inquinanti della linea di trattamento liquami esistente.

Potenziamento della capacità di depurazione – Nuovo trattamento biologico MBBR

L’aumento della capacità di depurazione è conseguito mediante la realizzazione di una nuova linea di trattamento biologico, operante in parallelo ai comparti esistenti, dimensionata per la capacità di circa 50.000 A.E.; essa è preceduta da autonomi pretrattamenti meccanici cui è alimentata, mediante stazione di sollevamento, un’aliquota della portata complessiva dei liquami influenti. La nuova linea di trattamento biologico prevede l’applicazione di reattori MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) ed è suddivisa su due moduli in parallelo, ognuno dei quali si compone degli stadi di predenitrificazione, ossidazione carbonio, nitrificazione; la separazione solido-liquido è ottenuta mediante una flottazione ad aria disciolta, con ricircolo, a sua volta articolata su due linee in parallelo (una per ogni modulo MBBR).

Trattamenti di affinamento

Nelle ipotesi del progetto preliminare i flussi in uscita dai trattamenti biologici, sia della linea esistente, sia della nuova con reattori MBBR, sono sottoposti a processi di affinamento per il controllo della concentrazione residua di COD, BOD₅, SST, azoto, fosforo e del colore.

³ Si tratta del “Progetto Esecutivo delle opere prioritarie per l’adeguamento dell’attuale linea di trattamento liquami, dalla sezione di grigliatura alla fase di sedimentazione finale, dell’impianto di depurazione di Bulgarograsso”, del Luglio 2012.

Rimozione dell'azoto residuo mediante post-denitrificazione – Controllo del colore

I reflui provenienti dai trattamenti biologici, sono avviati alla fase di post-denitrificazione per la riduzione dei nitrati ancora presenti, eccedenti il limite di emissione. Anche per questo trattamento è considerato l'impiego di reattori a biomassa adesa MBBR; l'eliminazione dei nitrati avviene in un primo stadio anossico, agitato con miscelatori sommersi, ed in esso il substrato necessario al metabolismo batterico è assicurato dal dosaggio di miscele idroalcoliche (fonte esterna di carbonio); nel successivo secondo stadio di riaerazione è attuata la rimozione dell'eventuale carbonio dosato in eccesso. In ingresso alla fase di post-denitrificazione è anche previsto il dosaggio di reagenti (flocculanti organici) per il controllo del colore.

Rimozione di COD, BOD₅, SST e fosforo mediante trattamento chimico-fisico

A valle della post-denitrificazione i reflui sono avviati alle sezioni di trattamento chimico fisico; ad essi in tempo di pioggia sono riunite le portate in eccesso non sottoposte al trattamento biologico (sfiorate a valle delle sezioni di dissabbiatura). Il processo è attuato mediante impiego di policloruro di alluminio ai dosaggi necessari per la defosfatazione e la riduzione della carica organica residua; per favorire la chiarificazione è inoltre previsto il dosaggio di polielettrolita. Il trattamento è articolato nelle fasi di miscelazione (unico comparto ubicato a ridosso del manufatto di post-denitrificazione), flocculazione e chiarificazione su pacchi lamellari (su tre linee in parallelo); le installazioni sono complete di impianti per stoccaggio e dosaggio reagenti e della stazione di sollevamento dei fanghi misti (di supero, da post-denitrificazione, e chimici).

Adeguamento della capacità idraulica e di rimozione degli inquinanti della linea di trattamento liquami esistente

Gli interventi di adeguamento della capacità idraulica dell'esistente linea liquami sono principalmente finalizzati a permettere il trattamento sull'intera filiera (con la sola esclusione della filtrazione) di portate nere diluite, dovute all'afflusso delle acque meteoriche, pari ai valori stabiliti dalla normativa regionale. Essi consistono essenzialmente nel potenziamento dei pretrattamenti meccanici con la realizzazione della terza linea di grigliatura meccanica fine, nell'adeguamento dell'opera edile della sezione di dissabbiatura-disoleatura, nella realizzazione del ripartitore di portata alla sedimentazione finale, sezione che è potenziata mediante la costruzione e l'equipaggiamento del terzo bacino.⁴

⁴ L'elencazione degli interventi è desunta dalla Relazione tecnica del Progetto Esecutivo del Luglio 2012, i cui lavori sono oggi in fase di realizzazione.

L'obiettivo di conseguire i limiti di emissione disciplinati dalla normativa nazionale e regionale (in particolare per N e P) e contestualmente migliorare la rimozione del colore comporta interventi che riguardano le sezioni del trattamento biologico. In particolare si provvede ad incrementare le attuali rese di denitrificazione ricorrendo al dosaggio di substrato carbonioso esterno prontamente disponibile, in modo da "forzare" le cinetiche di processo; parallelamente è incrementata la quantità di nitrati sottoposta a denitrificazione realizzando i sistemi di ricircolo della miscela aerata. Analogamente, per incrementare l'abbattimento del fosforo e migliorare la rimozione del colore, il progetto comprende la realizzazione di sistemi di stoccaggio e dosaggio di reattivi defosfatanti (soluzioni commerciali di sali di alluminio) e soluzione di resine polimeriche attive sulle molecole dei composti coloranti; i prodotti sono dosati nel trattamento biologico in modo che il fango chimico originato nel processo possa essere rimosso, insieme alla biomassa, nei bacini di sedimentazione finale (schema con precipitazione chimica simultanea).

E' opportuno ricordare che il progetto preliminare del 2008 prevede, nell'ipotesi di centralizzazione del trattamento dei reflui del bacino Livescia sull'impianto di Bulgarograsso, la necessità di incrementare il tasso di riempimento del materiale di supporto nei moduli MBBR della nuova linea di trattamento biologico (dal valore di progetto del 40% fino al valore del 60%); viceversa non sono richiesti ampliamenti dei bacini di trattamento, degli edifici, o delle opere civili e/o infrastrutturali pertinenti la nuova linea di trattamento biologico.

Analogamente il progetto preliminare non contempla gli interventi necessari:

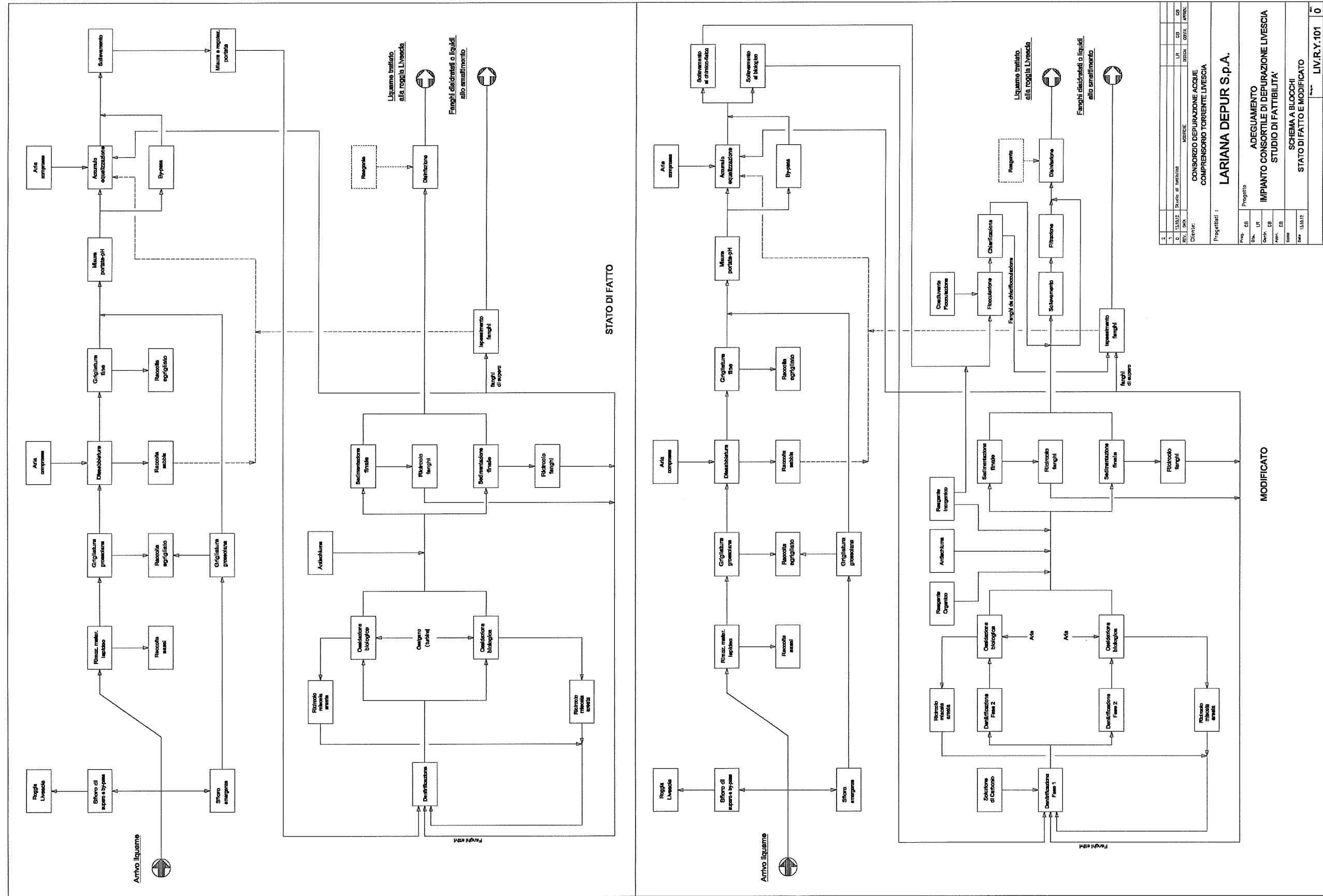
- al vettoriamento dei liquami del bacino Livescia all'impianto di depurazione di Bulgarograsso ;
- alla trasformazione della esistente vasca di laminazione nel bacino di accumulo delle acque di prima pioggia.

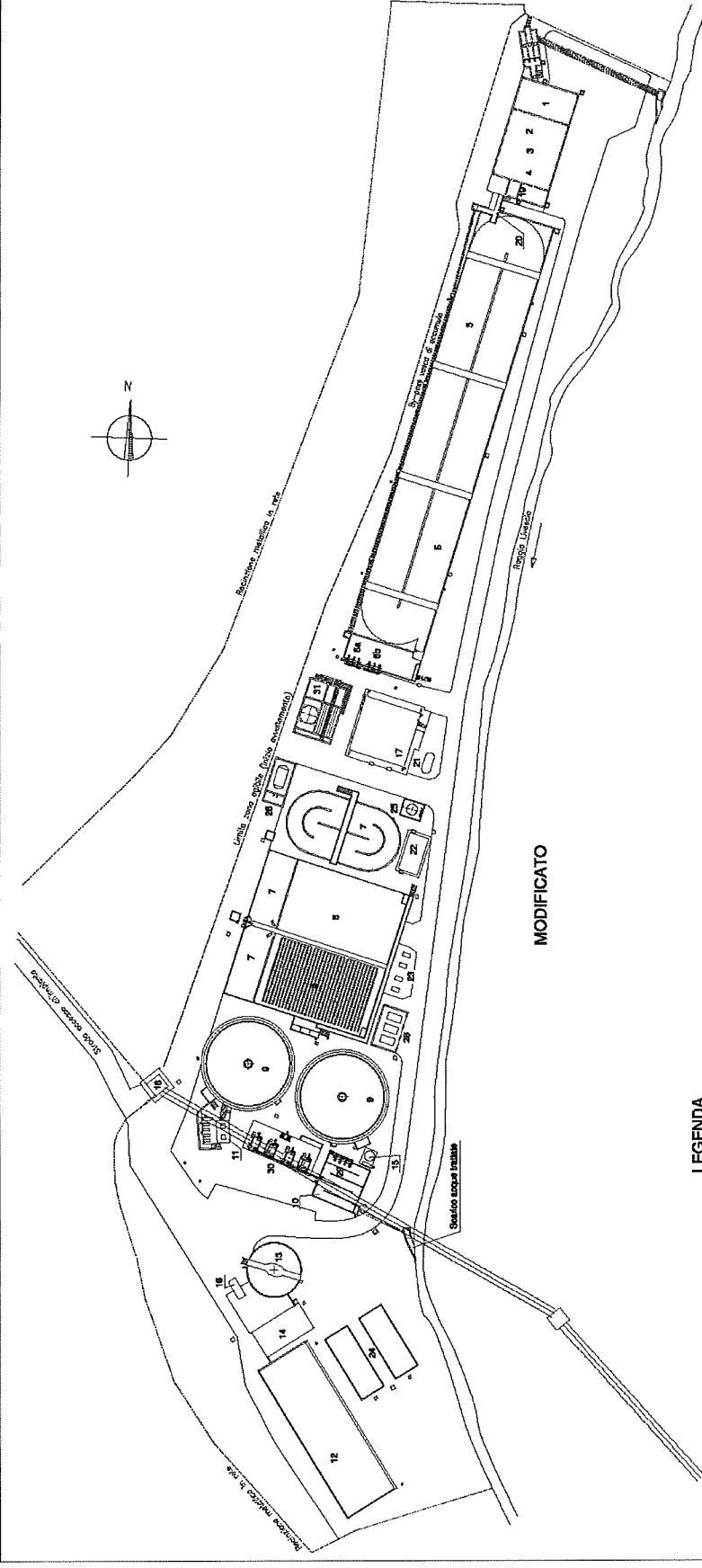
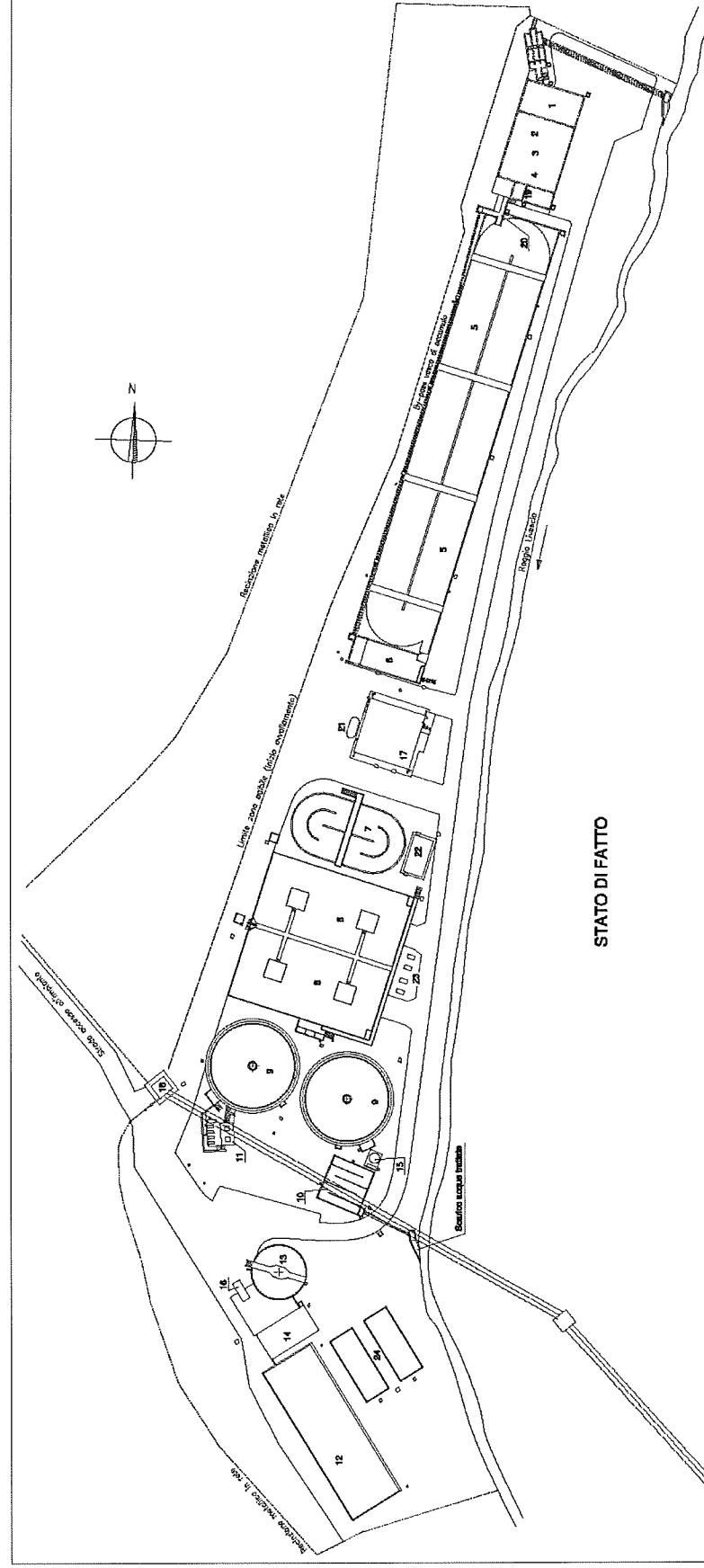
Nelle pagine successive sono riportati per ognuna delle tre ipotesi in esame:

- la vista aerea dell'area dell'impianto;
- lo schema a blocchi dei trattamenti (per la sola linea liquami);
- la planimetria delle opere in progetto.

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI FINO MORNASCO (CO)
Via Campagnola 1 (LARIANA DEPUR S.p.A.)







LEGENDA

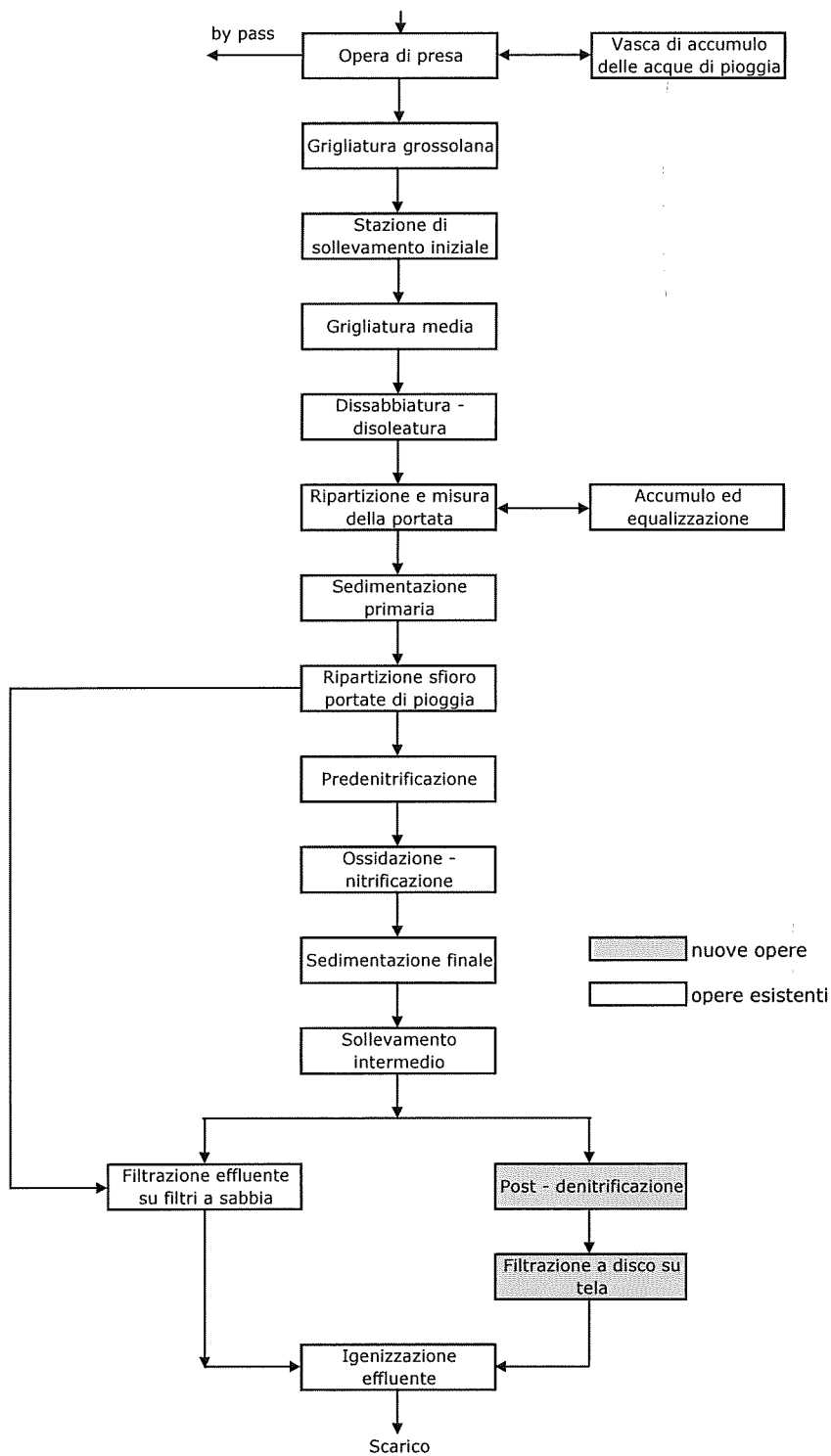
- 1 Rimozione materiale lapideo
- 2 Grigliatura grossolana
- 3 Disarticolazione
- 4 Grigliatura fine
- 5 Vasca di equalizzazione ed accumulo
- 6a Stazione di sollevamento al biologico
- 6b Stazione di sollevamento al chimico-fisico
- 7 Denitrificazione
- 8 Ossidazione - Nitrificazione
- 9 Sedimentazione finale
- 10 Vasca di contatto disinfezione
- 11 Ricinolo dei fanghi
- 12 Stabilizzazione dei fanghi (diamesse)
- 13 Iniezione dei fanghi
- 14 Disidratazione dei fanghi (diamesse)
- 15 Stoccaggio e desaggio disinfectante
- 16 Prestazione impianto mobile disinfezione
- 17 Trasformazione e distribuzione a.e., locali quadri comando e potenza equalizzazione e sollevamento.
- 18 Ricadone energia elettrica
- 19 Locale quadri comando e potenza pretrattamenti
- 20 Misura della portata ingresso
- 21 Serbatoio GPL
- 22 Locale quadri comando e potenza trattamento biologico
- 23 Pompe riciclo mixed-liquor
- 24 Impianto pilota floccupazione
- 25 Stoccaggio flocculante inorganico
- 26 Stoccaggio soluzione carbonacea
- 27 Stoccaggio flocculante organico
- 28 Soffianti di ossidazione - nitrificazione
- 29 Stazione di sollevamento alla filtrazione
- 30 Filtrazione a vela.
- 31 Trattamento chimico - fisico acque di pioggia.

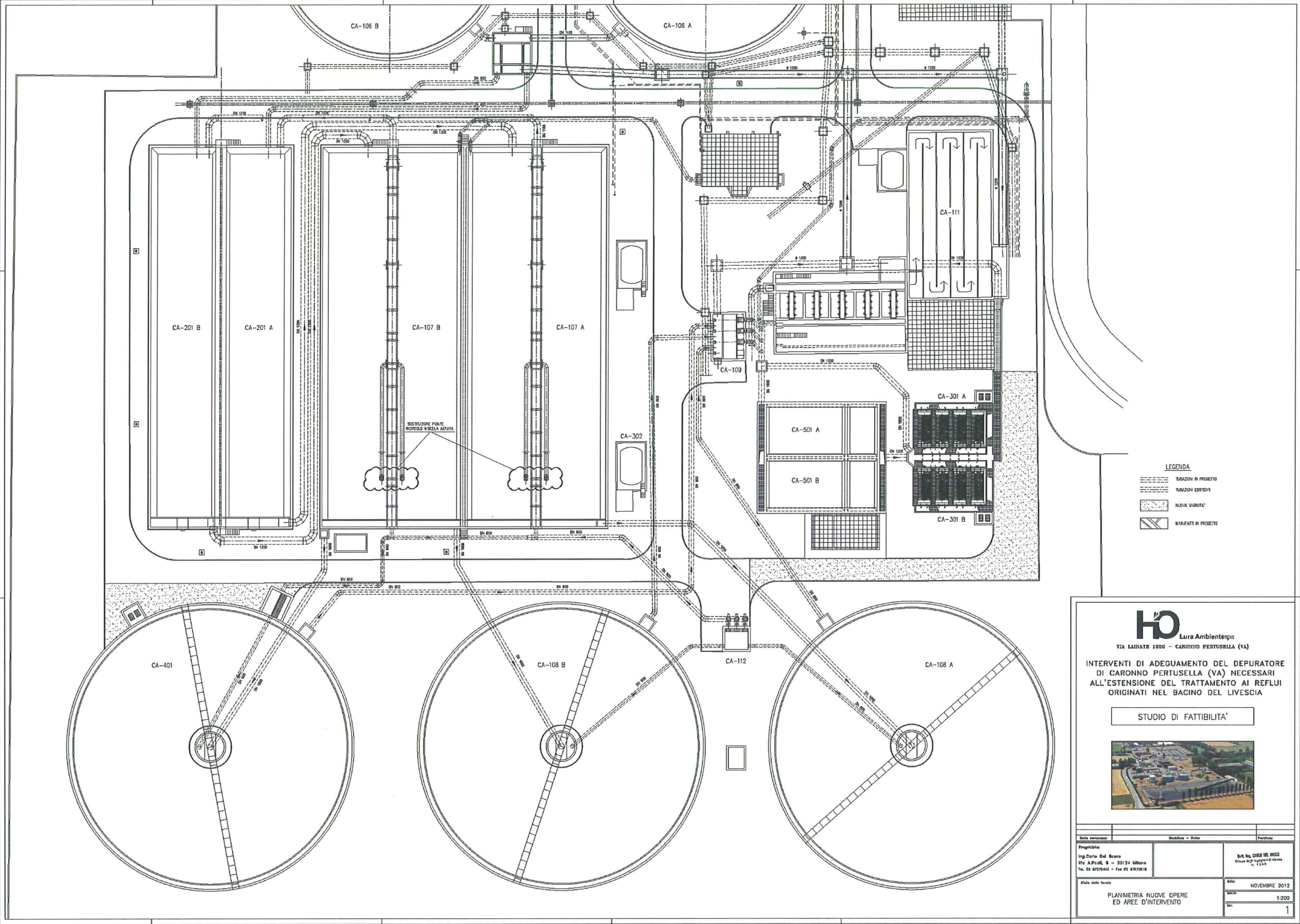
[illegible]

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CARONNO PERTUSELLA (VA)
Via Lainate 1200 (LURA AMBIENTE S.p.A.)



**SCHEMA GENERALE DEL TRATTAMENTO LIQUAMI DEL DEPURATORE DI
CARONNO P. DOPO L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

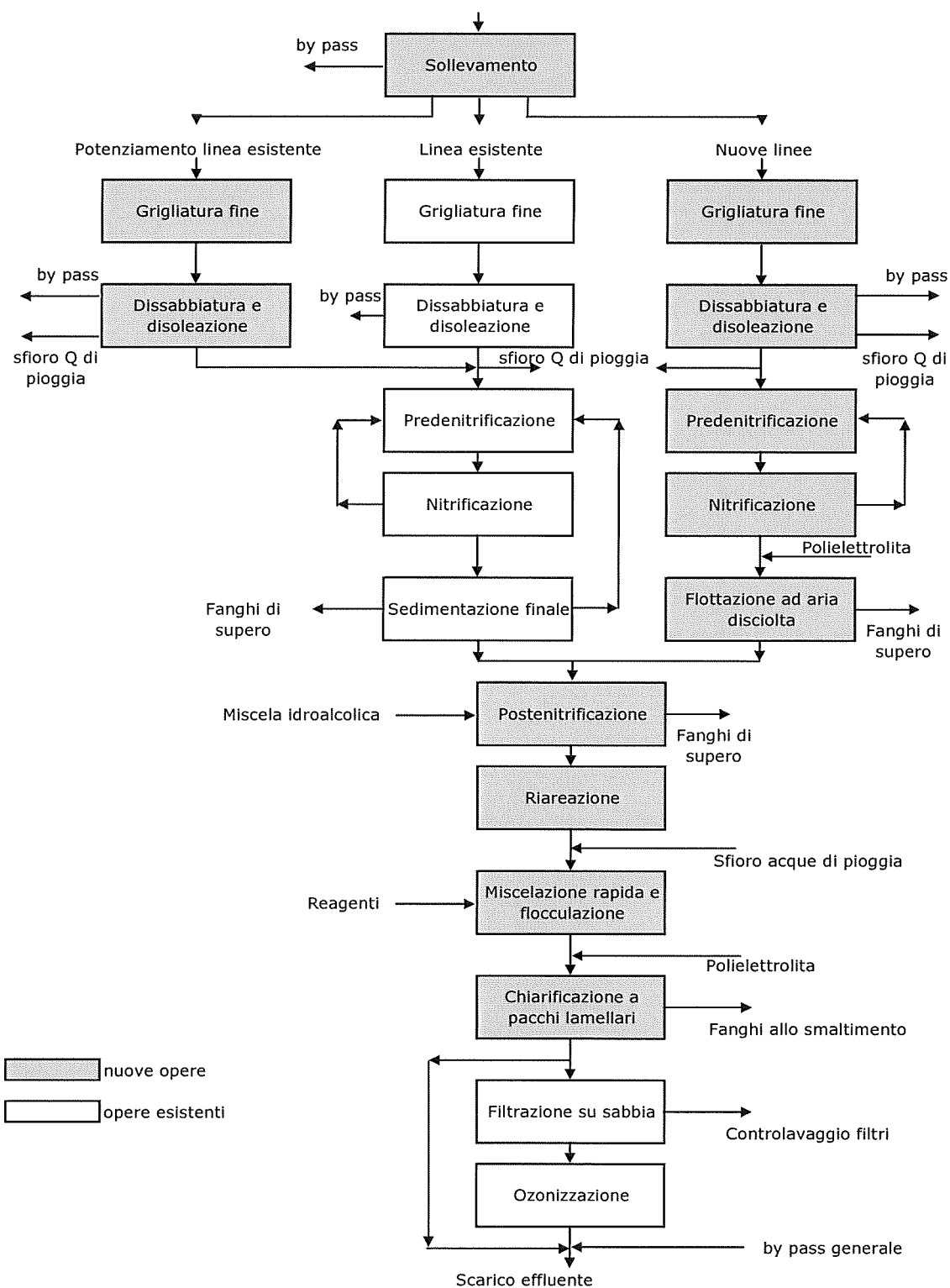


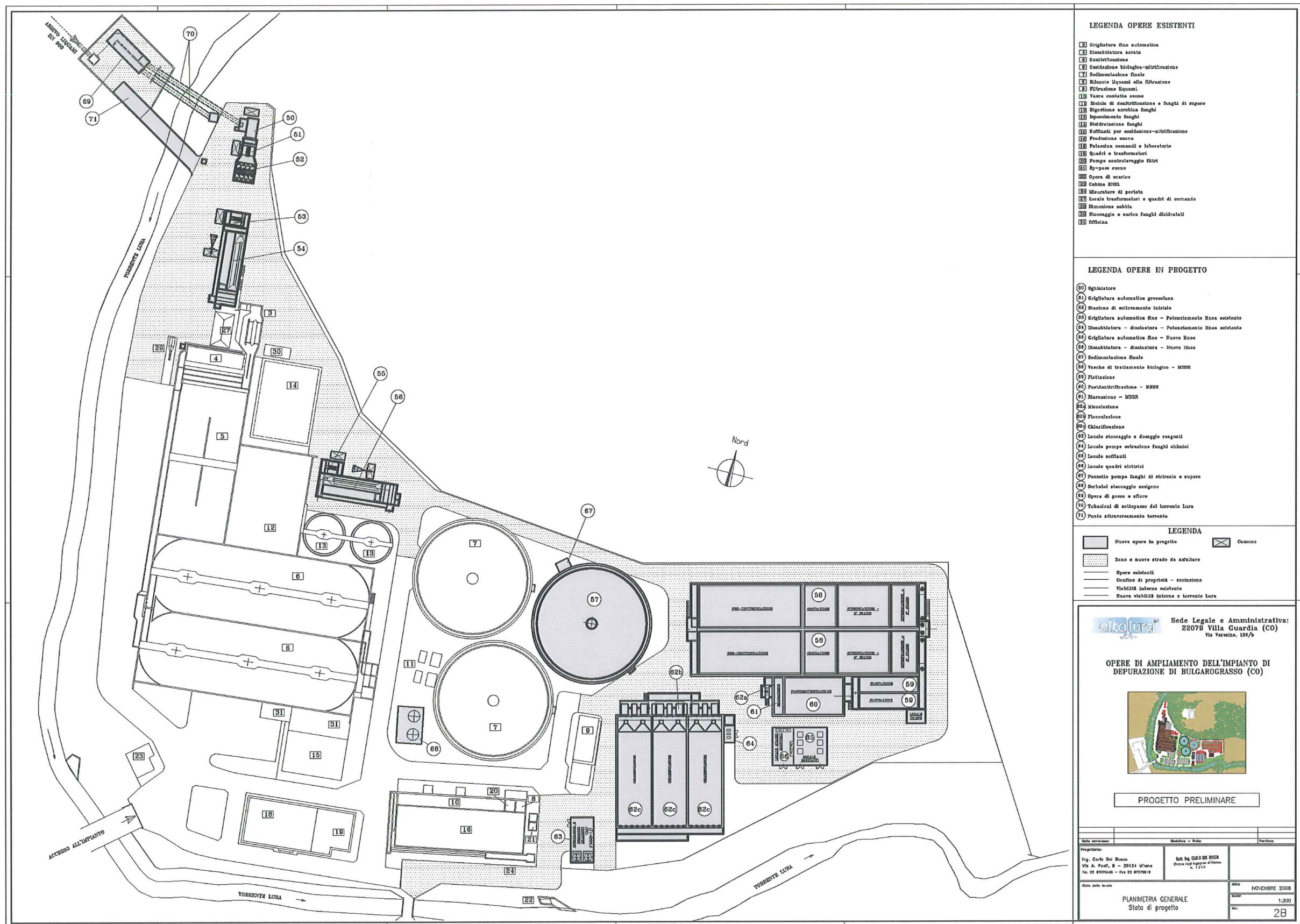


IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI BULGAROGRASSO (CO)
Via Enrico Toti 4 (ALTO LURA S.r.l.)



SCHEMA GENERALE DEL TRATTAMENTO LIQUAMI DEL DEPURATORE DI BULGAROGRASSO DOPO L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO





2.2 - Dati di progetto: portate e carichi inquinanti assoggettati al trattamento

L'esame comparativo delle tre ipotesi poste tra loro in raffronto considera, necessariamente, i dati di base assunti nella definizione degli interventi (proiettati all'orizzonte temporale dell'anno 2021); essi sono riepilogati nel successivo prospetto nel quale nella colonna Ipotesi "A" sono indicati i valori assunti nello studio di fattibilità "*Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia*" mentre la colonna Ipotesi "B" e "C" si riferisce alle due possibilità di centralizzazione del trattamento dei reflui del bacino Livescia presso i depuratori di Caronno P. o Bulgarograsso.

RAFFRONTO TRA I DATI DI PROGETTO		IPOTESI "A"	IPOTESI "B" e "C"
- Abitanti residenti e fluttuanti	N.	9.100	9.100
- Abitanti equivalenti da attività produttive	N.	13.765	13.800
- Popolazione complessiva servita	N.	22.865	22.900
- Portata media nera giornaliera civile	m ³ /d	2.031	2.300
- Portata media nera giornaliera industriale	m ³ /d	2.664	2.660
- Portata media nera giornaliera complessiva	m ³ /d	4.700	4.960
- Portata media nera (Q _m)	m ³ /h	195,83	206,67
- Portata di punta nera (Q _p)	m ³ /h	310,00	310,00
- Portata massima in pioggia (Q _{pp})	m ³ /h	770,00	793,75
- Carico totale COD	kg/d	3.570	3.470
- Carico totale BOD ₅	kg/d	1.372	1.380
- Carico totale SS	kg/d	819	820
- Carico totale N	kg/d	325,0	403,0
- Carico totale P	kg/d	46,0	48,0

L'esame del precedente prospetto evidenzia la sostanziale uniformità tra i dati di progetto assunti nelle diverse ipotesi con la sola eccezione del carico totale in azoto; la diversa stima è essenzialmente da ricondurre alla quantità di N apportata dai reflui delle attività produttive.⁵

⁵ Il carico in azoto dovuto alla componente domestica è stimato rispettivamente in 112 kg N/d per l'Ipotesi "A" ed in 109,2 kg N/d nelle Ipotesi "B" e "C". Per quanto concerne l'Ipotesi "A" il valore di 213,0 kg N/d attribuito alle attività produttive è calcolato assumendo il prodotto tra la portata giornaliera industriale e la concentrazione massima in azoto riscontrata in ingresso all'impianto nel periodo 2007÷2011 (80 mg N/L). Nelle Ipotesi "B" e C il contributo industriale è stimato partendo dalla cosiddetta "portata autorizzabile" delle attività produttive (3.250 m³/d) moltiplicata per un valore di concentrazione di 90 mg N/L inferiore - del 10% - al limite di deroga ammesso per lo scarico in fognatura dei reflui industriali (100 mg N/L).

Relativamente al valore del carico totale in azoto è opportuno evidenziare che il dimensionamento del trattamento biologico condotto nello studio di fattibilità "*Adeguamento impianto consortile depurazione Liveness*" contiene margini di cautela insiti nella scelta di alcuni parametri; in esso infatti:

- il volume della predenitrificazione è calcolato assumendo una concentrazione di azoto in uscita dai reattori pari a 10,0 mg N/L, inferiore al limite di emissione - 15,0 mg N/L - che si deve ottenere (per la portata in transito di 4.700 m³/d equivale ad un maggior carico in azoto assoggettabile al trattamento di 23,5 kg N/d);
- non è considerato l'incremento della velocità di predenitrificazione correlato al dosaggio di carbonio esterno prontamente disponibile (è stimabile un maggior carico in azoto assoggettabile al trattamento di circa 31,7 kg N/d, corrispondente al 15% del valore assunto nel dimensionamento della denitrificazione).

2.3 - Limiti di emissione - Obiettivi di depurazione

Il successivo prospetto riepiloga i limiti di emissione disciplinati per i parametri correlati all'inquinamento carbonioso ed ai nutrienti dalla normativa regionale,⁶ differenziati in relazione alla potenzialità di riferimento dell'impianto di depurazione; in esso nella colonna Ipotesi "A" sono indicati i valori assunti nello studio di fattibilità *"Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia"* mentre la colonna Ipotesi "B" e "C" si riferisce alle due possibilità di centralizzazione del trattamento presso i depuratori di Caronno P. o Bulgarograsso.

PARAMETRI		IPOTESI "A" (10.000÷50.000 A.E.)	IPOTESI "B" e "C" (≥ 100.000 A.E.)
- BOD ₅	mg/L	25,0	10,0
- COD	mg/L	125,0	60,0
- Solidi sospesi totali	mg/L	35,0	15,0
- Azoto totale	mg/L	15,0	10,0
- Fosforo totale	mg/L	2,0	1,0

E' opportuno precisare che nelle vigenti autorizzazioni allo scarico delle Ipotesi "A" e C, sono previsti anche limiti specificamente riferiti alle condizioni di flusso nullo nel ricettore (maggiormente restrittivi dei valori di cui al precedente prospetto) in quanto la roggia Livescia ed il torrente Lura (fino al tratto in cui si immette lo scarico del depuratore di Bulgarograsso) sono soggetti a periodi stagionali di asciutta.

Inoltre in entrambe le citate autorizzazioni è stabilito per il colore il limite di "non percettibile in diluizione 1:5", parametro che per il depuratore di Caronno P. corrisponde invece alla prescrizione della Tabella 3, colonna *"scarico in acque superficiali"* dell'Allegato 5 al D. Lgs. 152/2006 ("non percettibile in diluizione 1:20").

⁶ Sono indicati i limiti di emissione disciplinati dalla Tabella 5 dell'allegato Ba al Regolamento Regionale 3/2006; l'art. 13, comma 2, del regolamento prevede che gli impianti di depurazione esistenti debbano conseguire tali valori entro il 31/12/2016.

2.4 - Ricadute sulla qualità delle acque del torrente Lura dovute alla diversa impostazione delle ipotesi in esame

La ricaduta sulla qualità delle acque del torrente Lura, nel tratto interessato dalla immissione degli scarichi dei depuratori di Bulgarograsso, Fino Mornasco (attraverso la roggia Livescia) e Caronno Pertusella, ha un peso che si differenzia per la diversa impostazione delle ipotesi in esame; nel seguito l'analisi affronta le condizioni correlate al funzionamento degli impianti in tempo secco separatamente da quelle correlate al trattamento, in tempo di pioggia, delle portate nere diluite, individuando due scenari che corrispondono rispettivamente all'ipotesi di centralizzare il trattamento dei reflui del bacino Livescia sul depuratore di Bulgarograsso (Scenario 1) o presso l'impianto di Caronno P. (Scenario 2).

I due Scenari sono raffrontati con l'Ipotesi "A" (Scenario 0, di riferimento) che vede il mantenimento in esercizio del depuratore di Fino M., adeguato e potenziato come nelle previsioni del relativo studio di fattibilità; gli scenari 1 e 2 differiscono tra loro anche per il punto di scarico del relativo impianto di depurazione, posto Bulgarograsso a circa 13,5 km dalle sorgenti del torrente Lura, per quello di Caronno P. circa 25 km più a valle.

2.4.1 - Funzionamento degli impianti in tempo secco

Correlando ai valori dei limiti di emissione riportati al precedente paragrafo, il dato della portata giornaliera di reflui originati nel bacino Livescia (assunta pari a 4.700 m³/d, costante durante l'anno) si possono stimare i valori di minor carico residuo avviato al corpo idrico ricettore nel tratto compreso tra i punti di recapito dello scarico dei depuratori di Bulgarograsso e Caronno P.

Si ricavano i valori riportati nel successivo prospetto:⁷

PARAMETRI	Δ Carico residuo Scenario 1 T. S.		Δ Carico residuo Scenario 2 T. S.	
	(kg/d)	(kg/anno)	(kg/d)	(kg/anno)
- BOD ₅	70,5	25.733	117,5	42.888
- COD	305,5	111.508	587,5	214.438
- Solidi sospesi totali	94,0	34.310	164,5	60.043
- Azoto totale	23,5	8.578	70,5	25.733
- Fosforo totale	4,7	1.716	9,4	3.431

⁷ I minori carichi residui dello Scenario 1 sono calcolati moltiplicando la differenza tra i valori dei limiti di emissione (riferiti alle Ipotesi "A" e C) per la portata di 4.700 m³/d; per lo Scenario 2 i minori carichi sono calcolati moltiplicando il limite di emissione dell'Ipotesi "A" sempre per la portata di 4.700 m³/d. Inoltre è intuibile come nel tratto del torrente Lura posto a valle dello scarico del depuratore di Caronno P. gli Scenari 1 e 2 presentino il medesimo dato di minor carico residuo.

2.4.2 - *Funzionamento degli impianti in tempo di pioggia*

Il funzionamento degli impianti in concomitanza con eventi meteorici differisce nei tre scenari in esame principalmente per la presenza o meno del bacino di accumulo delle acque di prima pioggia; negli Scenari 1 e 2 esso è ricavato dalla trasformazione dell'esistente bacino di laminazione delle portate (con capacità di 7.200 m³) che, viceversa, nello Scenario 0 (di riferimento) non è presente (il bacino di laminazione conserva l'originaria funzione).

Sono anche individuabili, nei tre Scenari, alcune differenze nelle modalità di trattamento dell'aliquota delle portate nere diluite non avviate ai trattamenti biologici e terziari:

- lo Scenario 0 prevede di sottoporre a trattamento biologico l'aliquota di circa 400 L*A.E/d e una pari aliquota è avviata al trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione; i due flussi riuniti (800 L*A.E/d) sono sottoposti a filtrazione;⁸
- lo Scenario 1 prevede di sottoporre a trattamento biologico l'aliquota di 750 L*A.E/d e una ulteriore aliquota di 250 L*A.E/d è avviata al trattamento chimico-fisico di chiariflocculazione;
- nello Scenario 2 la portata corrispondente a 830 L*A.E/d è sottoposta a sedimentazione primaria a valle della quale l'aliquota di circa 540 L*A.E/d è avviata ai trattamenti biologici e terziari (postdenitrificazione e filtrazione).

Il diverso approccio contenuto nei tre scenari, che comporta modeste variazioni nella qualità complessiva dell'effluente, è anche dovuto alle incertezze nella corretta interpretazione della normativa regionale in materia. Al riguardo si osserva che nello Scenario 1 il progettista ha considerato che in concomitanza con periodi di asciutta del ricettore lo scarico possa essere equiparato a *“recapito sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo”*, con il conseguente obbligo di elevare a 1.000 L*A.E/d il valore della portata nera diluita alimentata all'impianto di depurazione (Art. 15, comma 2, del R. R. 3/2006).

Volendo fornire una stima dei minori carichi residui avviati al ricettore, effetto della presenza della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia, si sono considerate le seguenti condizioni:

- 60 eventi meteorici annui in cui si abbia il riempimento del bacino (di capacità pari a 7.200 m³) con portata annua complessiva di acque nere diluite avviate alla depurazione pari a 432.000 m³/anno;

⁸ Nello Scenario 0 ed analogamente nello Scenario 2 il valore della portata nera diluita è calcolato facendo riferimento al criterio b dell'Art. 15, comma 1, del R. R. 3/2006.

- carico inquinante giornaliero accumulato nella vasca (per ognuno dei 60 eventi meteorici) pari al 40% del carico giornaliero in origine (così come definito al precedente capitolo 2.2) includendo nel valore percentuale anche l'aliquota di inquinamento dovuto al dilavamento delle aree urbane impermeabili;
- minor carico annuo recapitato al ricettore determinato per differenza tra il valore del carico inquinante accumulato annualmente nella vasca di pioggia e il carico residuo avviato al ricettore con le portate estratte dalla vasca di accumulo ed avviate alla depurazione (corrisponde al prodotto tra i limiti di emissione e la portata di 432.000 m³/anno).⁹

Sommando ai valori di minor carico residui stimati al punto precedente gli omologhi dati calcolati per le condizioni di tempo secco, precedente paragrafo 2.2.1, si ottengono per gli Scenari 1 e 2 i valori di minor carico residuo totale di cui al seguente prospetto nel quale è indicato anche l'incremento percentuale nella riduzione del carico sversato, dovuto alla presenza della vasca di accumulo delle acque di pioggia:

PARAMETRI	Δ Carico residuo totale Scenario 1			Δ Carico residuo totale Scenario 2		
	(kg/d)	(kg/anno)	(%)	(kg/d)	(kg/anno)	(%)
- BOD ₅	148,9	54.341	+ 111,2	195,9	71.496	+ 66,7
- COD	469,2	171.268	+ 53,6	751,2	274.198	+ 27,9
- Solidi sospesi totali	130,1	47.486	+ 38,4	200,6	73.219	+ 21,9
- Azoto totale	33,0	12.058	+ 40,6	80,0	29.213	+ 13,5
- Fosforo totale	6,5	2.388	+ 39,2	11,2	4.103	+19,6

L'argomento è ripreso nel successivo Capitolo 4.1 per fornire l'indicazione dell'influenza che le soluzioni individuate negli scenari (per il diverso peso del carico residuo sversato dai depuratori) hanno nel determinare la qualità delle acque del torrente Lura.

⁹ Per i diversi inquinanti sono calcolati i seguenti dati: minor carico per ogni evento meteorico; minor carico annuo; minor carico giornaliero convenzionale (ottenuto dividendo convenzionalmente su 365 giorni il valore del minor carico annuo).

- BOD ₅	476,8 kg/evento	≡	28.608 kg/anno	≡	78,4 kg/d;
- COD	996,0 kg/evento	≡	59.760 kg/anno	≡	163,7 kg/d;
- Solidi sospesi totali	219,6 kg/evento	≡	13.176 kg/anno	≡	36,1 kg/d;
- Azoto totale	58,0 kg/evento	≡	3.480 kg/anno	≡	9,5 kg/d;
- Fosforo totale	11,2 kg/evento	≡	672 kg/anno	≡	1,8 kg/d.

3 - RAFFRONTO ECONOMICO DELLE TRE IPOTESI

Il raffronto economico considera, ponendoli in raffronto reciproco, i costi per la realizzazione degli interventi descritti negli studi di fattibilità e nei progetti delle tre ipotesi in esame (incluse le somme a disposizione della Stazione Appaltante) e gli oneri operativi per la gestione degli impianti di depurazione nella loro nuova configurazione; sono inoltre individuati i valori dell'ammortamento tecnico delle opere e calcolati gli importi della rata annua (inclusi gli oneri finanziari) nell'ipotesi che la realizzazione degli interventi avvenga ricorrendo a finanziamento.

Nella definizione degli importi degli investimenti non è considerata l'incidenza dell'IVA, presupponendo che i Soggetti che attueranno la realizzazione degli interventi siano i medesimi cui ne compete la gestione; in tal senso qualora i flussi economici relativi all'imposta non si compensassero reciprocamente nel medesimo anno (IVA a debito relativa alla gestione con IVA a credito relativa ai lavori) potrebbero generarsi oneri finanziari, peraltro di modesta entità.

3.1 - Costi di costruzione

Relativamente ai costi di realizzazione si è proceduto ad omogeneizzare tra loro le tre ipotesi in esame considerando gli importi:

- per la realizzazione del bacino di accumulo delle acque di prima pioggia sull'impianto di depurazione di Fino Mornasco (Ipotesi "A"),¹⁰
- per il riscatto delle opere esistenti del depuratore di Fino Mornasco nelle due Ipotesi "B" e "C" che prevedono la centralizzazione del trattamento dei reflui del bacino Livescia;¹¹

¹⁰ Nelle ipotesi "B" e "C" l'esistente bacino di laminazione presente sul depuratore di Fino Mornasco è ristrutturato per assumere la nuova funzione di vasca di accumulo delle acque di prima pioggia; conseguentemente, per omogeneizzare tra loro le soluzioni, per l'ipotesi "A" si sono considerati i costi per la realizzazione di un nuovo bacino, con capacità pari a 7.200 m³, specificamente destinato all'accumulo delle acque di prima pioggia, includendo nelle somme a disposizione della Stazione Appaltante anche gli oneri per l'acquisizione delle nuove aree di edificazione. L'importo dei lavori di costruzione della vasca è stimato pari a € 1.332.000,00 (1.080.000,00 per opere edili e 252.000,00 per apparecchiature elettromeccaniche ed impianti elettrici); le somme a disposizione sono valutate in complessivi 268.000,00 € (di cui € 100.000,00 per acquisizione delle nuove aree di edificazione).

¹¹ L'onere per il riscatto delle opere esistenti dell'impianto di depurazione di Fino Mornasco è stato considerato, su indicazione del Committente del presente studio, pari a circa € 2.805.420,00, suddiviso in € 1.810.367,00 per opere edili, € 665.584,00 per opere elettromeccaniche ed elettriche, € 329.469,00 valore dei terreni. Nella relazione "*Stima di massima del valore industriale residuo dell'impianto Livescia*" sono stimate analiticamente tutte le voci (opere edili, elettromeccaniche ed elettriche, valore dei terreni, ecc.) che concorrono all'importo complessivo; da tali informazioni si sono ricavati i seguenti importi assunti per il calcolo degli ammortamenti della futura vasca di accumulo delle acque di pioggia: opere civili relative ai pretrattamenti e alla vasca di laminazione: € 1.023.083,00; opere elettromeccaniche relative ai pretrattamenti e alla vasca di laminazione € 603.246,00 (incluse carpenterie, piping, opere elettriche, ecc.).

- per realizzare gli interventi necessari al vettoriamento dei liquami del bacino Livescia all'impianto di Bulgarograsso, trasformare l'esistente vasca di laminazione dell'impianto di Fino Mornasco nel bacino di accumulo delle acque di prima pioggia, incrementare il tasso di riempimento del materiale di supporto nei moduli MBBR (dal valore di progetto del 40% fino al valore del 60%) della nuova linea di trattamento biologico del depuratore di Bulgarograsso (Ipotesi "C").¹²

3.1.1 - IPOTESI "A"

Negli allegati allo studio di fattibilità *"Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia"* è esposta la somma di 2.300.200,00 € quale costo complessivo dell'intervento che comprende le somme per le Spese Tecniche (€ 259.716,00) e l'importo dei lavori (€ 2.040.484,00, suddiviso in € 310.984,00 per opere edili di manufatti, edifici, infrastrutture e € 1.729.500,00 per opere elettromeccaniche, impianti elettrici, automazione/supervisione). Sommando a tali importi le somme necessarie per la realizzazione della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia, individuate nella precedente nota 10, si ricavano i valori di cui al successivo prospetto:

INTERVENTO	Opere edili (€)	Forniture (€)	Altre Somme (€)
- Adeguamento impianto depurazione Livescia	310.984,00	1.729.500,00	259.716,00
- Realizzazione vasca accumulo acque di pioggia	1.080.000,00	252.000,00	268.000,00
Importi complessivi	1.390.984,00	1.981.500,00	527.716,00

che determinano l'ammontare complessivo dell'intervento nell'importo di € 3.900.200,00.

3.1.2 - IPOTESI "B"

Lo studio di fattibilità *"Interventi di adeguamento del depuratore di Caronno Pertusella necessari all'estensione del trattamento ai reflui originati nel bacino del Livescia"* evidenzia il costo complessivo degli interventi di € 15.925.000,00 che include le somme a disposizione della Stazione Appaltante (€ 1.200.000,00) e l'importo dei lavori (€ 14.725.000,00); fornisce inoltre

¹² I costi relativi a tali interventi sono valutati rispettivamente negli importi di:
 € 1.810.000,00 (di cui € 170.000,00 per somme a disposizione) per il vettoriamento dei liquami del bacino Livescia all'impianto di Bulgarograsso e la trasformazione dell'esistente vasca di laminazione dell'impianto di Fino Mornasco nel bacino di accumulo delle acque di prima pioggia;
 € 1.418.500,00 (valore aggiornato a Settembre 2012) per incrementare il tasso di riempimento del materiale di supporto nei moduli MBBR.

la ripartizione dei valori economici tra i due bacini di appartenenza (Livescia e Lura) e la suddivisione nei tre temi d'intervento, evidenziando le seguenti somme:¹³

A) Importi attribuiti al bacino Livescia

- Adeguamento impianto di Fino Mornasco: € 925.000,00 (di cui € 100.000,00 per somme a disposizione);
- Adeguamento rete collettamento Lura Ambiente: € 5.400.000,00 (di cui € 400.000,00 per somme a disposizione);
- Quota dei costi di adeguamento dell'impianto di Caronno Pertusella: € 3.374.300,00 (di cui € 246.000,00 per somme a disposizione);

Importo totale interventi a carico bacino Livescia: € 9.699.300,00

B) Importi attribuiti al bacino Lura

- Quota dei costi di adeguamento dell'impianto di Caronno Pertusella: € 6.225.700,00 (di cui € 454.000,00 per somme a disposizione).

Suddividendo gli importi indicati nel precedente paragrafo A) per categoria di lavoro e sommando le somme necessarie per il riscatto delle opere esistenti dell'impianto di Fino Mornasco, individuate nella precedente nota 11, si ricavano gli importi complessivi di cui al successivo prospetto:

INTERVENTO	Opere edili (€)	Forniture (€)	Altre Somme (€)
- Adeguamento impianto di Fino Mornasco	650.100,00	174.900,00	100.000,00
- Adeguamento rete collettamento Lura Ambiente	4.900.000,00	100.000,00	400.000,00
- Quota costi adeguamento impianto di Caronno P.	1.061.400,00	2.066.900,00	246.000,00
- Riscatto impianto di Fino Mornasco	1.023,083,00	603.246,00	1.178.671,00
Importi complessivi	7.634.853,00	2.945.046,00	1.924.671,00

che determinano l'ammontare complessivo dell'intervento nell'importo di € 12.504.300,00.

¹³ La ripartizione dei costi ha considerato gli importi per l'adeguamento dell'impianto di Fino Mornasco e della rete di collettamento di Lura Ambiente interamente a carico del bacino Livescia; viceversa i costi per l'adeguamento dell'impianto di Caronno sono stati suddivisi valutando che la realizzazione della sezione di post-denitrificazione (costo di € 2.448.300,00 al netto delle somme a disposizione) sia interamente da attribuire al bacino Livescia mentre i costi dei restanti interventi di adeguamento del depuratore di Caronno (che ammontano a € 6.451.700,00, sempre al netto delle somme a disposizione) siano suddivisi proporzionalmente all'incremento delle portate che il depuratore dovrà trattare, attribuendo al bacino Livescia la somma di € 3.128.300,00 (€ 5.771.700,00 al bacino Lura), sempre al netto delle somme a disposizione.

3.1.3 - IPOTESI "C"

La Relazione Tecnica *"Possibilità di trattamento dei reflui del bacino della Roggia Livescia all'impianto di depurazione di Bulgarograsso"* evidenzia il costo complessivo degli interventi (aggiornato a Settembre 2012) di € 17.333.200,00 che include le somme a disposizione della Stazione Appaltante (€ 1.163.400,00) e l'importo dei lavori (€ 16.169.800,00).

Nella relazione non è indicata la ripartizione dei valori economici tra i due bacini di appartenenza (Livescia e Alto Lura) che si ritiene possa coincidere con il rispettivo apporto inquinante valutato in termini di A.E. serviti (130.217 per il bacino Alto Lura; 22.900 per il Livescia).

Come già detto sono inoltre da sommare agli importi ripartiti i costi per: realizzare il vettoriamiento dei liquami del bacino Livescia all'impianto di Bulgarograsso, trasformare l'esistente vasca di laminazione dell'impianto di Fino M. nel bacino di accumulo delle acque di prima pioggia, incrementare il tasso di riempimento del materiale di supporto nei moduli MBBR delle nuove linee di trattamento biologico (indicati nella precedente nota 12).

A) Importi attribuiti al bacino Livescia

- Vettoriamiento liquami Livescia all'impianto di Bulgarograsso e trasformazione bacino laminazione in vasca di prima pioggia: € 1.810.000,00 (di cui € 170.000,00 per somme a disposizione);
- Costo per incrementare il tasso di riempimento del materiale di supporto nei moduli MBBR delle nuove linee di trattamento biologico: € 1.418.500,000;
- Quota dei costi di adeguamento dell'impianto di Bulgarograsso: € 2.592.500,00 (di cui € 174.000,00 per somme a disposizione).

Importo totale interventi a carico bacino Livescia: € 5.821.000,00

B) Importi attribuiti al bacino Alto Lura

- Quota dei costi di adeguamento dell'impianto di Bulgarograsso: € 14.740.700,00 (di cui € 989.400,00 per somme a disposizione).

Suddividendo gli importi indicati nel precedente paragrafo A) per categoria di lavoro e sommando le somme necessarie per il riscatto delle opere esistenti dell'impianto di Fino Mornasco, individuate nella precedente nota 11, si ricavano gli importi complessivi di cui al successivo prospetto:

INTERVENTO	Opere edili (€)	Forniture (€)	Altre Somme (€)
- Vettoriamento liquami Livenessia, vasca prima pioggia	1.245.000,00	395.000,00	170.000,00
- Materiale riempimento moduli MBBR	- - -	1.418.500,00	- - -
- Quota costi adeguamento impianto di Bulgarograsso	827.600,00	1.590.900,00	174.000,00
- Riscatto impianto di Fino Mornasco	1.023,083,00	603.246,00	1.178.671,00
Importi complessivi	3.095.683,00	4.007.646,00	1.522.671,00

che determinano l'ammontare complessivo dell'intervento nell'importo di € 8.626.000,00.

3.2 - Ammortamento tecnico degli investimenti - Rata annua di finanziamento

Il calcolo dei valori economici di ammortamento tecnico degli investimenti è condotto considerando la vita utile delle opere differenziata per le due categorie principali delle immobilizzazioni: per le opere edili (manufatti, edifici, infrastrutture, reti di collettamento, ecc.) si è considerato un periodo di 40 anni; per le forniture (apparecchiature elettromeccaniche, impianti elettrici, di automazione, telecontrollo, ecc.) si è assunto un periodo di 20 anni.

Il calcolo delle rate annue dei finanziamenti considera un periodo di 25 anni con rate di restituzione dell'importo complessivo (quota capitale e quota interessi) costanti nel tempo, assumendo un tasso fisso del 5,897% comprensivo delle commissioni e delle spese accessorie.

Il successivo prospetto riepiloga i valori economici degli ammortamenti e delle rate annue dei finanziamenti differenziati per le tre ipotesi:

DESCRIZIONE	IPOTESI "A"	IPOTESI "B"	IPOTESI "C"
- Importo Opere Edili in ammortamento (€) ¹⁴	3.201.351,00	7.634.583,00	3.095.683,00
- Importo Forniture in ammortamento (€) ¹⁴	2.647.084,00	2.945.046,00	4.007.646,00
- Ammortamento tecnico Opere Edili (€)	80.033,78	190.864,58	77.392,08
- Ammortamento tecnico Forniture (€)	132.354,20	147.252,30	200.382,30
Totale annuo ammortamento	212.387,98	338.116,88	277.774,38
- Capitale da finanziare (€)	3.900.200,00	12.504.300,00	8.626.000,00
- Rata annua di finanziamento (€)	304.826,46	977.300,28	674.183,46
Totale annuo ammortamento e finanziamento	517.214,44	1.315.417,16	951.957,84

¹⁴ Gli importi comprendono le stime del valore industriale residuo del depuratore di Fino Mornasco (€ 1.810.367,00 per opere edili, € 665.584,00 per opere elettromeccaniche ed elettriche).

3.3 - Oneri di gestione

Nel seguito sono riportate le valorizzazioni economiche degli oneri di gestione delle tre ipotesi in esame così come desumibili dalla relativa documentazione allegata agli studi di fattibilità ed ai progetti. Per consentirne il raffronto reciproco si è provveduto sia ad omogeneizzare e completare le stime per le voci non presenti, sia ad allineare i costi unitari (in particolare per i consumi di energia elettrica e di reattivi); inoltre, quando necessario, si sono corretti errori materiali di calcolo. Per facilitare la comprensione delle variazioni introdotte per ogni ipotesi è presentato il raffronto tra la stima originaria e la “*stima allineata*”.

3.3.1 - *IPOTESI “A”*

Negli allegati allo studio di fattibilità “*Adeguamento impianto consortile depurazione Livescia*” è esposta la somma di 825.544,00 € quale costo annuo complessivo per la gestione del depuratore di Fino Mornasco, nella sua configurazione dopo la realizzazione degli interventi di adeguamento e potenziamento. L’importo è suddiviso nelle seguenti voci principali:

- Personale per conduzione e manutenzione ¹⁵	€/anno	78.150,00;
- Oneri di manutenzione ¹⁶	€/anno	98.439,92;
- Consumi di energia elettrica ¹⁷	€/anno	234.740,83;
- Consumi di reagenti ¹⁸	€/anno	145.464,07;
- Costi per il trattamento e smaltimento dei fanghi ¹⁹	€/anno	226.748,53;
- Altri costi ²⁰	€/anno	42.000,00.

La stima dei costi, dovuti ai consumi di energia e reattivi ed allo smaltimento dei fanghi, è effettuata considerando i regimi di funzionamento del depuratore in tempo secco ed in pioggia:

¹⁵ Comprende € 36.900,00 (1.330 h/anno) per personale di conduzione e manutenzione; € 13.200,00 (400,00 h/anno) per addetti al laboratorio; € 28.050,00 (660 h/anno) per funzioni di coordinamento e Responsabile impianti.

¹⁶ Comprende € 45.000,00 per manutenzione nuove opere (calcolato pari allo 0,5% per le opere edili ed al 3,0% per le apparecchiature elettromeccaniche ed elettriche) e € 53.439,92 “*costo storico*” dell’attuale manutenzione.

¹⁷ E’ indicato il consumo complessivo annuo di 1.485.702 kWh/anno e assunto costo unitario di 0,158 €/kWh.

¹⁸ Comprende i consumi di soluzione carboniosa in denitrificazione (337,80 m³/anno, costo unitario 60,00 €/m³), decolorante (60,68 m³/anno), policloruro di alluminio in defosfatazione e chiari flocculazione (232,74 m³/anno, costo unitario 420,00 €/m³), polielettrolita in chiari-flocculazione (866,25 kg/anno costo unitario 2,35 €/kg). Come precisato nel seguito l’importo complessivo non risulta congruo.

¹⁹ Comprende i costi per il trattamento di disidratazione e lo smaltimento della produzione totale annua di fanghi (circa 10.797 m³/anno) al costo unitario di 21 €/m³. Come precisato nel seguito l’importo complessivo non risulta congruo.

²⁰ Comprende gli oneri per: consumi di altri prodotti chimici, smaltimento di residui diversi dai fanghi, servizi di analisi, pulizia, disinfestazione, ecc.

- in tempo secco nei giorni “lavorativi” (6.460 ore/anno) con trattamento dei liquami dovuti all’utenza domestica ed a quelli delle attività produttive (portata totale di 4.700 m³/d per complessivi 1.265.083 m³/anno);
- in tempo secco nei giorni “non lavorativi” (800 ore/anno) con trattamento della sola portata giornaliera di origine domestica (2.040 m³/d per complessivi 68.000 m³/anno);
- in tempo di pioggia (1.500 ore/anno) con trattamento della portata massima alimentabile all’impianto (18.480 m³/d per complessivi 1.155.000 m³/anno);

la portata totale assunta per determinare i costi di gestione è pertanto di 2.488.083 m³/anno. Il calcolo del costo unitario d’esercizio considera, viceversa, la sola portata tariffata pari a 1.585.728 m³/anno, data dalla somma dell’aliquota domestica (741.228 m³/anno) con quella industriale (844.460 m³/anno); è quindi evidenziato il costo di 0,5206 €/m³ refluo trattato.

La verifica dei conteggi esposti nell’allegato C 5 “*Stima costi operativi di esercizio*” allo studio di fattibilità, evidenzia un errore materiale nel calcolo degli oneri dovuti al consumo di flocculante organico²¹ e la sottostima delle quantità di fango da smaltire per le componenti relative al supero biologico ed a quello originato nella chiariflocculazione.²²

Inoltre per allineare tra loro i costi operativi delle tre ipotesi è necessario conteggiare gli oneri connessi all’esercizio della vasca di accumulo delle acque di pioggia²³ e stimare quelli per i consumi di energia elettrica impiegando il medesimo costo unitario (assunto in 0,15 €/kWh) nelle relative valorizzazioni di tutte le ipotesi.²⁴

Il successivo prospetto riepiloga i valori economici delle voci che concorrono alla stima dei costi di gestione, nella loro formulazione originaria e dopo le correzioni necessarie all’allineamento tra le tre ipotesi e indica anche i relativi valori del costo unitario di trattamento.

²¹ Nel calcolo del costo dovuto al consumo di decolorante è erroneamente utilizzato l’indice unitario di 420,00 €/m³ in luogo del valore congruo di 1.722,00 €/m³ soluzione commerciale; la correzione comporta l’incremento dell’onere per i consumi di chemicals di € 79.011,82 portandone l’ammontare annuo totale a € 224.555,20.

²² Il calcolo della produzione di fango di supero biologico non tiene conto della aliquota di solidi sospesi rimossi nella filtrazione (calcolabile complessivamente in 681,52 m³/anno); analogamente l’effettiva produzione di fango in chiariflocculazione, riportata nei calcoli di processo, è doppia di quella indicata nel computo dei costi di gestione (con conseguente sottostima di 635,4 m³/anno). La correzione comporta l’incremento dell’onere per lo smaltimento dei fanghi di € 27.656,00 portandone l’ammontare annuo totale a € 254.404,53.

²³ Si sono assunti i medesimi oneri relativi ai consumi di energia elettrica (€/anno 30.900,00) e per la manutenzione ordinaria e la pulizia periodica della vasca di accumulo delle acque di pioggia (€/anno 25.400,00) individuati per l’ipotesi “B”. L’ammontare complessivo dei costi per l’esercizio della vasca di accumulo delle acque di pioggia è stato sommato all’importo degli “*altri costi*”, conseguentemente rideterminato nel valore di €/anno 98.300,00.

²⁴ Pertanto il consumo di 1.485.702 kWh/anno, indicato nei conteggi esposti nell’allegato C 5 “*Stima costi operativi di esercizio*” comporta l’onere annuo di € 222.855,30.

ONERI DI GESTIONE DELL'IPOTESI "A"	Importi stima originaria (€/anno)	Importi stima allineata (€/anno)
- Personale per conduzione e manutenzione	78.150,00	78.150,00
- Oneri di manutenzione	98.439,92	98.439,92
- Consumi di energia elettrica	234.740,83	222.855,30
- Consumi di reagenti	145.464,07	224.555,20
- Costi per il trattamento e smaltimento dei fanghi	226.748,53	254.404,53
- Altri costi (e gestione vasca acque di poggia)	42.000,00	98.300,00
Ammontare complessivo annuo	825.543,35	976.704,95
Costo specifico di trattamento (€/m³)	0,5206	0,6159

3.3.2 - IPOTESI "B"

La stima, riportata al capitolo 5.2 – *Valutazione degli oneri di gestione*, segue il criterio di quantificare, quali “costi aggiuntivi”, i maggiori oneri di gestione dell’impianto di Caronno P. nella sua nuova configurazione derivante dalla realizzazione degli interventi individuati nello studio di fattibilità; a tali importi sono sommati i costi, riscontrati nell’anno 2011, dovuti alla gestione delle opere esistenti. Separatamente sono poi valutati gli oneri di gestione delle sezioni conservate in esercizio del depuratore di Fino Mornasco (pretrattamenti meccanici, vasca accumulo acque di pioggia, stazione di sollevamento e rilancio liquami alla rete di vettoriamento).²⁵

La procedura descritta determina la stima complessiva di € 701.221,00 suddivisa nelle seguenti categorie:

A) Oneri gestione sezioni conservate depuratore Fino M. ²⁶	€/anno	120.000,00;
B) Oneri gestione nuove sezioni depuratore Caronno P. ²⁷	€/anno	134.414,00;

²⁵ I “costi aggiuntivi” sono ripartiti, con il medesimo criterio visto al precedente paragrafo 3.1.2 relativamente agli importi per la realizzazione degli interventi, tra i due bacini di produzione dei reflui (Livescia e Lura); viceversa gli oneri di gestione delle sezioni del depuratore di Fino M. conservate in esercizio sono interamente addebitate al bacino Livescia.

²⁶ Comprende € 60.000,00 per personale di conduzione e manutenzione (2 addetti); € 30.900,00,00 per consumi di energia elettrica delle sezioni conservate in esercizio (206.000,00 kWh/anno, costo unitario di 0,15 €/kWh); € 3.700,00 per smaltimento mondiglia e sabbie; € 25.400,00 per manutenzione ordinaria incluso pulizia vasca di accumulo acque di prima pioggia.

²⁷ Comprende € 9.414,00 per la quota parte dei consumi di energia elettrica della stazione di sollevamento intermedio ai trattamenti terziari e della filtrazione effluente; € 59.700,00 per consumi di energia elettrica della sezione di post-denitrificazione (398.000,00 kWh/anno con costo unitario di 0,15 €/kWh); € 53.600,00 per consumi di glicole etilenico in post-denitrificazione (412.300,00 kg/anno, costo unitario di 0,13 €/kg); € 11.700,00 per trattamento e smaltimento maggiori quantità fanghi (77,9 t/anno fango essiccato, costo unitario di 150,00 €/t).

C) Oneri gestione sezioni esistenti depuratore Caronno P.²⁸ €/anno 446.807,00.

Il calcolo del costo unitario d'esercizio assume la portata convenzionale di 1.810.400 m³/anno, pari al flusso giornaliero di 4.960 m³/d – definito nei dati di progetto – costante per 365 giorni/anno; è quindi evidenziato il costo di 0,3873 €/m³ refluo trattato.

La verifica dei conteggi evidenzia la necessità di allineare gli oneri delle categorie A e B (gestione sezioni conservate depuratore di Fino M.; gestione nuove sezioni depuratore Caronno) relativamente ai costi dovuti ai consumi di energia elettrica in quanto determinati considerando il valore della portata totale trattata (1.810.400 m³/anno) sensibilmente inferiore al dato assunto nell'Ipotesi "A" (2.488.083 m³/anno).²⁹ Appare anche opportuno integrare la stima inserendo gli oneri per la manutenzione delle nuove opere³⁰ ed aggiornare gli importi della categoria C (gestione sezioni esistenti depuratore Caronno P.) in quanto riferiti all'anno di esercizio 2011.³¹

Il successivo prospetto riepiloga i valori economici delle voci che concorrono alla stima dei costi di gestione, nella loro formulazione originaria e dopo le correzioni necessarie all'allineamento tra le tre ipotesi; esso indica anche i relativi valori del costo unitario di trattamento che nella stima allineata sono calcolati con riferimento alla portata annua tariffata di 1.585.728 m³/anno.

²⁸ L'importo è calcolato dal costo unitario di 24,68 Eurocent/m³ di refluo trattato, desunto dal bilancio di esercizio dell'impianto di Caronno Pertusella per l'anno 2011 (totale annuo dei costi di gestione di 2.674.917,00 € diviso sulla portata trattata di 10.837.800 m³/anno – al netto dell'aliquota di acque meteoriche), moltiplicato per la portata convenzionale di reflui prodotti dal bacino Livescia (1.810.400 m³/anno).

²⁹ E' opportuno premettere che i valori sia dei dosaggi di chemicals, sia delle produzioni di fango, sono calcolati assumendo i carichi inquinanti giornalieri il cui valore non è correlato alla portata. Viceversa l'entità del flusso da sottoporre a trattamento determina i consumi di energia elettrica in particolare delle stazioni di sollevamento presenti sull'impianto di Fino M. (per alimentare il condotto di vettoriamento dei liquami) e sul depuratore di Caronno P. (per alimentare le nuove sezioni di post-denitrificazione e filtrazione). L'incremento annuo nel consumo di energia elettrica è valutabile rispettivamente in 27.330 kWh per la stazione dell'impianto di Fino M. (corrispondente al maggior costo di € 4.100,00) e di 10.000 kWh per il sollevamento intermedio del depuratore di Caronno P. (corrispondenti al maggior costo di € 1.500,00).

³⁰ La stima degli oneri di manutenzione delle nuove opere può essere condotta, come consuetudine ed in analogia a quanto operato per l'ipotesi "A", assumendo indici percentuali riferiti alle categorie da mantenere (0,5% per le opere edili; 3,0% per le apparecchiature elettromeccaniche e gli impianti elettrici); riferendosi al prospetto riepilogativo dei costi per la realizzazione degli interventi (precedente paragrafo 3.1.2) e considerando i soli importi per l'adeguamento della rete di collettamento Lura Ambiente e del depuratore di Caronno P., si ricavano i seguenti valori degli oneri di manutenzione: per opere edili € 29.807,00 (0,5% di € 5.961.400,00) per opere elettromeccaniche € 67.007,00 (3,0% di € 2.166.900,00) per un importo totale di € 94.814,00.

³¹ L'aggiornamento degli importi della categoria C (gestione sezioni esistenti depuratore Caronno P.), tra le annualità 2011 e 2012, è condotto in base agli indici del costo di acquisto delle *commodities* per le imprese industriali (indici pubblicati da CCIAA di Milano); in particolare si è assunto un coefficiente di rivalutazione dei costi 2011 pari a 1,03543 ponderato tra le variazioni tra l'indice *Energy* (rispettivamente pari a 125,1 a gennaio 2011 ed a 140,7 a gennaio 2012, con variazione 1,12470) e l'indice *Non Energy* (rispettivamente pari a 117,0 a gennaio 2011 ed a 110,7 a gennaio 2012, con variazione 0,94615). Conseguentemente l'importo di € 446.807,00 (al 2011) è rivalutato al valore di € 462.637,00 all'anno 2012.

ONERI DI GESTIONE DELL'IPOTESI "B"	Importi stima originaria (€/anno)	Importi stima allineata (€/anno)
- Oneri gestione sezioni conservate depuratore Fino M.	120.000,00	124.100,00
- Oneri gestione nuove sezioni depuratore Caronno P.	134.414,00	135.914,00
- Oneri manutenzione nuove sezioni depuratore Caronno P. e manutenzione adeguamento collettore Lura Ambiente	0,00	94.814,00
- Oneri gestione sezioni esistenti depuratore Caronno P.	446.807,00	462.637,00
Ammontare complessivo annuo	701.221,00	817.465,00
Costo specifico di trattamento (€/m³)	0,3873	0,5155

3.3.3 - IPOTESI "C"

Il computo dei costi, riportato al capitolo 6 – *Stima degli oneri di gestione dell'impianto di Bulgarograsso nella sua configurazione definitiva*, segue il medesimo criterio visto per l'Ipotesi "B" di quantificare, quali "costi aggiuntivi", i maggiori oneri di gestione dell'impianto di Bulgarograsso nella sua configurazione derivante dalla realizzazione degli interventi individuati nel Progetto Preliminare del 2008;³² a tali importi sono sommati i costi, riscontrati nell'anno 2011, dovuti alla gestione delle opere esistenti.³³ Separatamente sono poi valutati i soli oneri di gestione della stazione di sollevamento necessaria al vettoriamento dei reflui del bacino Livescia al depuratore dell'Alto Lura.³⁴ La procedura descritta determina il costo unitario complessivo (vettoriamento e trattamento dei reflui) di 0,6480 €/m³.

Appare opportuno procedere preliminarmente alla verifica dei dati economici riportati al Capitolo 5.7 – *Costi complessivi di esercizio* della Relazione Tecnica del Progetto Preliminare, per la necessità di aggiornare ed allineare le valorizzazioni dei "costi aggiuntivi"; esso indica l'importo complessivo annuo di € 1.631.000,00 con la seguente suddivisione nelle principali voci:

- Personale per conduzione e manutenzione ³⁵	€/anno	80.000,00;
- Consumi di energia elettrica ³⁶	€/anno	532.000,00;

³² Quantificati nel costo unitario di 0,1430 €/m³ refluo trattato, corrispondente all'importo annuo di € 258.890,00.

³³ Quantificati nel costo unitario di 0,4800 €/m³ refluo trattato, corrispondente all'importo annuo di € 869.000,00.

³⁴ Quantificati nel costo unitario di 0,0250 €/m³ refluo trattato, corrispondente all'importo annuo di € 45.260,00.

³⁵ Per la conduzione delle nuove opere è stimata la necessità di integrazione dell'organico esistente con due addetti, assumendo costo unitario annuo di € 40.000,00.

³⁶ E' indicato il consumo complessivo annuo delle nuove sezioni di 4.434.750 kWh/anno e assunto costo unitario di 0,120 €/kWh.

- Consumi di reattivi chimici ³⁷	€/anno	389.000,00;
- Materiali di consumo – Acquisti prodotti e servizi ³⁸	€/anno	30.000,00.
- Costi per smaltimento dei fanghi e altri residui ³⁹	€/anno	432.000,00;
- Oneri di manutenzione programmata e straordinaria ⁴⁰	€/anno	168.000,00;

L'aggiornamento e l'allineamento delle valorizzazioni considera gli oneri relativi: al personale di conduzione,⁴¹ ai consumi di energia elettrica⁴² e di reattivi chimici,⁴³ alla manutenzione programmata e straordinaria;⁴⁴ sono mantenuti invariati, viceversa, i costi relativi ai materiali di consumo e per lo smaltimento dei fanghi e degli altri residui.⁴⁵ Le variazioni introdotte portano l'importo complessivo dei “*costi aggiuntivi*” attribuibili al trattamento dei reflui del bacino Liveness al valore di 283.510,00 €/anno, determinando in 0,1566 €/m³ il relativo indice unitario.

In analogia con quanto operato per l'Ipotesi “B” si è aggiornato⁴⁶ l'importo dei “*costi di gestione delle sezioni esistenti*” (anch'esso determinato dal consuntivo di esercizio dell'anno 2011) attribuibili al trattamento dei reflui del bacino Liveness al valore di 899.790,00 €/anno, determinando pertanto in 0,4970 €/m³ il relativo indice unitario.

³⁷ Comprende i consumi di soluzione carboniosa in denitrificazione (896,0 t/anno, costo unitario 0,12 €/kg), policloruro di alluminio in chiariflocculazione (837,0 t/anno, costo unitario 0,22 €/kg), polielettrolita in chiariflocculazione e disidratazione fanghi (32,4 t/anno, costo unitario 3,00 €/kg).

³⁸ Comprende gli oneri per materiali di consumo (lubrificanti, piccola componentistica di manutenzione, prodotti di pulizia e consumi di acqua, per complessivi €/anno 5.000,00) ed acquisto di prodotti e servizi (per svolgimento analisi - anche esterne - noli di mezzi per manutenzione, servizi di pulizia, ecc. per complessivi €/anno 25.000,00).

³⁹ Comprende i costi per lo smaltimento dell'incremento della produzione annua di fanghi (circa 400 t/anno, costo unitario 0,10 €/kg), dell'incremento della produzione annua di mondiglia (circa 110 t/anno, costo unitario 0,11 €/kg), dell'incremento della produzione annua di grassi e sabbie (circa 335 t/anno, costo unitario 0,09 €/kg).

⁴⁰ Riferito alla manutenzione delle nuove opere (comprende € 144.000,00 per apparecchiature elettromeccaniche ed elettriche ed € 24.000,00 per le opere edili).

⁴¹ Si è considerato, come per le Ipotesi “A” e B, il costo unitario per il personale di €/anno 30.000,00 portando l'ammontare annuo a € 60.000,00.

⁴² Applicando al consumo complessivo di energia elettrica delle nuove sezioni (4.434.750 kWh/anno) il costo unitario di 0,150 €/kWh, come per le Ipotesi “A” e “B”, si determina l'ammontare annuo di € 665.210,00.

⁴³ Applicando i prezzi unitari per reattivi chimici considerati anche per le Ipotesi “A” e “B” si determina l'ammontare annuo complessivo di € 443.720,00 di cui: 116.480,00 per soluzione carboniosa in denitrificazione (896,0 t/anno, costo unitario 0,13 €/kg), € 251.100,00 per policloruro di alluminio in chiariflocculazione (837,0 t/anno, costo unitario 0,30 €/kg), € 76.140,00 polielettrolita in chiariflocculazione e disidratazione fanghi (32,4 t/anno, costo unitario 2,35 €/kg).

⁴⁴ L'importo degli oneri di manutenzione programmata e straordinaria è incrementato assumendo il medesimo indice (1,106267, riportato nella precedente nota 2) utilizzato per l'aggiornamento dei costi per la realizzazione degli interventi; il conseguente valore annuo è determinato pari a € 185.850,00. L'importo complessivo aggiornato degli oneri per la gestione delle nuove opere del depuratore di Bulgarograsso somma pertanto 1.816.780,00 €/anno.

⁴⁵ I costi assunti nella stima degli oneri per: l'acquisto di materiali di manutenzione ordinaria e per lo smaltimento dei fanghi e degli altri residui, operata nel 2008 in sede di redazione del Progetto Preliminare, appaiono congrui con i valori correnti.

⁴⁶ In base alla variazione, intercorrente tra il 2012 ed il 2011, degli indici del costo di acquisto delle *commodities* per le imprese industriali; in particolare si è assunto un coefficiente di rivalutazione dei costi 2011 pari a 1,03543, calcolato come precisato nella nota 31.

Analogamente a quanto operato per l'Ipotesi "A" si è anche provveduto ad integrare gli oneri per il vettoriamento dei reflui con le somme necessarie alla gestione della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia⁴⁷, determinando pertanto l'importo di 101.560,00 €/anno.

Il successivo prospetto riepiloga i valori economici delle voci che concorrono alla stima dei costi di gestione, nella loro formulazione originaria e dopo le correzioni necessarie all'allineamento tra le tre ipotesi; esso indica anche i relativi valori del costo unitario di trattamento che nella stima allineata sono calcolati con riferimento alla portata annua tariffata di 1.585.728 m³/anno.

ONERI DI GESTIONE DELL'IPOTESI "C"	Importi stima originaria (€/anno)	Importi stima allineata (€/anno)
- Oneri gestione nuove sezioni depuratore Bulgarograsso	258.890,00	283.510,00
- Oneri gestione sezioni esistenti depuratore Bulgarograsso	869.000,00	899.790,00
- Oneri per vettoriamento reflui e gestione sezioni conservate depuratore Fino M. (pretrattamenti e vasca accumulo acque di prima pioggia)	45.260,00	101.560,00
Ammontare complessivo annuo	1.173.200,00	1.284.860,00
Costo specifico di trattamento (€/m³)	0,6480	0,8103

3.4 - Costi complessivi annui (ammortamento, gestione, rate dei finanziamenti)

Il successivo prospetto riepiloga, differenziandoli per le tre ipotesi, i valori economici degli ammortamenti tecnici sommandoli agli importi degli oneri annui di gestione (allineati) e delle rate annue dei finanziamenti necessari alla realizzazione degli interventi:

DESCRIZIONE	IPOTESI "A" (€/anno)	IPOTESI "B" (€/anno)	IPOTESI "C" (€/anno)
- Ammortamento tecnico opere edili e forniture	212.387,98	338.116,88	277.774,38
- Oneri annui di gestione (allineati)	976.704,95	817.465,00	1.284.860,00
Totale ammortamenti e gestione	1.189.092,93	1.155.581,88	1.562.634,38
- Rata annua di finanziamento	304.826,46	977.300,28	674.183,46
Totale ammortamenti, gestione, finanziamento	1.493.919,39	2.132.882,16	2.236.817,84

⁴⁷ 56.300,00 €/anno, come precisato nella nota 23.

Appare opportuno richiamare gli aspetti che maggiormente incidono nel determinare i valori economici sia degli ammortamenti tecnici, sia degli oneri di gestione e finanziamento:

- la maggiore complessità della filiera di trattamento del depuratore di Bulgarograsso che incide nelle valutazioni relative all'Ipotesi "C";
- la necessità di adeguamento della rete di collettamento di Lura Ambiente che si riverbera, relativamente all'Ipotesi "B", negli importi sia degli ammortamenti, sia nella rata dei finanziamenti;
- i diversi obiettivi di depurazione che i depuratori nelle Ipotesi "B" e "C" devono conseguire, in accordo con l'attuale normativa regionale, con limiti di emissione molto più severi quando la potenzialità dell'impianto supera 100.000 A.E.

Merita inoltre un accenno anche la problematica specifica del colore che caratterizza pesantemente i reflui prodotti nei bacini del Liveness e dell'Alto Lura e che, viceversa, non ha attualmente incidenza significativa sullo scarico del depuratore di Caronno Pertusella;⁴⁸ qualora modifiche al quadro normativo nazionale o ai provvedimenti autorizzativi comportassero l'applicazione di processi per la sua rimozione anche sull'impianto di Lura Ambiente, i conseguenti maggiori costi di gestione annui andrebbero ad assorbire completamente il differenziale evidenziato nel precedente prospetto.

Da ultimo è necessario ricordare che mentre gli investimenti necessari all'attuazione degli interventi individuati con l'Ipotesi "A" sono da considerare *"esauritivi"*, per le Ipotesi "B" e "C" si devono conteggiare anche le quote che si sono attribuite agli altri soggetti partecipanti alla realizzazione, come riepilogato nel successivo prospetto:

DESCRIZIONE	IPOTESI "A"	IPOTESI "B"	IPOTESI "C"
- Ammontare degli investimenti relativi agli interventi attribuiti al bacino Liveness	3.900.200,00	12.504.300,00	8.626.000,00
- Ammontare degli investimenti relativi agli interventi attribuiti agli altri soggetti	0	6.225.700,00	14.741.700,00
Totale degli investimenti	3.900.200,00	18.730.000,00	23.367.700,00

⁴⁸ Attualmente il depuratore di Lura Ambiente consegue allo scarico, per il parametro colore, il valore di *"non percettibile con diluizione 1:5"* sensibilmente inferiore al limite di emissione (*"non percettibile con diluizione 1:20"*) di cui alla Tabella 3 dell'allegato 5, parte III^a, del D.Lgs. 152/2006 recepita nell'autorizzazione allo scarico.

4 - CONCLUSIONI E PROPOSTE

4.1 - Previsione degli effetti delle ipotesi in esame sulla qualità delle acque del torrente Lura valutata in base all'indice LIMeco

Come anticipato nel precedente paragrafo 2.4 appare opportuno fornire alcune indicazioni sui prevedibili effetti che le ipotesi in esame eserciterebbero, qualora attuate, sulla qualità delle acque del torrente Lura, in relazione sia alla diversa entità dei carichi residui in uscita ai depuratori, sia alla localizzazione del punto di immissione rispetto all'asta del torrente.

In tal senso sono necessari alcuni elementi di conoscenza delle attuali caratteristiche, quantitative e qualitative, delle acque del Lura che appaiono ben riassunti nella memoria: *"Quadro dello stato di salute del torrente Lura"*⁴⁹ predisposto da ARPA Lombardia.

Il documento indica, con riferimento all'anno 2011, sia i dati di portata, sia le concentrazioni di alcune specie inquinanti e la classe di qualità attribuita (LIMeco) in corrispondenza delle tre Stazioni di campionamento dislocate lungo il corso del Torrente; nel successivo prospetto sono riepilogate le informazioni significative ai fini delle osservazioni che seguono:

PARAMETRI	Stazione di Bulgarograsso	Stazione di Lomazzo	Stazione di Rho
- Portata del torrente Lura (m ³ /s)	0,05 ⁵⁰	0,40	0,95
- Concentrazione azoto amm. (mg NH ₄ -N/L) ⁵¹	0,3 (0,06÷0,75)	0,7 (0,05÷1,55)	0,8 (0,41÷1,15)
- Concentrazione azoto nitrico (mg NO ₃ -N/L)	3,1 (3,0÷3,8)	7,3 (4,1÷13,9)	3,5 (1,9÷8,3)
- Concentrazione fosforo totale (mg P/L)	0,08 (0,05÷0,1)	1,3 (0,4÷3,1)	0,5 (0,2÷1,0)
- Classe di qualità attribuita (LIMeco)	Elevato/Buono	Scarso/Cattivo ⁵²	Scarso/Cattivo

E' anche necessario indicare la posizione reciproca delle Stazioni di campionamento e dei punti di recapito dell'effluente di ogni impianto di depurazione:

⁴⁹ Il documento, redatto da D. Bellingeri, S. Canobbio, A. Piana, M.T. Cazzaniga, E. Porro, è stato presentato al Convegno: "Il contratto di fiume Olona-Bozzente-Lura. Tre anni dopo", tenutosi a Saronno nel novembre 2012.

⁵⁰ Nel tratto di monte il torrente Lura presenta valori della portata propria superiori (0,1÷0,17 m³/s) che si riducono, fino ad annullarsi, in corrispondenza delle secche di Lurate Caccivio.

⁵¹ E' indicato – ed analogamente anche per l'azoto nitrico ed il fosforo – il valore medio e, tra parentesi, il campo di variazione. Si noti che i valori sono "letti" dalla corrispondente rappresentazione grafica di andamento annuale, pertanto potrebbero essere presenti scostamenti dal dato numerico assoluto.

⁵² Si evidenzia che il grafico *"Modellizzazione qualità delle acque: LIMeco"* (pag. 20 del documento) indica un tratto, di lunghezza prossima a 10 km, posto immediatamente a monte dell'immissione dello scarico del depuratore di Caronno P., dove la capacità di autodepurazione, stimata dal modello, consente di "recuperare" un giudizio intermedio tra scarso e sufficiente.

- la Stazione di Bulgarograsso è posta a monte dell'immissione del depuratore Alto Lura;
- la Stazione di Lomazzo è nel tratto a valle della confluenza del torrente Livescia nel Lura (allo scarico del depuratore di Bulgarograsso si somma quindi quello dell'impianto di Fino Mornasco);
- la Stazione di Rho è posta a valle del punto di scarico del depuratore di Caronno Pertusella.

Inoltre è necessario richiamare i valori delle soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri che concorrono a determinare la classificazione di qualità secondo l'indice LIMeco (Tabelle 4.1.2/a e 4.1.2/b del Decreto del Ministero Ambiente 8/11/2010, n. 260):⁵³

PARAMETRI (Tabella 4.1.2/a)	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
- Punteggio (per singolo parametro)	1	0,5	0,25	0,125	0
- Soglie azoto amm. (mg NH ₄ -N/L)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
- Soglie azoto nitrico (mg NO ₃ -N/L)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
- Soglie fosforo totale (mg P/L)	< 0,05	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,4	> 0,4
CLASSIFICAZIONE QUALITA' (Tabella 4.1.2/b)					
- Valore LIMeco (media punteggi)	≥ 0,66	≥ 0,5	≥ 0,33	≥ 0,17	< 0,17
- Stato di qualità	Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo

Facendo riferimento ai limiti di emissione che gli impianti devono conseguire (indicati nel precedente Capitolo 2.3, dai quali si sono calcolati i valori di minor carico residuo sversato nel Torrente, riportati al paragrafo 2.4.1), considerando i valori della portata giornaliera assunta nel dimensionamento degli interventi di adeguamento dei tre depuratori⁵⁴ ed assumendo valori del flusso proprio del t. Lura nell'intervallo 0,05÷ 0,5 m³/s, si possono calcolare, dai correlati bilanci di materia,⁵⁵ i valori delle concentrazioni degli inquinanti nelle acque del Torrente ed i relativi scostamenti che gli Scenari 1 e 2 presentano rispetto allo Scenario 0 di confronto.

⁵³ Sono omessi i valori delle soglie, riportati anch'essi in Tabella 4.1.2/a, relativi alla percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto in quanto non immediatamente correlabili con i limiti di emissione che devono essere ottemperati allo scarico degli impianti di depurazione.

⁵⁴ Pertanto: 39.500 m³/d per l'impianto di Bulgarograsso; 4.700 m³/d per il depuratore di Fino Mornasco; 42.100 m³/d per l'impianto di Caronno P.

⁵⁵ I bilanci di materia sono calcolati considerando le sole quantità (portate ed inquinanti) in "ingresso" al torrente Lura, mentre è considerata nulla la sua capacità di autodepurazione. Questa semplificazione, indubbiamente grossolana, ha peso ridotto nelle osservazioni che seguono che, riferendosi agli scostamenti tra i valori delle concentrazioni inquinanti degli scenari 1 e 2 rispetto allo Scenario 0, assumono costante nei tre scenari la capacità di autodepurazione del ricettore.

Volendo poi estendere le osservazioni anche ai parametri relativi all'azoto ammoniacale e nitrico (che il R.R. n. 3/2006 non disciplina in termini di specifici limiti di emissione) si devono introdurre ulteriori approssimazioni:

- il limite di emissione stabilito dalla Tabella 5, R.R. 3/2006 ($10 \div 15$ mg N/L in relazione alla potenzialità dell'impianto) comprende tutte le specie azotate, inclusa la frazione di azoto organico che non è stata rimossa o trasformata (ammonificata) nei processi di depurazione ($N_{org.}$); la sua concentrazione può essere stimata nell'intervallo $2,0 \div 3,0$ mg N/L considerando la tipologia dei liquami trattati dai tre depuratori;
- i processi di nitrificazione, nel caso dei trattamenti a fanghi attivi, risultano stabili (non soggetti a variazioni significative nell'intervallo giornaliero) quando la concentrazione residua di azoto ammoniacale raggiunge il valore di $0,5 \div 1,0$ mg NH_4 -N/L;
- la concentrazione di azoto nitrico (in somma all'azoto nitroso) può quindi assumersi pari alla differenza tra il limite di emissione e le concentrazioni residue di azoto organico ($N_{org.}$) ed ammoniacale, pertanto nell'intervallo $7 \div 12$ mg NO_3 -N/l.

Mediante la procedura di calcolo delineata ai punti precedenti si ottengono, relativamente allo Scenario 0, i valori delle concentrazioni inquinanti nelle acque del Lura riportati nel successivo prospetto; in esso le notazioni delle colonne indicano il tratto del Torrente a valle del punto di scarico del depuratore (B: Bulgarograsso; F: Fino Mornasco; C: Caronno Pertusella):⁵⁶

PARAMETRI SCENARIO 0	B	F	C	B	F	C	B	F	C
	A) Flusso proprio t. LURA = 0,05 m³/s			B) Flusso proprio t. LURA = 0,25 m³/s			C) Flusso proprio t. LURA = 0,50 m³/s		
- Portata liquami depurati m³/d	39.500	4.700	42.100	39.500	4.700	42.100	39.500	4.700	42.100
- Portata Lura nei tratti valle m³/s	0,507	0,562	1,049	0,707	0,762	1,249	0,957	1,012	1,499
Concentrazioni scarico depuratori									
- Azoto totale mg/L	10,0	15,0	10,0	10,0	15,0	10,0	10,0	15,0	10,0
- Azoto ammoniacale mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
- Azoto nitrico mg/L	7,0	12,0	7,0	7,0	12,0	7,0	7,0	12,0	7,0
- Fosforo totale mg/L	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0
Concentrazioni acque t. Lura									
- Azoto totale mg/L	9,014	9,594	9,783	6,465	7,074	8,216	4,776	5,326	6,846
- Azoto ammoniacale mg/L	0,901	0,911	0,952	0,646	0,672	0,800	0,478	0,506	0,666
- Azoto nitrico mg/L	6,310	6,861	6,926	4,525	5,059	5,816	3,343	3,809	4,846
- Fosforo totale mg/L	0,901	1,008	1,004	0,646	0,743	0,843	0,478	0,559	0,703

Per gli Scenari 1 e 2 si calcolano i valori di scostamento delle concentrazioni inquinanti (Δ Concentrazioni acque t. Lura) di cui al successivo prospetto:

⁵⁶ Negli allegati alla presente relazione sono riportati i calcoli completi, esplicitati per tutti i parametri dei limiti di emissione.

PARAMETRI SCENARIO 1	B	F	C	B	F	C	B	F	C
	A) Flusso proprio t. LURA = 0,05 m³/s			B) Flusso proprio t. LURA = 0,25 m³/s			C) Flusso proprio t. LURA = 0,50 m³/s		
- Portata liquami depurati m³/d	44.200	0	42.100	44.200	0	42.100	44.200	0	42.100
- Portata Lura nei tratti valle m³/s	0,562	0,562	1,049	0,762	0,762	1,249	1,012	1,012	1,499
Δ Concentrazioni acque t. Lura									
- Azoto totale mg/L	0,095	-0,484	-0,259	0,253	-0,357	-0,218	0,281	-0,269	-0,181
- Azoto ammoniacale mg/L	0,010	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,028	0,000	0,000
- Azoto nitrico mg/L	0,067	-0,484	-0,259	0,177	-0,357	-0,218	0,197	-0,269	-0,181
- Fosforo totale mg/L	0,010	-0,097	-0,052	0,025	-0,071	-0,044	0,028	-0,054	-0,036
PARAMETRI SCENARIO 2	B	F	C	B	F	C	B	F	C
	A) Flusso proprio t. LURA = 0,05 m³/s			B) Flusso proprio t. LURA = 0,25 m³/s			C) Flusso proprio t. LURA = 0,50 m³/s		
- Portata liquami depurati m³/d	39.500	0	46.800	39.500	0	46.800	39.500	0	46.800
- Portata Lura nei tratti valle m³/s	0,507	0,507	1,049	0,707	0,707	1,249	0,957	0,957	1,499
Δ Concentrazioni acque t. Lura									
- Azoto totale mg/L	0,000	-0,580	-0,259	0,000	-0,610	-0,218	0,000	-0,550	-0,181
- Azoto ammoniacale mg/L	0,000	-0,010	0,000	0,000	-0,025	0,000	0,000	-0,028	0,000
- Azoto nitrico mg/L	0,000	-0,551	-0,259	0,000	-0,534	-0,218	0,000	-0,466	-0,181
- Fosforo totale mg/L	0,000	-0,106	-0,052	0,000	-0,097	-0,044	0,000	-0,082	-0,036

Si osserva innanzitutto, come peraltro già evidenziato al precedente paragrafo 2.4.1, che gli Scenari 1 e 2 presentano i medesimi valori a valle dell'immissione dello scarico del depuratore di Caronno P.; si nota inoltre come lo Scenario 1 comporti un lieve incremento delle concentrazioni inquinanti nel tratto del torrente immediatamente a valle dell'immissione dello scarico dell'impianto di Bulgarograsso.

Ma, se si confrontano i valori (evidenziati in giallo) del tratto centrale del torrente – dove gli Scenari 1 e 2 presentano, rispetto allo Scenario 0, minori carichi residui – con le soglie della Tabella 4.1.2/a e con le attuali concentrazioni inquinanti indicate nella citata memoria ARPA, si intuisce come la riduzione dell'inquinamento sversato nel torrente Lura non sia sufficiente ad assicurare il raggiungimento dello stato di qualità “Buono” dell'indice LIMeco.⁵⁷

E' anche da precisare che risultati sostanzialmente coincidenti, sotto il profilo della riduzione dell'inquinamento residuo, sarebbero conseguibili qualora nello Scenario 0 il depuratore di Fino Mornasco ottemperasse ai medesimi limiti di emissione stabiliti per gli impianti di

⁵⁷ E' opportuno osservare che, anche qualora si adottassero limiti di emissione per gli impianti di depurazione particolarmente restrittivi, l'obiettivo di raggiungere lo stato di qualità “Buono” (*Water Framework Directive - 2000/60/EC*) non appare conseguibile in assenza di azioni finalizzate a recuperare ed incrementare la portata propria del torrente Lura, a valori paragonabili con il flusso scaricato dai depuratori. Ad analoga conclusione perviene anche S. Canobbio nel documento “*Il Torrente Lura - Problematiche e Prospettive*” (Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio - Università degli Studi di Milano Bicocca - 2009) che inserisce il recupero delle portate naturali di base tra gli interventi necessari a risolvere le criticità del Lura. Accanto ad essi indica l'eliminazione delle “Onde Nere” (first flush riversato dagli sfioratori delle reti fognarie che, quando è avviato a vasche di accumulo delle acque di pioggia consente di ridurre sensibilmente il carico residuo nel ricettore, come indicato al precedente paragrafo 2.4.2), la creazione di aree golenali e wetlands.

Bulgarograsso e Caronno P. (Tabella 5, R. R. n. 3/2006, per potenzialità ≥ 100.000 A.E.); per i relativi valori numerici si rinvia al relativo prospetto accluso negli allegati.

Un ultima considerazione riguarda i tempi necessari per beneficiare dei risultati ottenibili con la realizzazione degli interventi delineati nelle tre ipotesi in esame che, come si è visto, comportano attività, in particolare per l'esecuzione dei lavori, di rilevanza assai diversa.

Mentre si può prevedere che l'adeguamento del depuratore di Fino Mornasco, così come individuato nel relativo studio di fattibilità, per la limitata complessità delle opere da realizzare ed il "modesto" valore economico in gioco, possa essere completato nell'arco di un biennio,⁵⁸ le altre due ipotesi comportano orizzonti temporali ben più distanti.

Per l'Ipotesi "C" si deve considerare che ai tempi necessari all'esecuzione dei lavori (stimabili in tre anni, inclusa la posa della condotta – circa 2,5 km – necessaria a collettare i liquami del bacino Livescia al depuratore di Bulgarograsso) sono da sommare quelli connessi allo sviluppo della progettazione definitiva-esecutiva; conseguentemente appare formulabile la previsione di poter disporre delle nuove opere entro il 2018.

Più lontana nel tempo deve collocarsi la *deadline* dell'Ipotesi "B" che richiede lo sviluppo di attività di maggiore complessità e conseguente durata: oltre all'adeguamento degli impianti di depurazione di Fino Mornasco e Caronno Pertusella, si deve progettare – partendo da studi di fattibilità – e realizzare anche il sistema di vettoriamento dei liquami del bacino Livescia, con estensione di circa 8,0 km; anche considerando l'operatività contemporanea dei tre cantieri appare ragionevole ipotizzare di poter disporre delle nuove opere non prima del 2019.

⁵⁸ Nella stima del tempo di esecuzione dei lavori si è considerato di anticipare la realizzazione del trattamento chimico-fisico in modo da disporre di processi di depurazione almeno parziale in concomitanza con l'indisponibilità del trattamento biologico, interessato dagli interventi necessari all'ampliamento della fase di denitrificazione ed alla realizzazione del nuovo sistema di ossigenazione.

4.2 - Conformità dell'Ipotesi "A" alle previsioni del Programma di Tutela e Uso delle Acque

Il vigente Programma di Tutela e Uso delle Acque contiene la previsione della dismissione del depuratore di Fino Mornasco, a servizio del bacino del Livescia, con la conseguente centralizzazione del trattamento dei suoi reflui presso l'impianto di Bulgarograsso cui, nelle previsioni al 2016, è attribuita la potenzialità complessiva di 212.598 A.E.

In tal senso l'Ipotesi "A" che prevede la conservazione in esercizio, oltre il 2016, dell'impianto di Fino M. costituisce variante al PTUA e come tale è da assoggettare alla verifica del rispetto degli obiettivi fissati dal medesimo.

La verifica deve ottemperare alla procedura indicata nel documento: *"Analisi delle varianti ai sensi dell'art. 7 NTA del PTUA"*; in particolare l'accettabilità della variante è subordinata alla condizione che il carico in uscita dagli impianti oggetto di variante (espresso in t/anno), valutato assumendo convenzionalmente la dotazione idrica di 250 L*A.E/d e l'applicazione dei limiti di emissione contenuti nel R.R. 3/06, risulti inferiore a quello calcolato nel PTUA.

Nel successivo prospetto sono riepilogati i valori desumibili applicando la metodologia citata ed assumendo i dati di popolazione servita individuati negli studi di fattibilità e nei progetti relativi alle ipotesi in esame; il raffronto tra i valori riportati nella colonna *"Alto Lura + Livescia"* con gli omologhi della colonna *"Previsione PTUA"* evidenzia l'ammissibilità della variante.

DATI	Alto Lura (2016)	Livescia (2021) ⁵⁹	Alto Lura + Livescia	Previsione PTUA (2016)
Popolazione servita – A.E.	130.168	22.900	153.068	212.598
Q annua (250 L*A.E./d) – m³/anno	11.877.830	2.089.625	13.967.455	19.399.568
BOD ₅ (10÷25 mg/L) – t/anno	118,78	52,24	171,02	194,00
COD (60÷125 mg/L) – t/anno	712,67	261,20	973,87	1.163,97
SS (15÷35 mg/L) – t/anno	178,17	73,14	251,30	290,99
N (10÷15 mg/L) – t/anno	118,78	31,34	150,12	194,00
P (1,0÷2,0 mg/L) – t/anno	11,88	4,18	16,06	19,40

⁵⁹ Si osserva che l'orizzonte temporale (anno 2021) cui è stata determinata la popolazione in A.E. (civile e dovuta alle attività produttive) gravante sul depuratore di Fino Mornasco, differisce dalle assunzioni del PTUA proiettate al 2016.

4.3 - Sintesi e indicazioni conclusive

Il raffronto tecnico tra le ipotesi in esame, sviluppato nei precedenti paragrafi, evidenzia come l'Ipotesi "A" che prevede l'adeguamento dell'impianto di depurazione di Fino Mornasco, deve essere considerata, sotto il profilo della ricaduta sulla qualità delle acque del torrente Lura, peggiorativa delle altre due soluzioni valutate. Peraltro l'elevata compromissione del Torrente, dovuta alla insufficiente – quando non nulla – capacità di diluire gli scarichi dei depuratori presenti nel suo bacino, comporta che la riduzione dell'inquinamento residuo, offerta dalle Ipotesi "B" e "C" con valori apprezzabili, risulti comunque insufficiente a determinarne il significativo miglioramento, quantificabile mediante la stima della prevedibile variazione dell'indice LIMeco.

La conservazione in esercizio del depuratore di Fino Mornasco costituisce variante al Programma di Tutela e Uso delle Acque che ne prevede, viceversa, la dismissione centralizzando il trattamento dei reflui sull'impianto di Bulgarograsso; le verifiche, condotte in accordo alla procedura indicata da Regione Lombardia, evidenziano che il carico residuo prodotto dal funzionamento dei due impianti risulta comunque inferiore a quello calcolato nel PTUA, a conferma della ammissibilità della variante.

Sotto il profilo economico l'Ipotesi "A" comporta gli investimenti minori; essi sono tali da determinare valori della rata annua di finanziamento e dei costi di ammortamento tecnico che compensano ampiamente il differenziale, a favore dell'Ipotesi "B", tra i rispettivi oneri annui di gestione; l'Ipotesi "C", che corrisponde all'attuale impostazione del PTUA, risulta essere la maggiormente onerosa sia sotto il profilo degli investimenti complessivamente necessari, sia per l'ammontare degli oneri di gestione.

I costi annui delle rate di finanziamento sommati agli oneri per l'ammortamento tecnico e la gestione ammontano, per l'Ipotesi "A", al valore arrotondato di 1.494.000,00 €; il corrispondente indice unitario di costo, riferito alla portata annua tariffata – presunta pari a 1.586.000 m³/anno – è di 0,942 €/m³ (il medesimo indice unitario vale rispettivamente 1,345 €/m³ per l'Ipotesi "B" e 1,410 €/m³ per l'Ipotesi "C").

Dall'analisi condotta emerge che l'obiettivo di assicurare alle acque del torrente Lura la classe di qualità "Buono" (LIMeco) richiede una pluralità di azioni che riguardano non solo il contenimento delle alterazioni alle loro caratteristiche chimico-fisiche, ma anche la necessità di recuperare la portata naturale di base, propria del Torrente. Limitandosi al solo ambito della riduzione del carico inquinante residuo dovuto alla depurazione dei liquami appare necessario:

- intervenire sui sistemi di fognatura e collettamento con la realizzazione delle vasche di accumulo delle acque di pioggia sugli sfioratori posti in testa agli impianti di depurazione di Bulgarograsso e Fino Mornasco,⁶⁰ dando attuazione alle previsioni già contenute nella normativa Regionale (Art. 16 e 17 del R. R. n. 3/2006);
- adottare limiti di emissione più restrittivi degli attuali, in particolare per composti eutrofizzanti e solidi sospesi,⁶¹ stabilendo soglie anche per l'azoto ammoniacale e nitrico.

La prospettiva di applicazione di limiti di emissione più severi di quelli attualmente normati comporta che nella progettazione di interventi di adeguamento e potenziamento degli impianti di depurazione sia considerata le necessità di:

- conseguire stabilmente la nitrificazione dell'azoto ammoniacale in modo che il residuo abbia valori pari o inferiori a 1,0 mg NH₄-N/L; richiede che in particolare i sistemi di ossigenazione impiegati nel trattamento biologico siano caratterizzati da elevata efficienza, ampia flessibilità operativa e adeguato margine di overdesign;
- incrementare la resa di rimozione dei nitrati mediante processi di post-denitrificazione sostenuti dal dosaggio di carbonio esterno, assegnando alla denitrificazione di I° stadio il ruolo di rimuoverne la quota corrispondente alla quantità di carbonio disponibile nei liquami; gli studi di fattibilità ed i progetti di adeguamento degli impianti di Bulgarograsso e Caronno Pertusella seguono tale impostazione, viceversa per il depuratore di Fino Mornasco è previsto l'ampliamento della predenitrificazione;
- incrementare la resa di rimozione del fosforo: gli studi di fattibilità ed i progetti di adeguamento degli impianti, in tutte e tre le ipotesi, comprendono processi di defosfatazione chimica integrati con le fasi di controllo dei solidi sospesi nell'effluente (filtrazione o chiari-flocculazione); sono pertanto in grado di conseguire il limite di emissione di 0,5 mg P/L senza significative necessità di integrazione dal punto di vista impiantistico (viceversa la ricaduta sugli oneri di gestione non è trascurabile);⁶²

⁶⁰ L'impianto di Caronno Pertusella dispone, fin dalla sua attivazione nel 1987, di un bacino di accumulo delle acque di pioggia con capacità pari a 60.000 m³.

⁶¹ Attraverso la riduzione del limite di emissione per i solidi sospesi si conseguirebbe, indirettamente, anche la diminuzione della concentrazione residua di COD e, marginalmente, di BOD₅.

⁶² Si può stimare un costo specifico di circa 0,010 €/m³ per mg/L di fosforo rimosso (comprensivo del costo dei reagenti e per il trattamento e smaltimento delle maggiori quantità di fanghi chimici). Analogamente al medesimo costo specifico di 0,010 €/m³ corrisponde la possibilità di rimuovere la quota aggiuntiva di nitrati di circa 3,0 mg NO₃-N/L (in tal caso il costo comprende oltre ai reagenti e alle maggiori quantità di fango, l'onere dovuto agli incrementi dei consumi energetici). Per l'impianto di Fino Mornasco l'incremento dei costi di gestione dovuto al raggiungimento di limiti di emissione più restrittivi, potrebbe essere parzialmente compensato adottando per la disidratazione dei fanghi una specifica sezione, in luogo dell'acquisto del servizio di utilizzo di un impianto mobile.

- incrementare la resa di rimozione dei solidi sospesi: gli studi di fattibilità ed i progetti di adeguamento degli impianti, in tutte e tre le ipotesi, comprendono processi di controllo dei materiali in sospensione (attraverso filtrazione per i depuratori di Fino Mornasco e Caronno Pertusella, mediante chiariflocculazione e filtrazione – su un aliquota modesta del flusso totale – per Bulgarograsso). Appare opportuno indicare che nello sviluppo delle successive attività di progettazione il dimensionamento delle sezioni sia verificato adottando parametri idonei a conseguire la migliore efficienza.

5 - ALLEGATI

PROSPETTI RIEPILOGATIVI DELLE STIME DELLE CONCENTRAZIONI INQUINANTI NELLE ACQUE DEL TORRENTE LURA

PARAMETRI		SCENARIO 0			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
		B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,050	0,507	0,562	0,050	0,562	0,562	0,050	0,507	0,507
- Portata propria Lura monte	m³/d	4.320	43.820	48.520	4.320	48.520	48.520	4.320	43.820	43.820
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0	46.800
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	43.820	48.520	90.620	48.520	48.520	90.620	43.820	43.820	90.620
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,507	0,562	1,049	0,562	0,562	1,049	0,507	0,507	1,049
Concentrazioni scarico depuratori										
- BOD ₅	mg/L	10,0	25,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- COD	mg/L	60,0	125,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0	60,0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	35,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0	15,0
- Azoto totale	mg/L	10,0	15,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	12,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0	7,0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	2,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L	9,014	10,563	10,301	9,110	9,110	9,523	9,014	9,014	9,523
- COD	mg/L	54,085	60,954	60,511	54,658	54,658	57,140	54,085	54,085	57,140
- Solidi sospesi totali	mg/L	13,521	15,602	15,322	13,664	13,664	14,285	13,521	13,521	14,285
- Azoto totale	mg/L	9,014	9,594	9,783	9,110	9,110	9,523	9,014	9,014	9,523
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,901	0,911	0,952	0,911	0,911	0,952	0,901	0,901	0,952
- Azoto nitrico	mg/L	6,310	6,861	6,926	6,377	6,377	6,666	6,310	6,310	6,666
- Fosforo totale	mg/L	0,901	1,008	1,004	0,911	0,911	0,952	0,901	0,901	0,952
Δ Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L				0,095	-1,453	-0,778	0,000	-1,549	-0,778
- COD	mg/L				0,573	-6,296	-3,371	0,000	-6,869	-3,371
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,143	-1,937	-1,037	0,000	-2,081	-1,037
- Azoto totale	mg/L				0,095	-0,484	-0,259	0,000	-0,580	-0,259
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,010	0,000	0,000	0,000	-0,010	0,000
- Azoto nitrico	mg/L				0,067	-0,484	-0,259	0,000	-0,551	-0,259
- Fosforo totale	mg/L				0,010	-0,097	-0,052	0,000	-0,106	-0,052
PARAMETRI		SCENARIO 0			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
		B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,250	0,707	0,762	0,250	0,762	0,762	0,250	0,707	0,707
- Portata propria Lura monte	m³/d	21.600	61.100	65.800	21.600	65.800	65.800	21.600	61.100	61.100
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0	46.800
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	61.100	65.800	107.900	65.800	65.800	107.900	61.100	61.100	107.900
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,707	0,762	1,249	0,762	0,762	1,249	0,707	0,707	1,249
Concentrazioni scarico depuratori										
- BOD ₅	mg/L	10,0	25,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- COD	mg/L	60,0	125,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0	60,0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	35,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0	15,0
- Azoto totale	mg/L	10,0	15,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	12,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0	7,0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	2,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L	6,465	7,789	8,652	6,717	6,717	7,998	6,465	6,465	7,998
- COD	mg/L	38,789	44,947	50,820	40,304	40,304	47,989	38,789	38,789	47,989
- Solidi sospesi totali	mg/L	9,697	11,505	12,868	10,076	10,076	11,997	9,697	9,697	11,997
- Azoto totale	mg/L	6,465	7,074	8,216	6,717	6,717	7,998	6,465	6,465	7,998
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,646	0,672	0,800	0,672	0,672	0,800	0,646	0,646	0,800
- Azoto nitrico	mg/L	4,525	5,059	5,816	4,702	4,702	5,599	4,525	4,525	5,599
- Fosforo totale	mg/L	0,646	0,743	0,843	0,672	0,672	0,800	0,646	0,646	0,800
Δ Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L				0,253	-1,071	-0,653	0,000	-1,324	-0,653
- COD	mg/L				1,515	-4,643	-2,831	0,000	-6,158	-2,831
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,379	-1,429	-0,871	0,000	-1,807	-0,871
- Azoto totale	mg/L				0,253	-0,357	-0,218	0,000	-0,610	-0,218
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,025	0,000	0,000	0,000	-0,025	0,000
- Azoto nitrico	mg/L				0,177	-0,357	-0,218	0,000	-0,534	-0,218
- Fosforo totale	mg/L				0,025	-0,071	-0,044	0,000	-0,097	-0,044
PARAMETRI		SCENARIO 0			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
		B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,500	0,957	1,012	0,500	1,012	1,012	0,500	0,957	0,957
- Portata propria Lura monte	m³/d	43.200	82.700	87.400	43.200	87.400	87.400	43.200	82.700	82.700
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0	46.800
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	82.700	87.400	129.500	87.400	87.400	129.500	82.700	82.700	129.500
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,957	1,012	1,499	1,012	1,012	1,499	0,957	0,957	1,499
Concentrazioni scarico depuratori										
- BOD ₅	mg/L	10,0	25,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- COD	mg/L	60,0	125,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0	60,0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	35,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0	15,0
- Azoto totale	mg/L	10,0	15,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0	10,0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	12,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0	7,0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	2,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0	1,0
Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L	4,776	5,864	7,208	5,057	5,057	6,664	4,776	4,776	6,664
- COD	mg/L	28,658	33,839	42,344	30,343	30,343	39,985	28,658	28,658	39,985
- Solidi sospesi totali	mg/L	7,164	8,661	10,722	7,586	7,586	9,996	7,164	7,164	9,996
- Azoto totale	mg/L	4,776	5,326	6,846	5,057	5,057	6,664	4,776	4,776	6,664
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,478	0,506	0,666	0,506	0,506	0,666	0,478	0,478	0,666
- Azoto nitrico	mg/L	3,343	3,809	4,846	3,540	3,540	4,665	3,343	3,343	4,665
- Fosforo totale	mg/L	0,478	0,559	0,703	0,506	0,506	0,666	0,478	0,478	0,666
Δ Concentrazioni acque t. Lura										
- BOD ₅	mg/L				0,281	-0,807	-0,544	0,000	-1,088	-0,544
- COD	mg/L				1,685	-3,495	-2,359	0,000	-5,181	-2,359
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,421	-1,076	-0,726	0,000	-1,497	-0,726
- Azoto totale	mg/L				0,281	-0,269	-0,181	0,000	-0,550	-0,181
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,028	0,000	0,000	0,000	-0,028	0,000
- Azoto nitrico	mg/L				0,197	-0,269	-0,181	0,000	-0,466	-0,181
- Fosforo totale	mg/L				0,028	-0,054	-0,036	0,000	-0,082	-0,036

PARAMETRI	SCENARIO 0 (Limiti ristretti)			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
	B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,050	0,507	0,562	0,050	0,562	0,050	0,507	0,507
- Portata propria Lura monte	m³/d	4.320	43.820	48.520	4.320	48.520	4.320	43.820	43.820
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	43.820	48.520	90.620	48.520	48.520	90.620	43.820	43.820
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,507	0,562	1,049	0,562	0,562	1,049	0,507	0,507
Concentrazioni scarico depuratori									
- BOD ₅	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- COD	mg/L	60,0	60,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	15,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0
- Azoto totale	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	7,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L	9,014	9,110	9,523	9,110	9,110	9,523	9,014	9,014
- COD	mg/L	54,085	54,658	57,140	54,658	54,658	57,140	54,085	54,085
- Solidi sospesi totali	mg/L	13,521	13,664	14,285	13,664	13,664	14,285	13,521	13,521
- Azoto totale	mg/L	9,014	9,110	9,523	9,110	9,110	9,523	9,014	9,014
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,901	0,911	0,952	0,911	0,911	0,952	0,901	0,901
- Azoto nitrico	mg/L	6,310	6,377	6,666	6,377	6,377	6,666	6,310	6,310
- Fosforo totale	mg/L	0,901	0,911	0,952	0,911	0,911	0,952	0,901	0,901
Δ Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L				0,095	0,000	0,000	0,000	-0,095
- COD	mg/L				0,573	0,000	0,000	0,000	-0,573
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,143	0,000	0,000	0,000	-0,143
- Azoto totale	mg/L				0,095	0,000	0,000	0,000	-0,095
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,010	0,000	0,000	0,000	-0,010
- Azoto nitrico	mg/L				0,067	0,000	0,000	0,000	-0,067
- Fosforo totale	mg/L				0,010	0,000	0,000	0,000	-0,010
PARAMETRI	SCENARIO 0 (Limiti ristretti)			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
	B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,250	0,707	0,762	0,250	0,762	0,250	0,707	0,707
- Portata propria Lura monte	m³/d	21.600	61.100	65.800	21.600	65.800	21.600	61.100	61.100
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	61.100	65.800	107.900	65.800	65.800	107.900	61.100	61.100
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,707	0,762	1,249	0,762	0,762	1,249	0,707	0,707
Concentrazioni scarico depuratori									
- BOD ₅	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- COD	mg/L	60,0	60,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	15,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0
- Azoto totale	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	7,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L	6,465	6,717	7,998	6,717	6,717	7,998	6,465	6,465
- COD	mg/L	38,789	40,304	47,989	40,304	40,304	47,989	38,789	38,789
- Solidi sospesi totali	mg/L	9,697	10,076	11,997	10,076	10,076	11,997	9,697	9,697
- Azoto totale	mg/L	6,465	6,717	7,998	6,717	6,717	7,998	6,465	6,465
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,646	0,672	0,800	0,672	0,672	0,800	0,646	0,646
- Azoto nitrico	mg/L	4,525	4,702	5,599	4,702	4,702	5,599	4,525	4,525
- Fosforo totale	mg/L	0,646	0,672	0,800	0,672	0,672	0,800	0,646	0,646
Δ Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L				0,253	0,000	0,000	0,000	-0,253
- COD	mg/L				1,515	0,000	0,000	0,000	-1,515
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,379	0,000	0,000	0,000	-0,379
- Azoto totale	mg/L				0,253	0,000	0,000	0,000	-0,253
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,025	0,000	0,000	0,000	-0,025
- Azoto nitrico	mg/L				0,177	0,000	0,000	0,000	-0,177
- Fosforo totale	mg/L				0,025	0,000	0,000	0,000	-0,025
PARAMETRI	SCENARIO 0 (Limiti ristretti)			SCENARIO 1			SCENARIO 2		
	B	F	C	B	F	C	B	F	C
- Portata propria Lura monte	m³/s	0,500	0,957	1,012	0,500	1,012	0,500	0,957	0,957
- Portata propria Lura monte	m³/d	43.200	82.700	87.400	43.200	87.400	43.200	82.700	82.700
- Portata liquami depurati	m³/d	39.500	4.700	42.100	44.200	0	42.100	39.500	0
- Portata Lura nei tratti valle	m³/d	82.700	87.400	129.500	87.400	87.400	129.500	82.700	82.700
- Portata Lura nei tratti valle	m³/s	0,957	1,012	1,499	1,012	1,012	1,499	0,957	0,957
Concentrazioni scarico depuratori									
- BOD ₅	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- COD	mg/L	60,0	60,0	60,0	60,0	0	60,0	60,0	0
- Solidi sospesi totali	mg/L	15,0	15,0	15,0	15,0	0	15,0	15,0	0
- Azoto totale	mg/L	10,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0	10,0	0
- Azoto ammoniacale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
- Azoto nitrico	mg/L	7,0	7,0	7,0	7,0	0	7,0	7,0	0
- Fosforo totale	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	0
Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L	4,776	5,057	6,664	5,057	5,057	6,664	4,776	4,776
- COD	mg/L	28,658	30,343	39,985	30,343	30,343	39,985	28,658	28,658
- Solidi sospesi totali	mg/L	7,164	7,586	9,996	7,586	7,586	9,996	7,164	7,164
- Azoto totale	mg/L	4,776	5,057	6,664	5,057	5,057	6,664	4,776	4,776
- Azoto ammoniacale	mg/L	0,478	0,506	0,666	0,506	0,506	0,666	0,478	0,478
- Azoto nitrico	mg/L	3,343	3,540	4,665	3,540	3,540	4,665	3,343	3,343
- Fosforo totale	mg/L	0,478	0,506	0,666	0,506	0,506	0,666	0,478	0,478
Δ Concentrazioni acque t. Lura									
- BOD ₅	mg/L				0,281	0,000	0,000	0,000	-0,281
- COD	mg/L				1,685	0,000	0,000	0,000	-1,685
- Solidi sospesi totali	mg/L				0,421	0,000	0,000	0,000	-0,421
- Azoto totale	mg/L				0,281	0,000	0,000	0,000	-0,281
- Azoto ammoniacale	mg/L				0,028	0,000	0,000	0,000	-0,028
- Azoto nitrico	mg/L				0,197	0,000	0,000	0,000	-0,197
- Fosforo totale	mg/L				0,028	0,000	0,000	0,000	-0,028