



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO

AFFINAMENTO DEPURATIVO A VALLE DEL DEPURATORE

IN COMUNE DI MERONE

Interventi per il miglioramento delle acque e degli habitat nella Valle del
Lambro (Lambro vivo) - LIFE11 ENV/IT/004 – azione B2

Lamber risorsa di Brianza – Bando Cariplo 2011 – azione 5

In attuazione della Convenzione tra

il Parco Regionale della Valle del Lambro e la Regione Lombardia

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Triuggio, Marzo 2013



INDICE

<u>1. PREMESSA</u>	<u>5</u>
<u>2. INQUADRAMENTO GENERALE</u>	<u>6</u>
2.1. L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MERONE	7
2.1.1. LINEA TRATTAMENTO FANGHI	9
2.1.2. COGENERAZIONE	9
2.1.3. LINEA BIOGAS	9
2.1.4. I CONTROLLI	10
2.2. PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO	10
2.2.1. ACQUE REFLUE DOMESTICHE	10
2.2.2. ACQUE DI PIOGGIA	11
2.3. INTERAZIONI CON L'IDROLOGIA DEL LAMBRO	12
<u>3. ALTERNATIVE DI PROGETTO PER IL SISTEMA DI FINISSAGGIO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA</u>	<u>13</u>
3.1. RILIEVO TOPOGRAFICO	13
3.2. ALTERNATIVE DI PROGETTO	14
3.2.1. BACINO DI ACCUMULO	14
3.2.2. LAGUNAGGIO	14
3.2.3. SISTEMI A FLUSSO SUPERFICIALE (FWS- FREE WATER SURFACE)	15
3.2.4. FITODEPURAZIONE A FLUSSO SOMMERSO ORIZZONTALE	16
3.2.5. FITODEPURAZIONE A FLUSSO SOMMERSO VERTICALE	18



3.2.6. SISTEMA FWS/SFF	19
3.2.7. PERCOLATORE FORZATO	20
3.2.8. LAGUNAGGIO AERATO	21
3.3. CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE DI PROGETTO	22
<u>4. LA SCELTA PROGETTUALE</u>	<u>29</u>
4.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	29
4.2. ASPETTI IDRAULICI DEL PROGETTO	31
4.3. CAPACITÀ DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI	33
4.4. ANALISE DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI	38
<u>5. STUDI SPECIALISTICI SULLE AREE INTERESSATE DAL PROGETTO</u>	<u>40</u>
5.1. RELAZIONE IDROGEOLOGICA	40
5.1.1. CLIMA	40
5.1.2. REGIME PLUVIOMETRICO	40
5.1.3. IDROGRAFIA SUPERFICIALE	41
5.2. RELAZIONE GEOLOGICA	44
5.3. RELAZIONE PEDOLOGIA	47
5.4. I CARATTERI DEL SOTTOSUOLO E LA ZONAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	49
5.5. PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE	49
<u>6. INDIRIZZI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA</u>	<u>51</u>
<u>7. CRONOPROGRAMMA</u>	<u>52</u>



8.	<u>QUADRO ECONOMICO</u>	53
9.	<u>ELENCO ELABORATI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE</u>	54



1. PREMESSA

Il presente progetto, che ha lo scopo di contribuire al piano di risanamento delle acque del fiume Lambro, prevede la realizzazione di un sistema di finissaggio, con tecniche naturali, delle acque di sfioro di prima pioggia dell'impianto di depurazione di Merone (CO) che attualmente vengono scaricate direttamente nel fiume, con gravi danni per l'ecosistema.

In sede di elaborazione della soluzione progettuale è stato coinvolto lo staff direttivo tecnico dell'impianto di depurazione dal momento che il sistema di finissaggio costituirà una sua appendice esterna che dovrà funzionare in sinergia con esso.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

Gli interventi previsti dal seguente progetto sono situati nei comuni di Merone, in provincia di Como, e nel comune di Costa Masnaga in provincia di Lecco. In questo territorio scorre il Fiume Lambro che, dopo l'uscita dal lago di Pusiano e l'immissione dell'emissario del Lago di Alserio, scorre lungo tutta la Brianza assunto un andamento tortuoso ai piedi delle colline moreniche tipiche del paesaggio brianzolo.

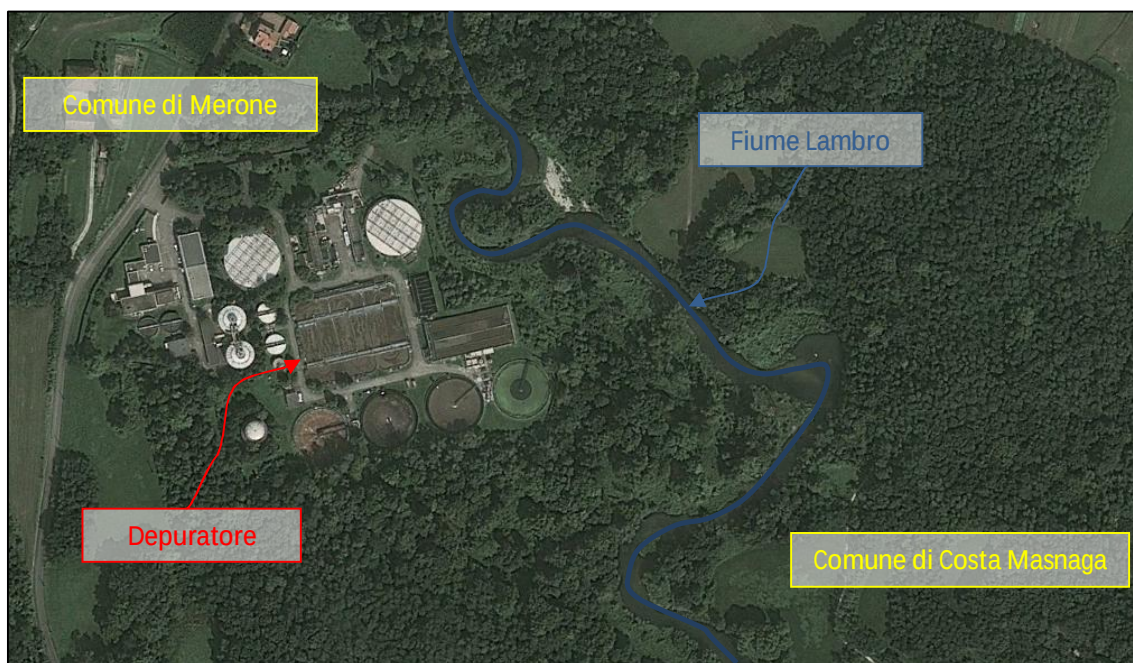


Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area

Il fiume Lambro in questo tratto ha un andamento abbastanza sinuoso e la naturalità dell'area ha permesso la meandricazione e la creazione di lanche, aree umide naturali e fasce boscate lungo le sponde fluviali. In questo tratto il Lambro presenta alveo e sponde naturali caratterizzate da una ricca vegetazione riparia spontanea rappresentata da specie autoctone e alloctone.

Sulla sponda destra è presente il depuratore di Merone che sversa nel fiume Lambro sia le acque provenienti dallo scaricatore ordinario, sia le acque di sfioro dello scaricatore di testa del depuratore. Tali acque, non subendo alcun trattamento di depurazione, contribuiscono in maniera significativa all'apporto di inquinanti nel corpo idrico soprattutto per quanto riguarda i carichi di BOD5, solidi sospesi, azoto ammoniacale e tensioattivi. Nei periodi di pioggia la contemporanea presenza delle acque sversate dallo sfioratore di testa del depuratore e di quelle dell'effluente ordinario aumentano significativamente l'inquinamento delle acque del Fiume Lambro.



2.1. L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI MERONE

L'impianto di depurazione di Merone riceve i reflui urbani (domestici e industriali) di 38 comuni. La popolazione equivalente complessivamente servita è di circa 120.000 A.E. di cui circa il 85% civile e il restante 15% industriale. L'impianto tratta annualmente oltre 15 milioni di metri cubi di liquame provenienti da un'area di 140 km².

I reflui prodotti sono convogliati all'impianto di depurazione da una rete di collettori intercomunali che si estende per circa 76 km. Lungo la rete sono ubicate tre stazioni di sollevamento che consentono di immettere nelle aste principali le acque raccolte a quota più bassa; esse sono situate ad Alserio, Erba e Valbrona.

L'impianto di Merone è di tipo a fanghi attivi a biomassa sospesa, caratterizzati dalla presenza di fiocchi liberi di muoversi all'interno della massa liquida. I fanghi attivi o attivati sono una sospensione in acqua di biomassa attiva (batteri saprofiti, protozoi, amebe, rotiferi e altri microrganismi), solitamente sotto forma di fiocchi. Tali fanghi sono alla base dei sistemi di ossidazione biologica a fanghi attivi, che sono i più diffusi nei tradizionali impianti di depurazione o meglio impianti di trattamento delle acque reflue.

Il ruolo di questa biomassa (presente soprattutto sotto forma di fiocchi sedimentabili costituiti da materia organica e dalle colonie di batteri che di essa si nutrono) nel processo depurativo è quello di utilizzare le sostanze organiche biodegradabili presenti nel refluo, degradandole a composti più piccoli e meno pericolosi che in parte vengono utilizzati dai microrganismi stessi per il proprio nutrimento e la riproduzione.

Lo schema tipo di un impianto come quello di Merone è riportato in Figura 2.

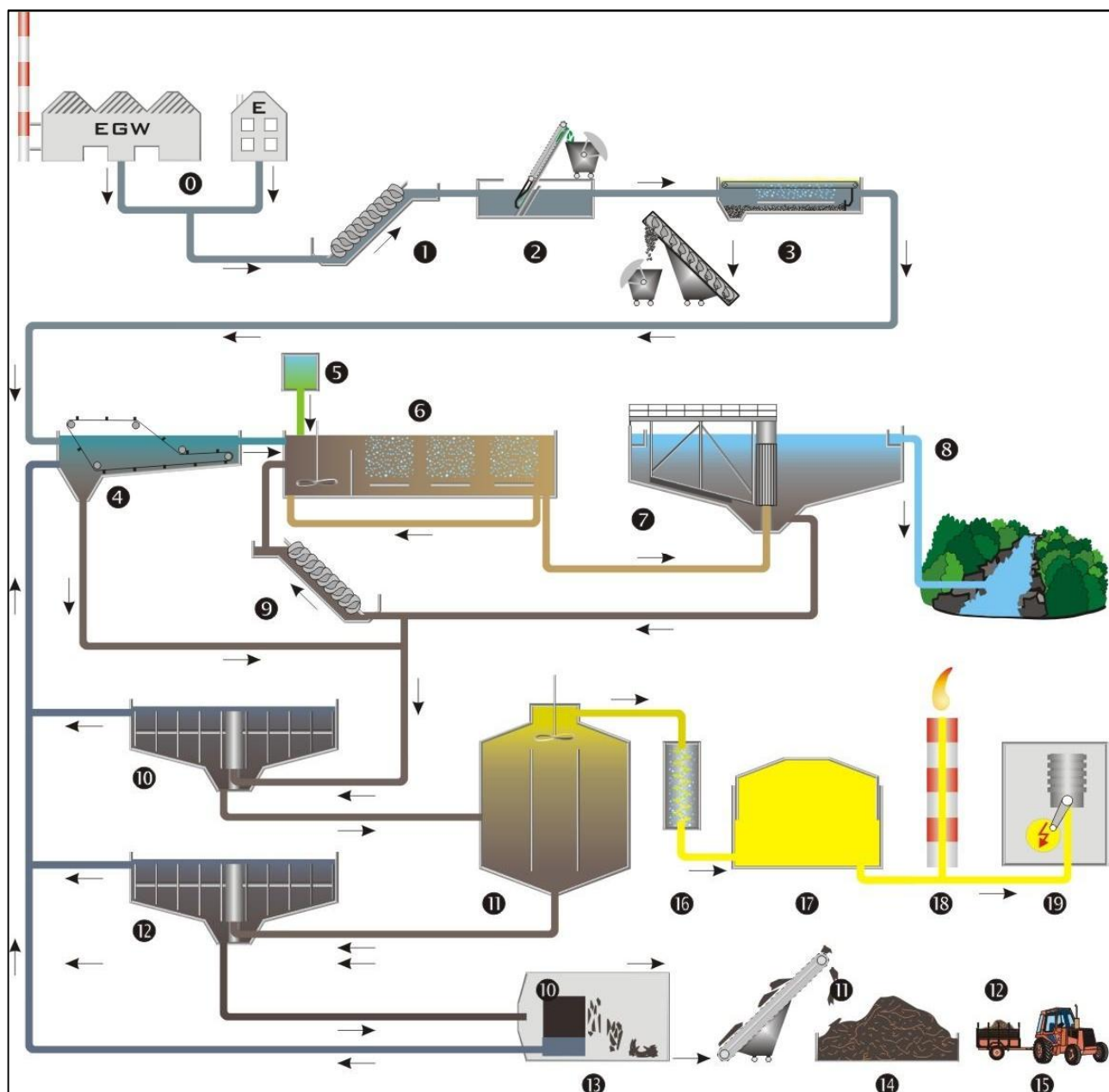


Figura 2: Schema di un impianto di trattamento delle acque reflue a fanghi attivi

Il sistema di trattamento delle acque del depuratore di Merone prevede i seguenti trattamenti:

- § grigliatura grossolana;
- § sollevamento;
- § grigliatura fine (2);
- § dissabbiatura – disoleatura (3);
- § sedimentazione primaria (4);
- § trattamenti biologici (6): che si dividono in denitrificazione e Ossidazione – nitrificazione;



- § decantazione – ricircolo fanghi (7);
- § clorazione;
- § scarico finale (8).

2.1.1. Linea trattamento fanghi

I microrganismi cresciuti a seguito della metabolizzazione delle sostanze organiche, il cosiddetto "fango di supero", sono allontanati dal sistema depurativo e smaltiti nel seguente modo:

- § preispessimento (10);
- § digestione anaerobica (11);
- § postispessimento (12);
- § disidratazione meccanica (13);
- § essiccamento termico.

2.1.2. Cogenerazione

Al fine di ottimizzare i consumi di energia elettrica è stato installato un cogeneratore costituito da un motore alimentato con gas metano di rete (18), accoppiato con un alternatore (19). L'energia elettrica prodotta (circa 750 KWh) è in grado di alimentare le utenze dell'impianto con un'eccedenza che viene venduta al GSE (Gestore dei Servizi Elettrici) per la distribuzione in rete. Il calore sviluppato dal motore viene usato per il riscaldamento dei digestori anaerobici e per il riscaldamento invernale della palazzina uffici e del laboratorio chimico.

2.1.3. Linea biogas

Il gas biologico prodotto (composto per il 70% circa da metano e per il 30% da anidride carbonica) passa attraverso dei filtri a ghiaia. Successivamente viene in parte ricircolato all'interno dei digestori per garantire la completa miscelazione del fango, in parte stoccato nel gasometro ed utilizzato come combustibile per l'essiccamento dei fanghi. All'occorrenza il biogas può essere utilizzato anche per il riscaldamento dei digestori.



2.1.4. I controlli

Il processo di depurazione è costantemente sorvegliato sia mediante controlli analitici sia con un monitoraggio delle apparecchiature che intervengono nelle diverse fasi di trattamento.

Controlli analitici. Il laboratorio interno di cui l'impianto è dotato consente di effettuare analisi giornaliere sulle acque reflue in ingresso, nelle fasi di trattamento intermedie e sulle acque trattate e inviate allo scarico. Vengono inoltre controllati i parametri chimici allo scarico delle utenze industriali.

Controllo del processo. Il controllo del processo viene attuato in automatico nelle varie fasi di trattamento mediante supervisor PLC che effettuano un monitoraggio continuo delle apparecchiature.

2.2. PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO

2.2.1. Acque reflue domestiche

Attualmente l'impianto è dimensionato per trattare una portata media di circa 1800 mc/ora. Le concentrazioni del refluo in ingresso e dell'effluente in uscita sono riportate nelle prime due colonne della tabella che segue (dati rilevati anni 2011/2012). A seguito degli adeguamenti impiantistici previsti, in particolare un trattamento per l'abbattimento dell'azoto, una fase di filtrazione su tela e la disinfezione UV le concentrazioni medie dell'effluente previste saranno quelle indicate nella terza colonna. Come si può osservare tutte le concentrazioni limite previste per legge vengono già attualmente rispettate; l'adeguamento tecnologico consentirà infatti soprattutto una migliore efficienza nella rimozione dei solidi sospesi e del fosforo ad essi adsorbito (come si osserva attualmente quest'ultimo rimane appena al di sotto del limite di legge), del colore (grazie al miglioramento nel trattamento per la riduzione dell'azoto ed alla filtrazione su tela) e degli agenti patogeni (escherichia coli < 1000 UFC/100 ml, grazie alla disinfezione UV).



REFLUE DOMESTICHE	INGRESSO	USCITA ATTUALE	USCITA FUTURA
BOD₅ [mg/L] O ₂	116,93	8,40	< 10,00
COD [mg/L] O ₂	333,28	33,68	< 60,00
Solidi sospesi totali [mg/L]	192,20	11,64	< 15,00
Fosforo totale [mg/L] P	4,59	0,95	< 1,00
Azoto ammoniacale [mgN-NH ₄ /L]	20,09	1,84	n.d.
Azoto nitroso [mgN-NO ₂ /L]	0,23	0,21	n.d.
Azoto nitrico [mgN-NO ₃ /L]	1,16	6,48	n.d.
Azoto totale [mgN/L]	30,22	9,58	< 10,00
Tensioattivi totali [mg/L]	5,74	0,43	n.d.
pH	7,73	7,78	n.d.

Tabella 1: concentrazioni in ingresso ed uscita per le acque reflue domestiche

2.2.2. Acque di pioggia

Il problema delle acque di pioggia drenate dalla rete fognaria è piuttosto complesso ed ancora oggetto di numerosi studi ed elaborazioni. La sua peculiarità consiste nel fatto che, a differenza delle acque reflue urbane, le concentrazioni degli inquinanti, la loro tipologia e le portate affluenti dagli eventi meteorici che dilavano le superfici drenate sono difficilmente prevedibili e molto variabili nel tempo e nello spazio. In linea generale:

- 1) le concentrazioni di picco di solidi sospesi e di COD e BOD5 sono molto superiori a quelle di un reflujo domestico urbano;
- 2) le concentrazioni di picco di azoto totale ed ammoniacale e di fosforo sono invece molto simili o addirittura inferiori a quelle di un reflujo domestico urbano;
- 3) nelle acque di dilavamento si ritrovano talune sostanze difficilmente rinvenibili in ordinarie acque reflue urbane, come alcuni metalli (Zn, Cu, Pb, Ni, V, Cr, Cd) e idrocarburi.
- 4) in linea generale si osserva che il picco dell'andamento delle concentrazioni (detto pollutogramma) è anticipato rispetto al picco dell'idrogramma di piena. Questo significa



fondamentalmente che la maggior parte degli inquinanti viene dilavata nella parte ascendente dell'onda: questo fenomeno è denominato first foul flush.

Il depuratore di Merone è dimensionato per mandare al trattamento una quota parte delle acque di pioggia che convergono all'impianto; la sua attuale capacità di smaltimento consente infatti di trattare fino a 3200 mc/ora, con un surplus disponibile di circa 1400 mc/ora rispetto alla media delle portate reflue urbane. L'eccesso viene riversato nel corpo recettore, il Lambro, dallo sfioratore di testa dell'impianto. Si consideri che, a titolo di esempio, nel 2012 la massima portata sfiorata ha raggiunto i 2500 mc/ora, ovvero al depuratore arrivava una quantità d'acqua superiore di circa i 3/4 rispetto alla sua massima capacità di trattamento.

L'adeguamento dell'impianto di Merone consentirà tra l'altro anche l'innalzamento della potenzialità di trattamento fino a 4000 mc/ora, con un incremento di 800 mc/ora rispetto alla situazione attuale. Questo intervento in realtà fornirà il maggior beneficio in termini di carichi riversati nell'ambiente considerando che abatterà almeno la metà dei carichi oggi riversati in ambiente.

2.3. INTERAZIONI CON L'IDROLOGIA DEL LAMBRO

Una ulteriore criticità da considerare è l'impatto degli scarichi del depuratore sul corpo recettore in funzione della portata transitante cui è demandata la diluizione dei carichi immessi. A questo si aggiunge, soprattutto per gli eventi di pioggia estivi, la notevole differenza della temperatura dei volumi immessi rispetto a quella dell'acqua nel corpo idrico. Questi due aspetti sono sospettati di essere responsabili di una notevole sofferenza provata dal corso d'acqua e dal suo habitat soprattutto nei periodi di magra. In particolare ci sono forti sospetti che gli shock termici indotti dalle portate meteoriche, molto fredde, sulle acque relativamente molto calde di magra possano essere alla base di alcuni episodi di morie accadute di pesci occorse negli ultimi anni.



3. ALTERNATIVE DI PROGETTO PER IL SISTEMA DI FINISSAGGIO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

In ragione delle problematiche sopraesposte è stata svolta un'analisi tra diverse tipologie di sistemi di depurazione delle acque che prevedono trattamenti di tipo naturalistico. La scelta di considerare trattamenti di finissaggio di tipo naturale è dettata dal fatto che l'area interessata dal progetto è situata all'interno dei confini del Parco Regionale della Valle del Lambro e si è quindi cercato di proporre alternative che avessero il minor impatto ambientale ed ecologico sull'ambiente.

3.1. RILIEVO TOPOGRAFICO

Per poter progettare correttamente gli interventi in progetto, si è proceduto ad eseguire una campagna topografica di dettaglio, finalizzata, innanzi tutto, a fornire un rilievo omogeneo delle aree oggetto dell'intervento. Tale operazione si è resa necessaria in quanto le quote assolute in nostro possesso, desunte dalle planimetrie in possesso, non sempre risultavano coerenti fra loro.

La campagna topografica ha riguardato le seguenti porzioni di territorio, individuabili graficamente nella tavola 2 – Planimetria stato di fatto:

- l'area in sponda destra destinata all'ubicazione delle opere in progetto;
- l'alveo e le sponde del Fiume Lambro che scorre in sinistra rispetto al depuratore di Merone;
- l'esatta posizione del muro di cinta del depuratore di Merone.

Il rilievo topografico eseguito ha consentito di definire correttamente l'estensione e la topografia delle aree interessate dagli interventi in modo da definire e progettare le opere in modo il più possibile coerente rispetto alla naturale morfologia dei territori.



3.2. ALTERNATIVE DI PROGETTO

3.2.1. Bacino di accumulo

I bacini di accumulo per le portate di prima pioggia consistono in determinati volumi di invaso che accumulano, fino al loro completo riempimento, i deflussi con portata eccedente alla portata tranditabile nel sistema di depurazione e successivamente li restituiscono, mediante pompaggio, alla depurazione con portate compatibili con quelle dell'impianto.

I bacini di accumulo sono poco efficaci in termini di rimozione dei carichi inquinanti veicolati dalle acque meteoriche. Tuttavia, poiché non c'è uno specchio d'acqua permanente da mantenere, i costi di costruzione e di manutenzione risultano notevolmente ridotti ed inoltre non sussistono restrizioni sulla natura dei terreni, sull'estensione del bacino sotteso e sull'entità delle precipitazioni. I bacini di accumulo presentano in genere un aspetto estetico poco gradevole; inoltre, se non regolarmente mantenuti, possono dar luogo a cattivi odori, sviluppo di insetti ed accumulo di sporcizia.

Inoltre, nel caso in cui risulti impossibile inviare acqua al depuratore ed sia quindi necessario un periodo di stazionamento dell'acqua, si potrebbero instaurare all'interno del bacino condizioni anossiche che creerebbero difficoltà per l'ambiente circostante e condizioni negative per il pompaggio di liquame non fresco all'impianto.

3.2.2. Lagunaggio

La depurazione mediante lagunaggio sfrutta i naturali meccanismi di sedimentazione, filtrazione, assorbimento e degradazione delle sostanze inquinanti.

Il meccanismo da cui muove la tecnica delle lagune naturali è la fotosintesi. La massa d'acqua che staziona sulla superficie del bacino è a contatto con la luce; le alghe così formate producono l'ossigeno necessario allo sviluppo e al mantenimento dei batteri aerobici che sono i responsabili della degradazione della materia organica. L'anidride carbonica prodotta dagli stessi batteri, così come i sali minerali contenuti nelle acque reflue, permettono alle alghe di proliferare. Si assiste così allo sviluppo di due popolazioni interdipendenti: batteri e alghe, entrambi detti "microfiti". Fino a quando verrà fornita energia solare e materia organica, questo ciclo sarà in grado di

autoalimentarsi. Sul fondo del bacino, invece, dove la luce non penetra, la degradazione dei sedimenti prodotti dalla decantazione della materia organica ha luogo grazie all'attività di batteri anaerobi. Il processo genera anidride carbonica e metano.

I vantaggi di questo sistema sono l'economicità sia di realizzazione che di gestione, il consumo energetico limitato e soprattutto un'ottimo inserimento nell'ambiente. Di contro necessitano di superfici elevate, maggiori rispetto alla fitodepurazione, e le efficienze depurative nel periodo invernale sono inferiori.

3.2.3. Sistemi a flusso superficiale (fws- free water surface)

Consistono in vasche o canali dove la superficie dell'acqua è esposta all'atmosfera ed il suolo, costantemente sommerso, costituisce il supporto per le radici delle piante. La loro costruzione prevede la realizzazione di bacini idrici e/o canalizzazioni aventi il più lungo percorso possibile in relazione alla geometria dell'area a disposizione e aventi una profondità dell'acqua, per favorire i processi biologici utili, dai 40 ai 60 cm (Figura 3: Sistema di fitodepurazione a flusso superficiale

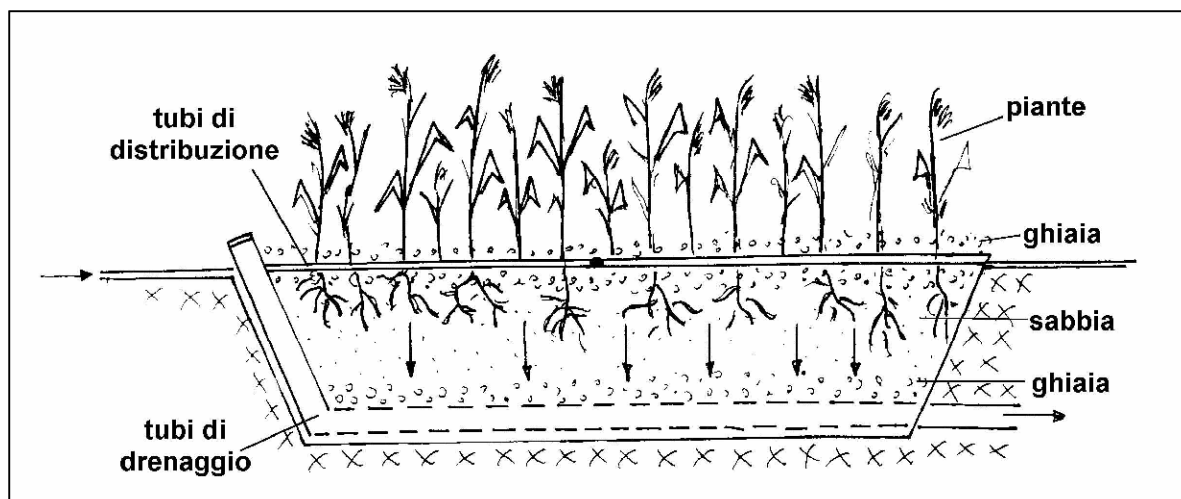


Figura 3: Sistema di fitodepurazione a flusso superficiale

L'ambiente in un sistema FWS è in genere aerobico vicino alla superficie dell'acqua e tende a diventare anossico e fino all'anaerobico man mano che ci si avvicina al fondo. Il livello di aerazione raggiunto dipende da diversi fattori. Alcuni di questi sono alcuni controllabili (grado di miscelazione, stratificazione della colonna d'acqua, canalizzazioni, turbolenza, turn over, ecc.) altri invece non lo sono (temperatura, disponibilità e penetrazione della luce, velocità del vento, fauna che frequenta l'impianto). Nei FWS la colonna d'acqua è a contatto con diverse parti della pianta.



A seconda delle specie presenti; il film biologico si svilupperà quindi su tutte le superfici delle piante disponibili e questo sarà il meccanismo principale di rimozione degli inquinanti: la rimozione diretta di alcuni specifici inquinanti attraverso le radici sarà limitata solamente alle specie galleggianti o sommerse. La mineralizzazione dei nutrienti e di altri componenti a carico della macrofite radicate emergenti potrà avvenire solo quando tali sostanze si ripartiranno nel sedimento in prossimità delle radici.

I FWD hanno il vantaggio di essere estremamente economici sia per quanto riguarda i costi di costruzione sia per quanto riguarda i costi di gestione. Di contro hanno bisogno, data la loro scarsa profondità, di superfici molto ampie.

3.2.4. Fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale

I sistemi a flusso sommerso orizzontale consistono in bacini naturalmente impermeabili o resi tali, con un substrato di materiale inerte ove vengono piantumate macrofite emergenti radicate (Figura 4). Il principio utilizza la capacità delle piante degli ambienti umidi di trasferire l'ossigeno dalle parti aeree a quelle sommerse: l'ossigeno atmosferico assunto dalle foglie e dagli steli viene trasferito e rilasciato a livello della rizosfera creando, nel medium anaerobico, delle piccole zone aerobiche, condizione indispensabile per l'attività di quei batteri che necessitano di ossigeno per la loro attività.

Il refluo da trattare attraversa orizzontalmente il medium di crescita della vegetazione emergente in modo che la zona subsuperficiale si mantenga satura e non si abbia scorrimento superficiale. Il medium è costituito da sabbia, ghiaia, roccia, preferibilmente locali, svolge azione di filtrazione meccanica e costituisce, con l'apparato radicale delle macrofite, il substrato per l'adesione della pellicola biologica (batteri, funghi, protozoi, piccoli metazoi), responsabile della depurazione biologica.

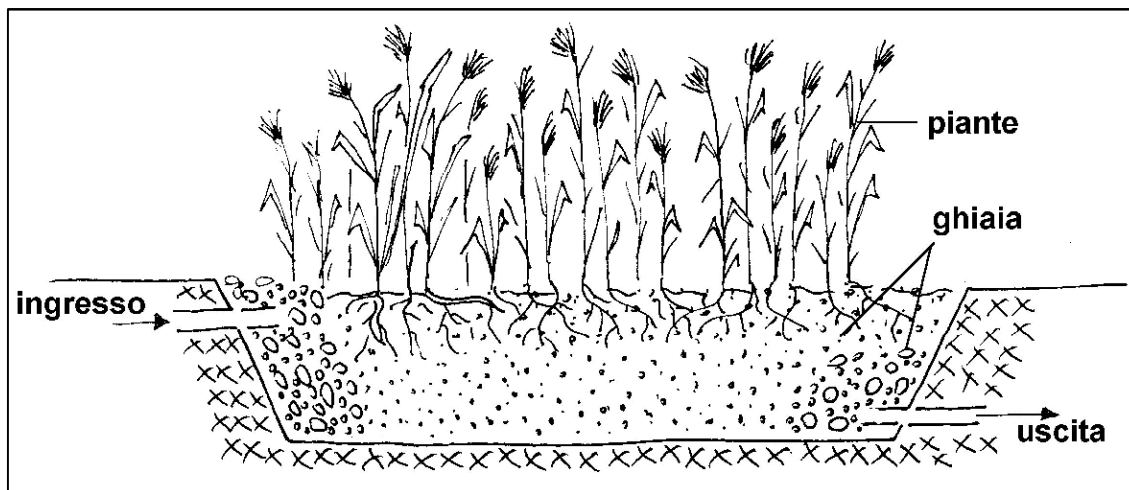


Figura 4: Sistema di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale

Questo sistema determina un impatto ambientale ed igienico-sanitario nullo, perché non si ha scorrimento in superficie del liquame da depurare, richiede un'area di utilizzo inferiore rispetto ai sistemi a flusso libero in quanto la presenza del medium attraverso cui passa il refluo aumenta la superficie utile per i processi depurativi, richiede una gestione ed una manutenzione estremamente ridotte e l'efficienza depurativa è costante tutto l'anno.

L'alimentazione del sistema è continua e deve essere tale da permettere una distribuzione del refluo uniforme su tutta la larghezza del letto. Allo scopo si possono utilizzare tubazioni forate disposte lungo tutta la lunghezza del letto immerse in una zona drenante riempita con materiale inerte grossolano.

Le percentuali di rimozione degli inquinanti sono elevate. L'abbattimento del BOD è dovuto principalmente a processi di filtrazione a carico del medium ed alla decomposizione da parte dei microrganismi adesi ai rizomi, alle radici delle piante. L'efficienza di rimozione dei solidi sospesi è dovuta al processo di filtrazione da parte del medium ed avviene in misura maggiore in prossimità del punto di immissione dello scarico. La rimozione dell'azoto avviene in parte per assunzione da parte delle macrofite (10-16 %), ma soprattutto per un processo di nitrificazione nei micrositì aerobici adiacenti alla superficie radicale, seguita da un processo di denitrificazione nello spessore del medium in cui vi sono condizioni di anaerobiosi. La rimozione del fosforo avviene per processi di adsorbimento, complessazione e precipitazione a carico del medium ed in minima parte per assunzione da parte delle macrofite. La rimozione dei batteri, estremamente efficace, sembra

derivi dal continuo passaggio attraverso micrositì aerobici ed anaerobici nella rizosfera, il che comporta uno stress per i microrganismi non metabolicamente adatti a tenori diversi di ossigeno.

3.2.5. Fitodepurazione a flusso sommerso verticale

Il sistema di fitodepurazione a flusso sommerso verticale sfrutta la stessa dinamica di rimozione degli inquinanti del precedente sistema con la differenza che il refluo da trattare è fatto percolare verticalmente attraverso il medium di riempimento.

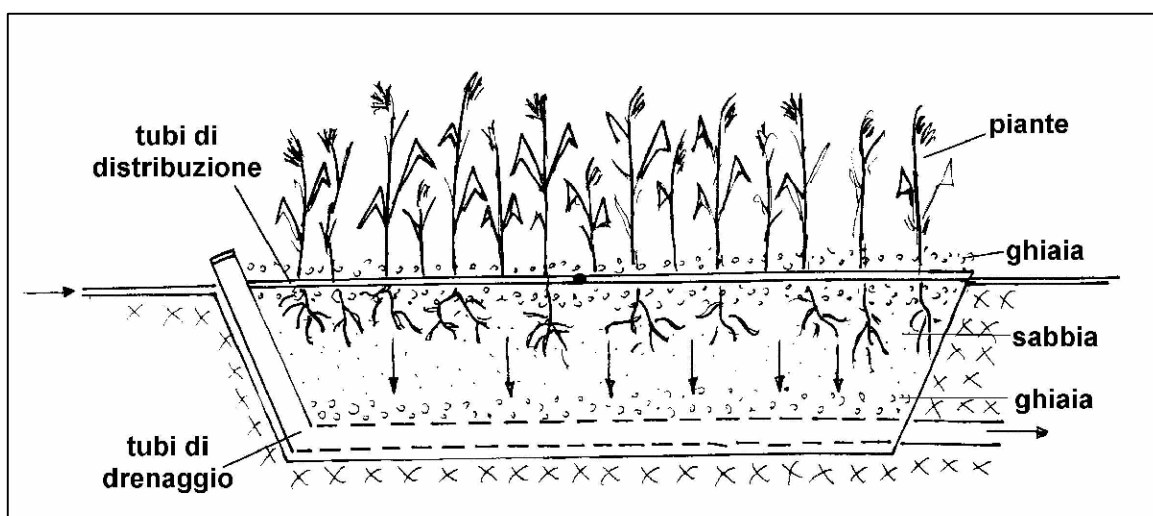


Figura 5: Sistema di fitodepurazione a flusso sommerso verticale

Sono schematicamente costituiti da una vasca di sedimentazione primaria, da una vasca di equalizzazione delle portate giornaliere influenti e dall'impianto di fitodepurazione. Prevedono un'irrigazione intermittente del suolo artificiale, che porta ad un costante ricambio dei gas presenti nel suolo stesso. La permeabilità del substrato garantisce una costante aerazione rispetto alla fitodepurazione orizzontale nonché un'elevata ossidazione e degradazione della sostanza organica e degli inquinanti anche nel periodo invernale e la presenza delle piante consente di proteggere le piante dalle basse temperature invernali (elevata efficienza depurativa anche con temperature esterne di -10°C), di assorbire dal suolo le sostanze minerali rese disponibili nel corso del processo di degradazione microbica, di assicurare mediante il sistema radicale una microfauna batterica con maggiore spettro di azione, arricchendo in questo modo le capacità di degradazione e rimozione degli inquinanti del sistema. Il refluo che viene distribuito sulla superficie del medium filtra gradatamente verso il fondo delle vasche (come avviene nei letti percolatori) e lo svuotamento progressivo permette all'aria di infiltrarsi negli interstizi, il riempimento successivo



intrappola l'aria e la spinge in profondità, permettendo in questo modo un'elevata ossigenazione anche nel periodo del riposo vegetativo. Anche in questo caso l'efficienza di riduzione degli inquinanti risulta elevata.

3.2.6. Sistema FWS/SFF

Questa tipologia di trattamento consiste in un sistema di finissaggio con caratteristiche intermedie tra un sistema di fitodepurazione a flusso superficiale e un sistema filtro forestale (SFF) e con a monte un bacino di accumolo delle portate da trattare.

Il principio fondamentale di funzionamento dei SFF si basa sull'interazione tra acqua, suolo, microrganismi e vegetali legnosi. I vegetali legnosi (alberi ed arbusti) forniscono l'energia al sistema, rifornendo di sostanza organica lo strato superficiale (spesso alcuni metri) del suolo; i microrganismi (soprattutto batteri) sono i responsabili delle fondamentali reazioni biochimiche che permettono di depurare le acque; il suolo, oltre che essere la matrice che ospita i microrganismi e gli apparati radicali dei vegetali legnosi, svolge anche una funzione fisica di filtrazione (importante soprattutto per il controllo degli inquinanti adsorbiti ai colloidi del terreno).

Un'area forestale, per svolgere la funzione depurativa, deve essere attraversata da un flusso sub-superficiale di acqua inquinata; l'azione depurativa di fatto avviene a livello della rizosfera, in uno strato attivo che interessa i primi metri al di sotto della superficie. La funzionalità del sistema dipende da diversi fattori tra cui la tessitura del suolo, la profondità della falda freatica e la relativa saturazione del suolo, la pendenza del terreno e, soprattutto, da un'attenta progettazione del sistema idraulico: una volta attraversata l'area boscata, l'acqua depurata può essere immessa in un corso d'acqua, avendo perso gran parte del suo carico inquinante.

I sistemi forestali filtro possono considerarsi come un vero e proprio sistema di fitodepurazione, dove l'elemento strutturale del sistema sono il terreno agricolo e la vegetazione forestale (alberi e arbusti).

Per quanto riguarda i processi di denitrificazione questo è operato dai batteri anaerobi facoltativi in grado di utilizzare i nitrati nei loro processi respiratori quando vengono a trovarsi in carenza o assenza di ossigeno (respirazione microbica anaerobica). Questi periodi di anossia si verificano



quando il suolo viene saturato dall'innalzamento del livello dell'acqua durante le piene, nel caso di fasce riparie naturali, o da un'accorta gestione dei livelli idrici nel caso dei SFF artificiali.

Oltre alle condizioni anaerobiche gli altri fattori necessari per il processo di denitrificazione sono la disponibilità di carbonio organico e una quantità sufficiente di nitrati. La loro disponibilità è legata ai processi di decomposizione della lettiera (mineralizzazione della sostanza organica) e ai nutrienti trasportati dai deflussi idrici. Il ruolo che la vegetazione svolge nel processo di denitrificazione è indiretto, in quanto essa contribuisce a sostenere le popolazioni microbiche, tra le quali sono presenti anche i batteri denitrificanti, da un lato fornendo energia attraverso la decomposizione della lettiera e dall'altro offrendo l'habitat per eccellenza di tutti i microrganismi del suolo rappresentato dalla rizosfera, ricca di essudati radicali.

Il sistema misto unisce le caratteristiche depuranti dei due sistemi aumentando di conseguenza l'efficienza del trattamento e, dal punto di vista ambientale, creando una maggiore varietà di habitat ed ecosistemi.

3.2.7. Percolatore forzato

Lo svantaggio dei sistemi di fitodepurazione, rappresentato dal fatto che richiedono ampie superfici per il trattamento delle acque, ha portato ad un'interesse crescente verso le zone umide che occupano aree più piccole e nello stesso tempo verso soluzioni in grado di trattare carichi elevati associati a reflui agricoli e industriali. Negli ultimi anni sono state sviluppate un nuovo tipo di aree umide applicate anche a sistemi di ampia scala.

L'evoluzione tecnologica dei sistemi di fitodepurazione per il finissaggio degli effluenti dei depuratori e lo sviluppo delle zone umide hanno portato allo sviluppo di una nuova tecnologia di depurazione: i Wetlands intensivi.

Il metodo TAYA è stato implementato con successo in impianti piloti industriali per il trattamento di scarichi agricoli e industriali con una comprovata capacità nel trattamento delle acque reflue con carichi elevati di sostanza organica e ammoniaca. L'integrazione dei sistemi di pretrattamento anaerobico insieme ad un trattamento completo in zone umide fornisce una combinazione ottimale in relazione all'aspetto economico, di processo e in relazione alla semplicità di funzionamento e manutenzione.



La riduzione dei carichi elevati in sistemi anaerobici viene applicata utilizzando un determinato numero di moduli in linea in base alle esigenze del cliente. La fase anaerobica del trattamento avviene all'interno di bacini impermeabilizzati riempiti di terra (aperta o coperta) disposti in coppia. All'interno di questi bacini viene pompata l'acqua da trattare dal basso verso l'altro. Il pompaggio avviene alternativamente prima in un bacino e poi nell'altro. Il carico organico viene rimosso grazie all'azione del film batterico che si viene a creare nel letto e le condizioni anaerobiche permettono la "digestione" delle sostanze organiche contenute nel refluo.

L'effluente dalla fase anaerobica viene convogliato verso uno o più bacini della zona umida per una successiva fase depurativa. Il calcolo delle dimensioni dei bacini viene calcolato in base al carico organico e alla quantità di composti azotati presente nelle acque da trattare rispetto alle esigenze di qualità dell'acqua a fine trattamento.

Con questo sistema si ottengono degli ottimi rendimenti di rimozione degli inquinanti anche in acque con elevate percentuali di carica organica e composti ammoniacali. Il trattamento completo può essere ottenuto con un consumo di energia minore rispetto ad altri sistemi che utilizzano energia per il trattamento. Anche l'utilizzo del suolo è minore rispetto ad altri trattamenti tecnologici.

3.2.8. Lagunaggio aerato

Il lagunaggio aerato è un particolare sistema di lagunaggio in cui l'apporto di ossigeno avviene meccanicamente attraverso un dispositivo di aerazione di superficie o tramite insufflazione d'aria. Questo principio si distingue da quello dei fanghi attivi esclusivamente per l'assenza di un sistema di riciclaggio o di estrazione continua dei fanghi. Il consumo energetico dei due sistemi, a parità di capacità, è praticamente equivalente (da 1,8 a 2 kW/kg di DBO5 eliminata).

Nello stadio di aerazione le acque da trattare contengono microrganismi che andranno a consumare ed assimilare i nutrienti costituiti dalle sostanze inquinanti da eliminare. Questi microrganismi sono principalmente batteri e funghi (paragonabili a quelli presenti all'interno degli impianti a fanghi attivi). Nella zona di decantazione, invece, i solidi sospesi costituiti dall'accumulo di microrganismi e di altre particelle trattenute, sedimentano e vanno a formare i fanghi che vengono poi pompati regolarmente o rimossi dal bacino qualora presenti in un volume troppo elevato. La zona di decantazione comprende una semplice laguna di decantazione e,



preferibilmente, anche due bacini la cui pulizia può essere effettuata tramite installazione di by-pass.

Nella tecnica del lagunaggio aerato la popolazione batterica che non entra in ricircolo comporta:

- § una bassa densità batterica e dunque tempi di trattamento più lunghi per ottenere il livello di qualità desiderato;
- § una scarsa flocculazione dei batteri con conseguente necessità di installazione di un'ampia laguna di decantazione.

Il tempo di decantazione è di circa 20 giorni (tempo di decantazione ridotto in realtà ad una quindicina di giorni dopo diversi anni di funzionamento dell'impianto a seguito del volume occupato dai depositi di materia in sospensione. Le vasche possono avere una profondità variabile da 2 a 3,50 m con aeratori di superficie mentre possiamo avere profondità maggiori di 4 m con insufflazione d'aria. Il fabbisogno di ossigeno ammonta a circa 2 kg O₂/kg DBO₅. Per evitare l'accumulo di depositi fino al raggiungimento di un volume in grado di compromettere il trattamento ed anche per prevenire la formazione di alghe microscopiche, è necessario sovradimensionare gli aeratori ed utilizzare una potenza compresa tra 5 e 6 W/m³.

I costi di manutenzione sono ovviamente maggiori rispetto al lagunaggio naturale; si dovranno prevedere manutenzioni sugli apparecchi di aerazione, l'estrazione dei fanghi dal letto di decantazione oltre che la manutenzione della vegetazione spontanea.

3.3. CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE DI PROGETTO

La scelta della miglior alternativa progettuale tra le varie analizzate è stata implementata attraverso una valutazione delle diverse proposte rispetto a diversi ambiti di interesse.

Per far ciò è stata predisposta un'apposita scheda di valutazione che mette in relazione le diverse alternative rispetto ad alcuni aspetti a cui è stato attribuito un peso:

- § manutenzione ed esercizio (0.20)
- § qualità acque (0.40)
- § impatto ambientale (0.30)



§ fruibilità (0.10).

Ogni ambito è stato poi diviso in sotto – ambiti per valutare dettagliatamente ogni alternativa.

È stato quindi attribuito un voto per ogni ambito in base ad una griglia di valutazione creata unicamente per questo confronto.

La griglia di valutazione è riportata in Tabella 2: Griglia di valutazione. Infine è stato calcolato il voto totale relativo ad ogni intervento attraverso la media pesata dei singoli voti. La scheda di valutazione è riportata nella tabella seguente (Tabella 3).



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



Manutenzione ed esercizio							
Frequenza	>6 volte/anno	6 volte/anno	5 volte/anno	4 volte/anno	3 volte/anno	2 volte/anno	< 2 volte/anno
	4	5	6	7	8	9	10
Costo annuo per energia elettrica	> 70.000 €	60.001 - 70.000 €	50.001 - 60.000 €	40.001 - 50.000 €	30.001 - 40.000 €	20.001 - 30.000 €	< 20.000 €
	4	5	6	7	8	9	10
Costo annuo per reagenti	> 70.000 €	60.001 - 70.000 €	50.001 - 60.000 €	40.001 - 50.000 €	30.001 - 40.000 €	20.001 - 30.000 €	< 20.000 €
	4	5	6	7	8	9	10
Costo annuo per manutenzione	> 70.000 €	60.001 - 70.000 €	50.001 - 60.000 €	40.001 - 50.000 €	30.001 - 40.000 €	20.001 - 30.000 €	< 20.000 €
	4	5	6	7	8	9	10
Sensibilità al rischio idraulico	inutilizzabile	default fino al 50%	default fino al 30%	manutenzione completa	manutenzione parziale	semplice pulizia	indifferente
	4	5	6	7	8	9	10
Livello tecnico	Tecnico alt. Qualificato	Tecnico qualificato	Tecnico specializz.	Tecnico generico	Operaio specializz.	Operaio semplice	Volontario
	4	5	6	7	8	9	10

Qualità acque							
Portata trattata	<100 mc/die	101 - 500 mc/die	501 - 1000 mc/die	1001 - 1500 mc/die	1501 - 2000 mc/die	2001 - 3000 mc/die	>3.000 mc/die
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione N	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione P	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione COD	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione metalli (Pb, Zn)	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione tensioattivi	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Rimozione idrocarburi totali	<40%	40-50%	51-60%	61-70%	71-80%	81-90%	>90%
	4	5	6	7	8	9	10
Volume stoccabile	<5000 mc	5.001-7.000 mc	7.001-9.000 mc	9.001-11.000 mc	11.001-13.000 mc	13.001-15.000 mc	>15.000 mc
	4	5	6	7	8	9	10



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



Elasticità ai picchi	<2 volte portata standard	2 =< Q < 3 volte portata standard	3 =< Q < 4 volte portata standard	4 =< Q < 5 volte portata standard	5 =< Q < 6 volte portata standard	6 =< Q < 7 volte portata standard	>7 volte portata standard
	4	5	6	7	8	9	10
Resistenza a secco	< 1 giorno	fino a 1 giorno	fino a 2 giorni	fino a 3 giorni	fino a 4 giorni	fino a 5 giorni	> 5 giorni
	4	5	6	7	8	9	10

Impatto ambientale							
Creazione di nuovi habitat	Eliminazione habitat attuale	Peggioramento habitat attuale	Mantenimento habitat attuale	Miglioramento habitat attuale	Nuovi habitat media valenza	Nuovi habitat di valenza	Nuovi habitat di pregio
	4	5	6	7	8	9	10
Odori	Fasi anaerobiche esposte/forti aerosol	Fasi anaerobiche parzialmente ostacolate/aerosol	Fasi anaerobiche ostacolate/pochi aerosol	Anaerobiosi facoltativa/assenza aerosol	Anaerobiosi occasionale/assenza aerosol	Anaerobiosi rara/assenza aerosol	Assenza completa di anaerobiosi e di aerosol
	4	5	6	7	8	9	10
Rumorosità	>80 dB	61 - 80 dB	51 - 60 dB	31 - 50 dB	< 30 dB, continua	< 30 dB, discontinua	Nessuna produzione
	4	5	6	7	8	9	10
Insetti molesti	v=0 ovunque, no concorrenti	v=0 ovunque, con concorrenti biologici	v=0 per $1 > S > 0.75 S_{tot}$	v=0 per $0.75 > S > 0.50 S_{tot}$	v=0 per $0.5 > S > 0.25 S_{tot}$	v=0 per $0.25 > S > 0.10 S_{tot}$	v>0 ovunque
	4	5	6	7	8	9	10
Accessibilità (fauna)	Completamente inaccessibile	Accessibile solo via aerea (uccelli)	Accessibile via aerea e piccoli mammiferi	Accessibile a tutti con alto rischio	Accessibile a tutti con medio rischio	Accessibile a tutti con poco rischio	Completa
	4	5	6	7	8	9	10

Fruibilità							
Accessibilità a pubblico	Inaccessibile	Solo autorizzati	Solo a visite guidate	Libera fino al 50%	Libera fino al 70%	Libera fino al 90%	Completa
	4	5	6	7	8	9	10
Accessibilità a tecnici	Inaccessibile	Solo autorizzati	Solo a visite guidate	Libera fino al 50%	Libera fino al 70%	Libera fino al 90%	Completa
	4	5	6	7	8	9	10

Tabella 2: Griglia di valutazione



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO



fondazione
cariplo

Ambiti	Manutenzione ed esercizio						Qualità acque										Impatto ambientale					Fruibilità		Voto complessivo
Pesi ambiti	0.20						0.40										0.30					0.10		
Interventi	Frequenza	Costo annuo per energia elettrica	Costo annuo per reagenti	Costo annuo per manutenzione	Sensibilità al rischio idraulico	Livello tecnico	Portata trattata	Rimozione N	Rimozione P	Rimozione COD	Rimozione metalli (Pb, Zn)	Rimozione tensioattivi	Rimozione idrocarburi totali	Volume stoccabile	Elasticità ai picchi	Resistenza a secco	Creazione di nuovi habitat	Odori	Rumorosità	Insetti molesti	Accessibilità (fauna)	Accessibilità a pubblico	Accessibilità a tecnici	
Pesi attributi ambiti	0.30	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.07	0.10	0.10	0.10	0.40	0.15	0.15	0.15	0.15	0.70	0.30	
Vasca di accumulo	10	10	10	10	9	9	6	5	4	5	5	5	5	7	10	10	8	7	10	6	10	10	10	7.89
Lagunaggio	10	10	10	10	9	9	6	6	6	6	6	6	6	7	10	10	9	6	10	6	10	10	10	8.20
Fitodepurazione FWS	10	10	10	9	9	9	8	6	6	7	7	6	8	6	10	10	10	8	10	8	10	10	10	8.72
Fitodepurazione HF	10	9	10	9	9	8	6	6	6	7	8	7	9	6	5	10	9	9	9	10	10	10	10	8.36
Fitodepurazione VF	10	9	10	9	9	8	6	7	6	7	8	7	9	6	5	10	9	9	9	10	10	10	10	8.40
Sistema FWS/SFF con bacino accumulo	10	10	10	9	9	9	8	7	6	7	7	6	8	7	10	10	10	8	10	9	10	10	10	8.85
Percolazione forzata con bacino accumulo	8	7	10	10	8	7	8	10	10	10	10	10	10	4	6	7	5	7	9	7	9	8	8	7.78
Lagunaggio aerato	6	7	10	9	9	6	6	6	6	7	6	6	6	7	10	10	9	6	7	6	9	8	8	7.41

Tabella 3: Confronto tra le alternative progettuali



I risultati ottenuti dalla seguente valutazione mostrano che:

- i bacini di accumulo e i sistemi di lagunaggio sono sicuramente vantaggiosi per quanto riguarda i costi di manutenzione e di gestione ma in termini di riduzione del carico inquinante hanno un'efficienza minore rispetto alle altre alternative analizzate. Inoltre sono dei sistemi che trattano basse portate d'acqua anche se risultano dei sistemi elastici per quanto riguarda la variabilità delle portate in ingresso. Hanno entrambi un buon impatto ambientale ma di contro, essendo sistemi in cui l'acqua staziona per alcuni giorni, sono soggetti a cattivi odori e alla presenza di insetti. Per quanto riguarda gli aspetti fruitivi questi sistemi sono completamente accessibili sia al pubblico che agli addetti specializzati.
- gli impianti di fitodepurazione a flusso superficiale sono anch'essi vantaggiosi in termini di costi di manutenzione e gestione. In termini di rimozione dei carichi inquinanti hanno un rendimento maggiore rispetto al lagunaggio soprattutto nei confronti del COD e dei metalli pesanti. Sono vantaggiosi in termini di volumi di acqua trattati e hanno una buona elasticità per quanto riguarda le eventuali variazioni di portata. Non hanno un grosso impatto ambientale soprattutto per il fatto che creano nuovi habitat con lo sviluppo di nuovi ecosistemi. Anche in questo caso i sistemi di fitodepurazione sono completamente accessibili sia al pubblico che agli addetti specializzati.
- gli impianti di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale e verticale sono leggermente più svantaggiati in termini di costi di gestione e manutenzione rispetto a quelli a flusso superficiale in quanto prevedono organismi di regolazione e pompaggio dell'acqua trattata. Trattano basse portate d'acqua ma i rendimenti di rimozione degli inquinanti sono abbastanza elevate, soprattutto per quanto riguarda i metalli pesanti e i COD. Anche la rimozione dell'azoto e del fosforo è superiore rispetto ai sistemi FWS, soprattutto nei sistemi a flusso verticale. Di contro non hanno una buona elasticità rispetto alle variazioni di portata. L'impatto ambientale risulta buono come per i sistemi a flusso superficiale e in aggiunta non avendo flusso superficiale non sono soggetti a sgradevoli odori e presenza di insetti. Per la presenza di organi di regolazione sono sistemi rumorosi. Gli aspetti fruitivi sono identici a quelli del precedente sistema di fitodepurazione.
- il sistema misto di fitodepurazione a flusso superficiale e sistema filtro forestale risulta molto vantaggioso in termini di costi di manutenzione e gestione dell'impianto. Le portate



trattate da tali sistemi sono maggiori rispetto a quelle dei sistemi di fitodepurazione classici, prevedendo un bacino di accumulo a monte del sistema. La rimozione degli inquinanti è assimilabile a quella dei sistemi di fitodepurazione ma, a differenza loro, questo sistema ha un'ottima capacità di adattarsi alle variazioni di portata transitante. Hanno un'ottimo impatto ambientale sia per quanto riguarda la creazione di nuovi habitat che per quanto riguarda la rumorosità e l'accessibilità alla fauna. Riguardo la fruizione questo sistema è completamente accessibile sia al pubblico che agli addetti specializzati.

- per quanto riguarda i sistemi di percolazione forzata è possibile notare che i costi di gestione e manutenzione sono maggiori rispetto agli altri sistemi: infatti in questi impianti gioca un ruolo fondamentale la componente tecnologica. Il sistema tratta portate d'acqua modeste ma ha un'efficienza di rimozione degli inquinanti molto elevata. Di contro non sono sistemi elastici per quanto riguarda le variazioni di portata del refluo. Essendo un sistema di finissaggio particolarmente tecnologico ha degli svantaggi sia per quanto riguarda la creazione di nuovi habitat sia per quanto riguarda la produzione di odori e la presenza di insetti. Sono altresì impianti abbastanza rumorosi e l'accessibilità alle aree è ostacolata sia per il pubblico che per i tecnici.
- Il sistema di lagunaggio aerato è anch'esso un sistema poco vantaggioso in termini di costi di gestione e manutenzione. Il sistema non può trattare elevate portate di alimentazione e i rendimenti di rimozione sono inferiori rispetto alla fitodepurazione, ma ha una buona elasticità nei confronti delle variazioni di portata in ingresso. L'impianto ha un buon inserimento ambientale ma ha degli svantaggi in termini di produzione di odori, presenza di insetti e generazione di rumori. Per quanto riguarda la fruibilità la zona risulterà poco accessibile sia per il pubblico che per il personale tecnico.

4. LA SCELTA PROGETTUALE

Alla luce delle considerazioni esposte nel precedente capitolo è stata scelta la miglior alternativa progettuale tra quelle analizzate. In particolare è stato sviluppato il progetto di un sistema che comprende un trattamento primario in un bacino di accumulo e un trattamento secondario con un sistema con caratteristiche intermedie tra un sistema di fitodepurazione a flusso superficiale e un sistema filtro forestale.

4.1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il sistema di finissaggio del depuratore di Merone sarà costituito da tre unità principali e sarà possibile alimentarlo attraverso due diverse fonti.

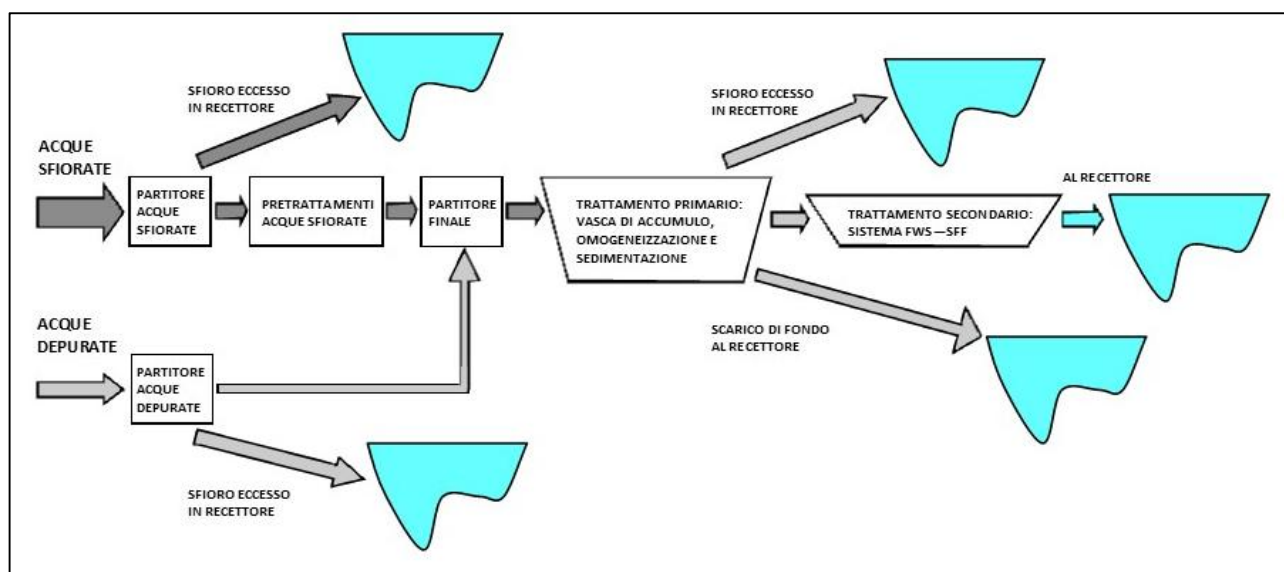


Figura 6 – Schema concettuale del sistema di finissaggio

Come si può osservare dalla Figura 6 sarà possibile alimentare il sistema da due differenti fonti:

- 1) le acque di supero scolmate dallo sfioratore di testa del depuratore;
- 2) le acque depurate effluenti dall'ultimo stadio di depurazione.

Nel primo caso le acque di supero saranno intercettate grazie ad un pozzetto ripartitore che verrà realizzato in linea all'attuale condotta di scarico delle acque sfiorate. Nel secondo caso le acque



trattate dal depuratore saranno derivate attraverso una apertura nella vasca di filtrazione che alimenterà un pozzetto dotato di paratoia in ingresso per modulare le portate. Il surplus rispetto alla portata derivata continuerà invece a riversarsi in recettore attraverso l'attuale recapito delle acque trattate.

Le acque sfiorate (parte alta dello schema) dovranno subire alcuni pretrattamenti (grigliatura, dissabbiatura e disoleatura) in una vasca rettangolare interrata prima dell'ingresso all'unità primaria: questo al fine di intercettare i solidi grossolani ed i flottanti per impedire che ostacolino gli stadi successivi. Successivamente è previsto un partitore finale con lo scopo di consentire l'immissione in un unico punto sia delle acque sfiorate sia quelle provenienti dallo scarico del depuratore.

Le acque così addotte verranno convogliate al trattamento primario consistente in una vasca di accumulo, omogeneizzazione e sedimentazione della capacità complessiva di circa 6000 mc con lo scopo di accumulare una quota parte del volume sfiorato, omogeneizzare le concentrazioni di inquinanti e consentire la sedimentazione meccanica dei solidi sospesi. Sarà previsto l'isolamento della vasca dalla falda sottostante attraverso uno strato impermeabilizzante.

Il trattamento secondario sarà invece costituito da una unità di depurazione a flusso superficiale (Free Water Surface – FWS) progettata come sistema di canali e pozze di profondità media non superiore ad 1.00 m. In realtà le caratteristiche del sito scelto per la collocazione del sistema hanno indotto a progettare questa unità con caratteristiche intermedie tra un sistema classico FWS ed uno SFF (Sistema Filtro Forestale).

Il trattamento FWS-SFF avrà una capacità complessiva di circa 4000 mc e permetterà di completare la rimozione dei solidi sospesi per sedimentazione, completare la denitrificazione e la defosforazione per azione delle piante acquatiche e delle specie arboree e consentire la rimozione dei metalli dalle acque di pioggia per adsorbimento da parte della rizosfera delle piante.

L'unità di trattamento primaria sarà provvista altresì di:

- uno scaricatore di fondo per lo svuotamento rapido della vasca in preparazione ad eventi meteorologici e per le operazioni di manutenzione;

- uno sfioratore a stramazzo per impedire un eccessivo rigurgito nella linea delle portate meteoriche ed uno straripamento incontrollato nell'unità secondaria. La portata in ingresso sarà comunque già controllabile da monte dal ripartitore delle portate di pioggia.

4.2. ASPETTI IDRAULICI DEL PROGETTO

Per la definizione della fattibilità idraulica del sistema senza ricorrere a sollevamenti sono state ipotizzate quote di fondo delle vasche compatibili con le quote di monte. In particolare si può osservare dalla Figura 7 come la prima quota che regola tutto il sistema è il fondo del condotto di scarico delle portate sfiorate posto a quota 214.00 m.slm.



Figura 7 – Schema idraulico del sistema di finissaggio

Il condotto ha un diametro di 1500 mm quindi la quota massima di carico prima che il tubo vada in pressione è di 242.50. È un carico comunque sufficiente a riempire la vasca fino a 242.00 m.slm. considerando che le acque sfiorate dovranno subire un pretrattamento in corrispondenza del quale e subiranno una perdita di carico che potrebbe arrivare a 0.50 m in condizioni particolarmente onerose (forte turbolenza, griglia intasata). Considerando che il sistema eroga portata al trattamento secondario a partire da una quota di circa 241.30 si può comunque contare su una perdita di carico complessiva di circa 1.20 m.

Osserviamo invece come per l'effluente ordinario del depuratore, grazie alla derivazione dal sistema di filtrazione, si possa disporre di una quota di 242.50 a fondo tubo garantendo un margine molto maggiore rispetto all'altra linea di alimentazione.



Per quanto riguarda invece la restituzione finale si fa presente come le vasche finali abbiano quote rispettivamente di 239.80 e 239.50 m.slm., con fondi paragonabili a quelli del Lambro che per livelli ordinari consentirebbe lo scarico ad una quota che si aggira sui 240.50 m.slm.

Per quanto riguarda invece lo scarico di fondo della vasca del trattamento primario ipotizzando una quota di fondo tubo pari a 239.50 si arriverebbe a Lambro con una quota di fondo di 239.00 che garantirebbe di scaricare la vasca fino ad una quota non inferiore a 240.00 m.slm., liberando fino al 60% del volume complessivo.

Infine la soglia di sfioro sulla vasca di sedimentazione è stata posta a 241.60 m.slm. in modo da consentire il transito indisturbato delle portate verso il secondario nell'intervallo compreso tra 240.80 e 241.60 m.slm ed il riempimento della prima vasca per la sua altezza complessiva (241.50).

Come è stato anticipato l'alimentazione del sistema può provenire da due diverse fonti: l'effluente depurato dall'impianto e le acque di sfioro.

L'effluente depurato sarà derivato direttamente dalla vasca dove verrà realizzata la filtrazione finale; questo consentirà di mantenere distinto il condotto di scarico da quello di alimentazione del sistema di finissaggio ed eviterebbe anche l'interruzione del ciclo dell'impianto per l'inserimento delle strutture di derivazione. Il pozzetto di carico sarà dotato di una paratoia mobile con funzionamento a battente che a seconda della sua apertura potrà far defluire la portata desiderata nel sistema di finissaggio. Questa paratoia sarà manovrata a mano o a distanza a seconda delle richieste del gestore.

Dall'altra parte lungo il condotto delle acque di sfioro verrà creato un pozzetto dal quale verrà derivata la portata di pioggia al sistema di finissaggio. Il meccanismo derivazione sarà fatto in modo tale che tutta la portata di pioggia (da progetto 80.000 mc/giorno) confluisca al sistema in progetto fin quando i livelli della vasca lo consentono. Una volta raggiunto il livello che attiva lo sfioratore della vasca di sedimentazione primaria si attiverà contemporaneamente uno sfioratore a stramazzo posizionato all'interno del pozzetto di presa che riverserà le portate di supero nell'ultimo tronco del vecchio tubo per essere quindi mandate al recettore. Il meccanismo di attivazione della soglia sarà dunque automatico ed indipendente dall'operatore.



Le acque sfiorate dovranno subire i pretrattamenti: grigliatura e disoleatura. Per la grigliatura si adotteranno più griglie fisse a maglie sempre più fini. La disoleatura avverrà per fuoriuscita per flottazione al bordo della vasca in una canaletta di accumulo.

A valle dei pretrattamenti i condotti delle acque di pioggia e quello delle acque depurate convergono in un'unica cameretta di carico della vasca di sedimentazione primaria. Le estremità dei condotti in ingresso saranno dotate di valvole a clapet per impedire che le acque rigurgitino a monte soprattutto nel condotto proveniente dal sistema di filtrazione dove potrebbe creare cortocircuiti idraulici dannosi al ciclo dell'impianto.

Il trattamento primario ha un volume regolato di circa 5.000 mc (fino a quota 241.00) e massimo di quasi 8.000 mc (fino a quota 242.00). A 241.60 si attiva la soglia di sfioro, mentre le portate defluiscono al trattamento secondario con una quota di fondo di 240.80. L'accesso al secondario sarà garantito solo a portate inferiori a 0.90 mc/s (pari a 80.000 mc/giorno ossia circa 2Q, dove Q è la portata media trattata dall'impianto).

L'alimentazione dell'unità secondaria avverrà attraverso la raccolta delle acque di sfioro lungo una canaletta che corre per la metà del perimetro della vasca di sedimentazione. Questa configurazione mira a minimizzare le velocità di fuoriuscita delle portate destinate al successivo stadio per evitare di trascinare le particelle in moto verso il fondo; tale geometria è mutuata dai sedimentatori utilizzati negli impianti tradizionali.

Le canalette convergono verso un unico punto dal quale viene alimentata la prima pozza dell'unità secondaria e quindi a cascata tutto il restante ambiente utilizzato con finalità di finissaggio.

4.3. CAPACITÀ DI RIMOZIONE DEGLI INQUINANTI

Per valutare il meccanismo di rimozione degli inquinanti sono state considerate le due unità fondamentali:

- 1) trattamento primario, nel quale predomina la rimozione meccanica delle sostanze attraverso la sedimentazione delle particelle che precipitando portano con sé differenti percentuali di inquinanti;



- 2) trattamento secondario, nel quale predomina la rimozione biologica delle sostanze attraverso il metabolismo delle alghe, delle piante e dei batteri adesi alle rispettive rizosfere; non ultima l'azione disinfettante dei raggi ultravioletti provenienti dal sole.

Sono state condotte alcune simulazioni per ipotizzare il funzionamento del sistema di finissaggio basate su questi presupposti:

- sono state effettuate simulazioni per condizioni di tempo asciutto e di tempo di pioggia
- tutta la portata considerata effettua l'intero ciclo di finissaggio (trattamento primario + trattamento secondario);
- l'entità degli sfiori è stata valutata sulla base delle performance dell'impianto alla fine dell'adeguamento tecnologico;
- anche la concentrazione delle portate sfiorate nella nuova configurazione subirebbe un'attenuazione in considerazione del fatto che l'impianto riuscirebbe a trattare una buona parte della prima pioggia.

In considerazione della dipendenza di alcune cinetiche di rimozione dalla temperatura dell'acqua trattata le simulazioni sono state suddivise tra condizioni invernali ($T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) e condizioni estive ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Naturalmente le percentuali di rimozione aumentano con l'aumentare della temperatura, come si può facilmente osservare.

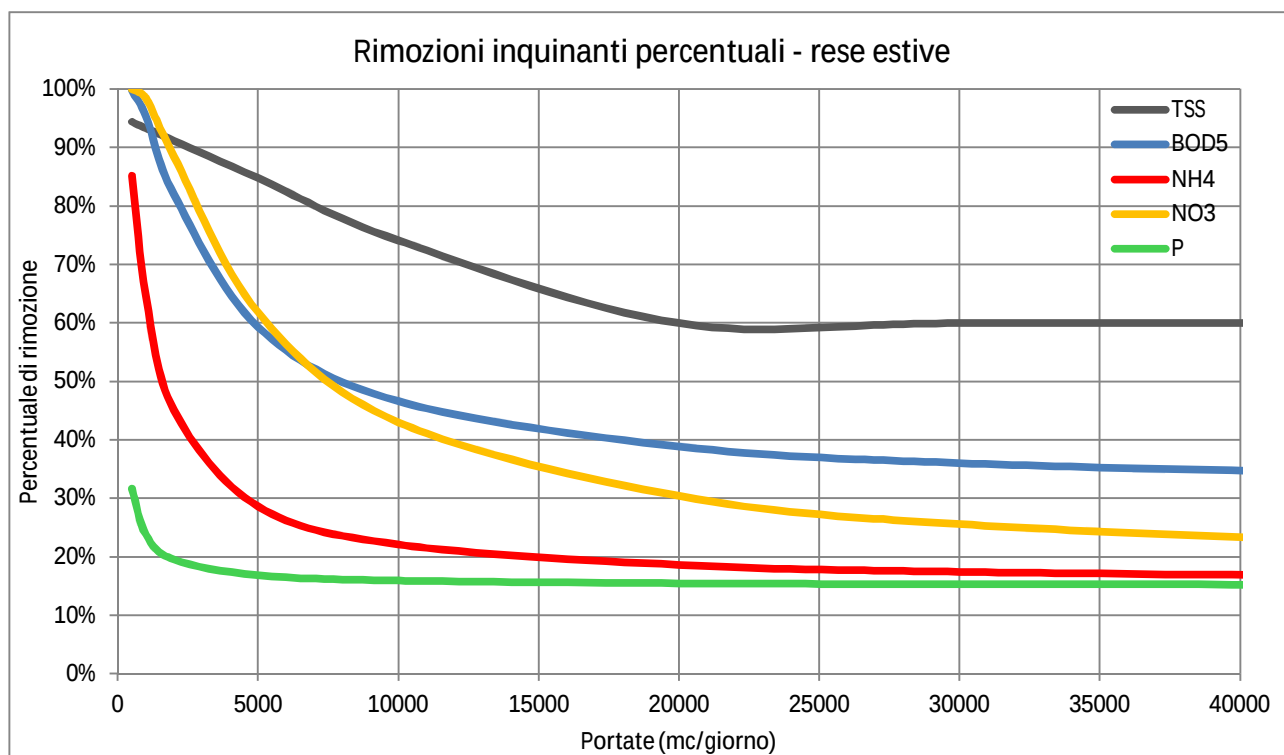
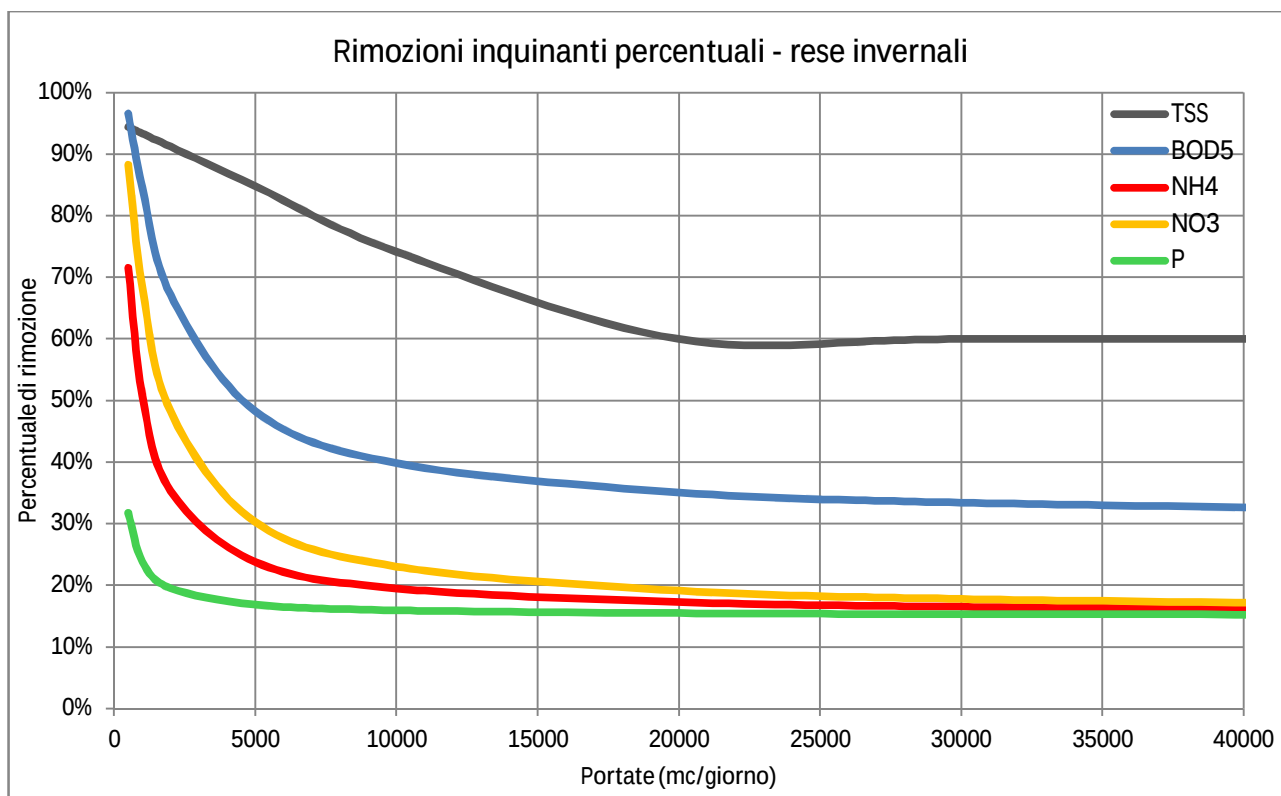


Figura 8 – Rimozioni percentuali dei nutrienti del sistema di finissaggio



Da quanto emerso dalle simulazioni si può concludere quanto segue:

- la zona di maggior interesse per il trattamento dell'effluente depurato è quella delle portate inferiori a 2000 mc/die. Oltre tale soglia i rendimenti diventano poco interessanti in percentuale, non è detto che lo siano anche in termini assoluti;
- nel caso invernale sono ancora rilevanti i rendimenti (>30% tranne che per il fosforo) per portate fino a 3000 mc/die;
- nel caso estivo sono ancora rilevanti i rendimenti (>30% tranne che per il fosforo) per portate fino a 5000 mc/die.

Un'altra simulazione è stata effettuata sui carichi totali sulla base delle seguenti ipotesi di fondo:

- trattamento costante di una portata di 5000 mc/giorno proveniente dall'effluente depurato;
- trattamento completo di tutte le acque sfiorate;
- asciutte periodiche del sistema per operazioni di manutenzione e per riposo bosco umido (circa 60 giorni all'anno).

Da questa simulazione si possono ottenere i benefici in termini di recupero di sostanze organiche che non vengono riversate in corpo idrico. La sintesi è riportata nella tabella che segue.

CARICHI ANNUI	DA EFFLUENTE E PORTATE SFIORATE FUTURO	SOTTRAZIONE NETTA DA SISTEMA FINISSAGGIO	% RIMOZIONE
BOD5 [t] O2	247,30	42,09	17%
Solidi sospesi totali [t]	295,61	73,83	25%
Fosforo totale [t] P	19,64	0,68	3%
Azoto ammoniacale [tN-NH4/L]	54,87	4,27	8%
Azoto nitrico [tN-NO3/L]	116,13	4,26	4%

Tabella 4: Sottrazione netta di carichi attribuibile al sistema di finissaggio

È stata effettuata anche una simulazione sulle concentrazioni in uscita dal finissaggio delle portate di pioggia, al fine di confrontarle con i limiti imposti dalla normativa per lo scarico in corpo idrico. In realtà il confronto non è necessariamente vincolante, anche perché le portate di pioggia



attualmente vengono riversate a concentrazioni molto superiori a quelle di legge, ed ogni intervento sarebbe pertanto solo migliorativo della situazione attuale.

La simulazione è stata effettuata ipotizzando una caratterizzazione della qualità delle acque sfiorate dedotta dai dati raccolti dall'impianto di depurazione nel 2012, estendendola ad eventi simili di cui non sono stati prelevati campioni, suddividendola per volumi giornalieri sfiorati prima di aver eliminato la prima quota, più carica, che, sempre secondo le simulazioni effettuate, sarebbe trattata direttamente dal depuratore.

In primo luogo sono state messe in relazione le concentrazioni in entrata al sistema di finissaggio con quelle in uscita, sia in condizioni invernali che in condizioni estive.

I risultati, riportati dettagliatamente nella Relazione Tecnica allegata al progetto, mostrano che:

- per i solidi sospesi l'abbattimento è ottimale per portate inferiori a 2500 mc/giorno. In questi casi si riesce ad ottenere una rimozione così spinta da soddisfare persino i limiti allo scarico. Per le portate superiori si può osservare come la situazione sia più critica per una portata trattata di 20.000 mc/giorno (per la quale si riesce comunque a limitare il superamento della soglia massima di 4 volte) piuttosto che per una portata di 80.000 mc/giorno, per la quale la soglia è superata di poco;
- per il BOD5 il discorso è simile per quanto più critico considerando che il limite di legge sarebbe soddisfatto solo per portate trattate inferiori a 1000 mc/giorno; per il resto valgono considerazioni analoghe ed anzi il rendimento depurativo per portate più alte risulta più basso rispetto al caso dei solidi sospesi;
- per l'ammoniaca i rendimenti sono in genere più bassi ed anche in questo caso si garantisce solo per alcune situazioni la soddisfazione dei limiti di legge;
- per quanto riguarda il fosforo si può constatare che si riscontrano le stesse difficoltà di rimozione che si verificano negli impianti tradizionali. Gli abbattimenti sono migliori per portate basse ma il limite di emissione rimane sempre abbastanza lontano e quasi sempre doppiato.

È stato dichiarato in principio che i sistemi naturali hanno anche una funzione di disinfezione e di rimozione di alcuni metalli. Non sono state effettuate simulazioni al riguardo dal momento che non era disponibile una quantità consistente di dati sulla presenza di batteri e di metalli nelle



portate sfiorate. È possibile però dedurre alcune considerazioni sui rendimenti dalla letteratura e dagli studi specifici riportati nella Relazione Tecnica.

Per quanto riguarda il potere di rimozione della carica batterica si può osservare essa dipende moltissimo dalla stagionalità e rimozioni interessanti si possono ottenere solo per tempi di residenza superiori al giorno, nel qual caso si avrebbe un abbattimento della carica compreso tra il 30 e il 70%. I rendimenti invernali, per i tempi di residenza considerati, difficilmente supereranno il 70%, mentre quelli estivi possono superare anche il 90%.

4.4. ANALISE DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Per il seguente progetto è stato sviluppato uno studio di prefattibilità ambientale, riportato in allegato al seguente progetto, che studia l'inserimento ambientale di ogni intervento previsto e la loro possibile interferenza con le componenti ambientali presenti.

Per quanto riguarda la gestione della risorsa idrica gli interventi previsti andranno ad aumentare in modo significativo la qualità delle acque, considerando l'attuale grado di inquinamento del Fiume Lambro in questo tratto, dovuto alla presenza del depuratore di Merone in sponda destra. Infatti il trattamento delle acque di supero scolmate dallo sfioratore di testa del depuratore e dalle acque depurate effluenti dall'ultimo stadio di depurazione permette di ridurre significativamente la concentrazione di inquinanti nelle acque del Fiume Lambro a valle del depuratore.

Il sistema primario, consistente in una vasca di accumulo, omogeneizzazione e sedimentazione, permetterà inoltre di accumulare una quota parte di volume sfiorato, circa 6000 mc, svolgendo anche una funzione di laminazione.

L'impatto maggiore lo si avrà per la vegetazione spondale presente nell'area. Gli interventi di trattamento primario e secondario previsti dal progetto ricadono su fasce di territorio identificate dalla normativa vigente come ambiti di tutela ambientale e paesaggistica. In particolare sulla sponda destra è presente un'ampia area boscata che a seguito della realizzazione degli interventi subirà una trasformazione. La legge regionale che disciplina e regola le trasformazioni degli ambiti boscati è la d.g.r. 675/2005 e s.m.i.



La legge regionale prevede interventi di compensazione differenziati a seconda del “coefficiente di boscosità” dell’area in cui si trova il bosco oggetto di trasformazione. Per il seguente progetto è stato previsto un coefficiente di compensazione pari a 1:3 della superficie boscata trasformata. Gli interventi compensativi permessi prevedono il miglioramento e la riqualificazione dei boschi esistenti in aree ad elevato coefficiente di boscosità, oppure rimboschimenti ed imboschimenti con specie autoctone, preferibilmente di provenienza locale, su superfici non boscate da sottoporre a regolare manutenzione fino all’affermazione, in aree a insufficiente indice di boscosità. Si possono prevedere anche entrambe le compensazioni.

Nel seguente progetto è stato computato un intervento compensativo per la trasformazione dell’area boscata destinata alla prima vasca di accumulo; il disboscamento interesserà una superficie di circa 3000 mq e di conseguenza è stato previsto un intervento compensativo pari a circa 79.500 €.

Come di sopra accennato gli interventi progettati per il trattamento secondario non prevedono una completa trasformazione del bosco. Infatti, in considerazione delle caratteristiche del sito scelto, si è pensato di progettare un sistema con caratteristiche intermedie tra un sistema classico FWS ed uno SFF (Sistema Filtro Forestale). Considerando la peculiarità dell’ambiente interessato dall’intervento si è deciso di apportare con il sistema filtro una opportunità di miglioramento consistente nel recupero della piena funzionalità dell’habitat di transizione del bosco umido attualmente soggetto ad interrimento ed invecchiamento.

Il rinnovamento dell’area boscata con caratteristiche di bosco umido attraverso la piantumazione di specie arbustive baccifere, costituisce una delle principali misure di salvaguardia per popolazioni residue di specie di Rettili e Uccelli svolgendo altresì un ruolo nell’implementazione della rete ecologica alla scala locale.

Visto quanto detto in merito all’utilità degli interventi previsti in al miglioramento della qualità delle acque, conseguentemente risultano chiari i risvolti positivi anche per comunità ittica presente.

Sono state infine indagate anche le possibili interferenze ambientali nelle fasi precedenti alla realizzazione delle opere, ovvero le possibili interferenze dovute alle attività di cantiere.



5. STUDI SPECIALISTICI SULLE AREE INTERESSATE DAL PROGETTO

In seguito sono riportati gli studi specialistiche effettuati sulle aree in cui sono previste e opere progettuali sviluppate nel seguente progetto. È stata svolta un'analisi idrologica, su aspetti riguardanti il clima e l'idrologia dei territori, una relazione geologica e morfologica e uno studio sulla pedologia e sui caratteri del sottosuolo e sulla zonazione geologico – tecnica. Inoltre è stato svolto uno studio di prefattibilità ambientale per l'inserimento paesaggistico delle opere in progetto e un accertamento sulla disponibilità delle aree coinvolte dall'intervento. Tali studi specialistici sono riportati in maniera più dettagliata nella Relazione Tecnica allegata al progetto.

5.1. RELAZIONE IDROGEOLOGICA

5.1.1. Clima

È stata svolta un'analisi climatica del territorio della Brianza che mostra un'andamento generale dei periodi di pioggia e dei periodi di asciutta che caratterizzano il territorio.

Il regime pluviometrico della Brianza si inquadra in un regime di tipo "prealpino". Tale regime infatti è caratterizzato da due massimi, l'uno in ottobre più accentuato e l'altro in maggio mentre i minimi si registrano rispettivamente in febbraio ed in luglio.

Per quanto riguarda le temperature si riscontra una media annua attorno ai 12-13 °C ma sono valori che tendono a diminuire attorno ai 10° via via che ci si porta verso le zone collinari più alte. I mesi più caldi risultano Luglio (il più caldo in assoluto) e Agosto, con temperature medie mensili rispettivamente di 23.5 e 23.1 °C. Il mese generalmente più freddo è Gennaio con una minima media mensile di 0°C e minime anche molto rigide e al di sotto dello zero

5.1.2. Regime pluviometrico

Dall'analisi delle serie meteorologiche delle precipitazioni giornaliere disponibili si ricava come mediamente nell'area del Comune cadono circa 1200-1300 mm di acqua all'anno.

La distribuzione delle precipitazioni è caratterizzata da picchi sia primaverili che autunnali. I mesi più piovosi in assoluto sono Maggio, Agosto, Settembre e Ottobre.

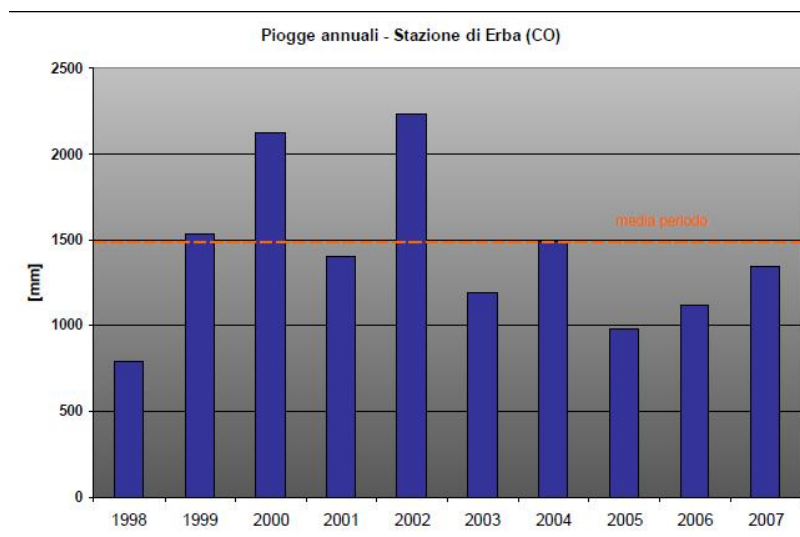


Figura 9 - Precipitazioni totali annuali per il periodo 1998 – 2007 (Stazioni di Erba)

5.1.3. Idrografia superficiale

L'area oggetto di interesse è piuttosto ricca d'acqua essendo la prima piana aperta a valle della piana d'Erba e posta alla confluenza della Bevera di Molteno, il principale affluente del Lambro dalla parte lecchese, e della Roggia Cavolto, corso d'acqua deviato recentemente per riempire le aree di cava di Baggero e che drena il lembo meridionale delle alture di Monguzzo.

L'area è anche ricca di bacini tutti residui di attività di cava conclusasi in alcuni casi poche decine di anni fa e oggi riempiti d'acqua. I principali sono:

- laghi di Baggero;
- miniera di Brenno.



Figura 10 – Idrografia dell'area

Il fiume Lambro ha un regime pluvio-nivale: non è cioè alimentato da nevi perenni, ma è alimentato sostanzialmente dalle precipitazioni e dallo scioglimento delle nevi invernali che si accumulano nei rilievi del bacino.

La curva delle portate (in Figura 11 viene riportata quella calcolata nel periodo 1955-1972 e 2004-2012) mostra come per soli 110 giorni all'anno la portata superi il valore di 5,00 mc/s, riuscendo pertanto a garantire una diluizione del solo scarico ordinario del depuratore (circa 0,5 mc/s) superiore a 10 volte per meno di un terzo dei giorni dell'anno, mentre non si riesce a garantire praticamente mai una diluizione superiore alle 30 volte.

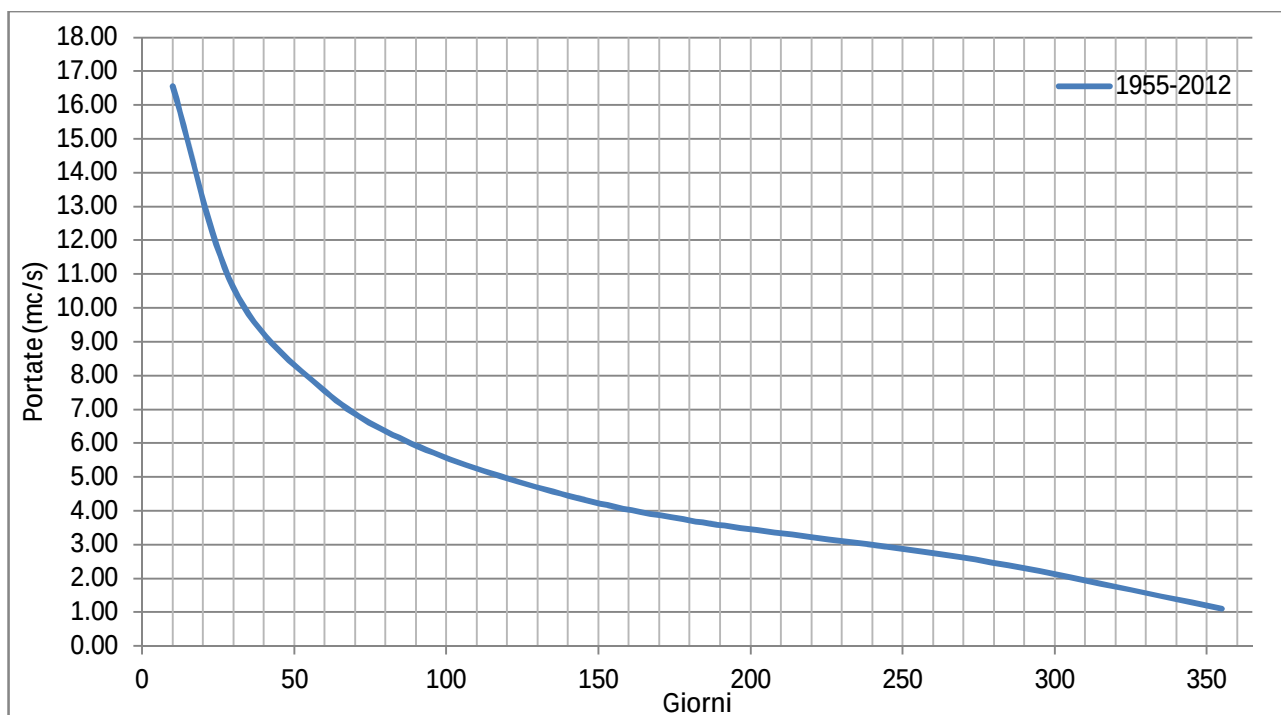


Figura 11 – Curva delle portate del Lambro alla sezione di Lambrugo

Sulla diluizione delle portate di pioggia, data la notevole variabilità dei loro valori, non si può dire molto se non riferirsi nuovamente alla statistica presentata sopra dove si evidenziava che nel 2012 si sono verificati quasi una dozzina di eventi in concomitanza a situazioni di idrologia molto povera. Naturalmente la modificazione del regime idrologico non è una variabile considerata in questo progetto, per quanto sia allo studio del Parco Regionale della Valle del Lambro una regola di gestione del Lago di Pusiano (attraverso il Cavo Diotti) che consenta di considerare anche le esigenze di diluizione dei carichi introdotti nell'asta fluviale sublacuale.

Ad ulteriore dettaglio del comportamento idrologico del Lambro nella sezione di Lambrugo si riporta la statistica relativa alle portate medie, minime e massime mensili qui registrate nel periodo 2004-2012.

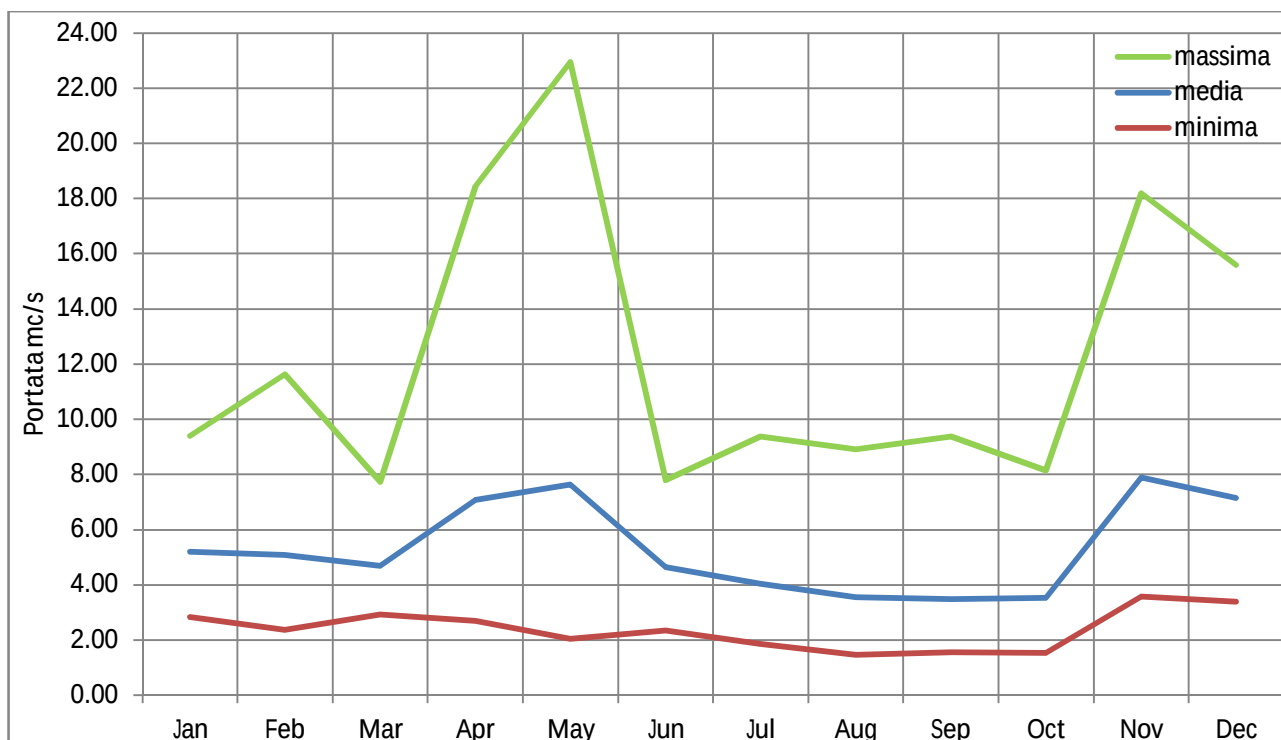


Figura 12 – Portate medie mensili nel periodo 2004-2012

Si osserva come le situazioni più critiche dal punto di vista delle magre sono quelle relative ai mesi di Agosto, Settembre ed Ottobre per i quali sono stati registrati minimi inferiori ai 2 mc/s (valori in questo caso già comprensivi dell'apporto del depuratore) e medi non superiori ai 4 mc/s. I minori problemi sono invece relativi ai mesi di Aprile, Maggio, Novembre e Dicembre, che godono delle minime (>3 mc/s) e medie (>6 mc/s) più abbondanti.

5.2. RELAZIONE GEOLOGICA

Il territorio brianzolo è compreso, dal punto di vista geografico, tra le Prealpi meridionali a Nord, il fiume Adda ad Est e grosso modo il corso del fiume Seveso ad Ovest.

Il suo limite inferiore giace a circa 150 m sul livello del mare all'altezza di Monza mentre quello superiore supera di poco gli 800 m con il monte Crocione e il San Genesio sopra Colle Brianza. I principali elementi geografici di questo territorio sono i quattro laghi rispettivamente di Annone, di Pusiano, di Alserio e di Montorfano, l'asse vallivo del fiume Lambro con le piccole valli laterali di



alcuni suoi affluenti di sinistra e i due rilievi principali di Montevecthia e del S. Genesio oltre alle modeste colline glaciali che sfumano via via verso la pianura monzese.

I centri abitati più importanti sono Monza, Cantù ed Erba ed essi racchiudono una delle aree più popolate e industrializzate d'Italia e forse d'Europa.

Un quadro assai più aggiornato della situazione geologica generale è ricavabile dalla Carta Geologica della Lombardia, pubblicata da Servizio Geologico Nazionale, Regione, Università e CNR nel 1990 (Figura 13). Si può rilevare che gli affioramenti di rocce litoidi prequaternarie, meno diffusi rispetto alla precedente interpretazione, sono rappresentati da due tipi principali, cioè la "Scaglia lombarda" (Cretaceo sup. – Eocene inf.) (verdino pieno Fm.21) e la "Arenaria di Sarnico" (22b – verdino con puntinato rosso). Altrove sono presenti depositi alluvionali e materiali glaciali, in questo caso segnalati anche ad est del Lambro. Infine la carta distingue diffusi depositi lacustri limo-argillosi olocenici (tratteggio orizzontale) dai materiali di deposizione alluvionale (bianco).



Figura 13: Stralcio della Carta Geologica della Lombardia del 1990

A Merone sono segnalati depositi sabbiosi, limo-argillosi e torbosi sia, più estesamente, nell'area tra i laghi di Alserio e Pusiano, sia nella piana di Baggero e aree più a sud. I materiali della Valle della Bevera, nella figura associati a quelli della piana, sono invece rappresentati da granulometrie



più grossolane. Questi sedimenti sono dunque prevalentemente argilloso-limosi o limo-sabbiosi, talvolta varvati, legati a sedimentazione in bacini lacustri sin e post-glaciali, di cui oggi rimane memoria nei laghi briantei di Alserio e Pusiano-Annone.

In queste zone pianeggianti l'acqua è comunque abbondante, sia perché in connessione con quella dei laghi e proveniente dal Piano d'Erba e dai suoi fontanili, sia per il drenaggio operato a spese dei colli circostanti e l'accumulo in bacini in grado di sostenere falde idriche locali. La falda freatica è infatti sempre prossima al piano campagna, sia nella zona dei laghi a nord dell'abitato, sia nella piana di Baggero (1-2 metri di soggiacenza). Naturalmente si tratta di una falda locale, dovuta, come detto alla scarsa permeabilità dei depositi fluvio-lacustri, soggetta facilmente ad alterazione e non in grado di fornire portate idriche utili.

Questo fatto, unito alla presenza, nelle parti collinari del Comune, di coperture detritiche non particolarmente potenti e substrati anch'essi poco permeabili, rende il territorio di Merone poco ricco di acque dolci sotterranee che, infatti, vengono reperite con pozzi esterni al confine comunale e ubicati sostanzialmente nell'area a monte di Pontenuovo e nel conoide di Erba, quest'ultimo, invece, molto ricco d'acqua e molto produttivo.

Gli aspetti geomorfologici di maggiore rilevanza ed evidenza sono connessi con la conservazione dei bacini lacustri a nord dell'abitato e con le peculiari e varie caratteristiche della Valle del Lambro. Altrove, i fenomeni sono meno marcati e caratteristici (area est), oppure decisamente oblitterati e alterati da un pesante intervento antropico.

Nella Figura 14 sono rappresentati, con opportuna simbologia riportata, forme, fenomeni e processi geomorfologici riconosciuti, compresi aspetti di dinamica idrologica, come più oltre descritti, e elementi più propriamente geologici (tipi di rocce affioranti e subaffioranti). Viene riportata la situazione particolare per l'area di interesse.

Si può osservare che dal punto di vista geomorfologico l'area è collocata nella zona attiva del fiume Lambro, che tra l'altro è fautore di una dinamica ben visibile ed in continua evoluzione. La parte più in alto è poi caratterizzata da forme di degrado conseguenti alla presenza del depuratore, mentre scendendo verso sud si possono osservare presenze di aree umide o esondabili.

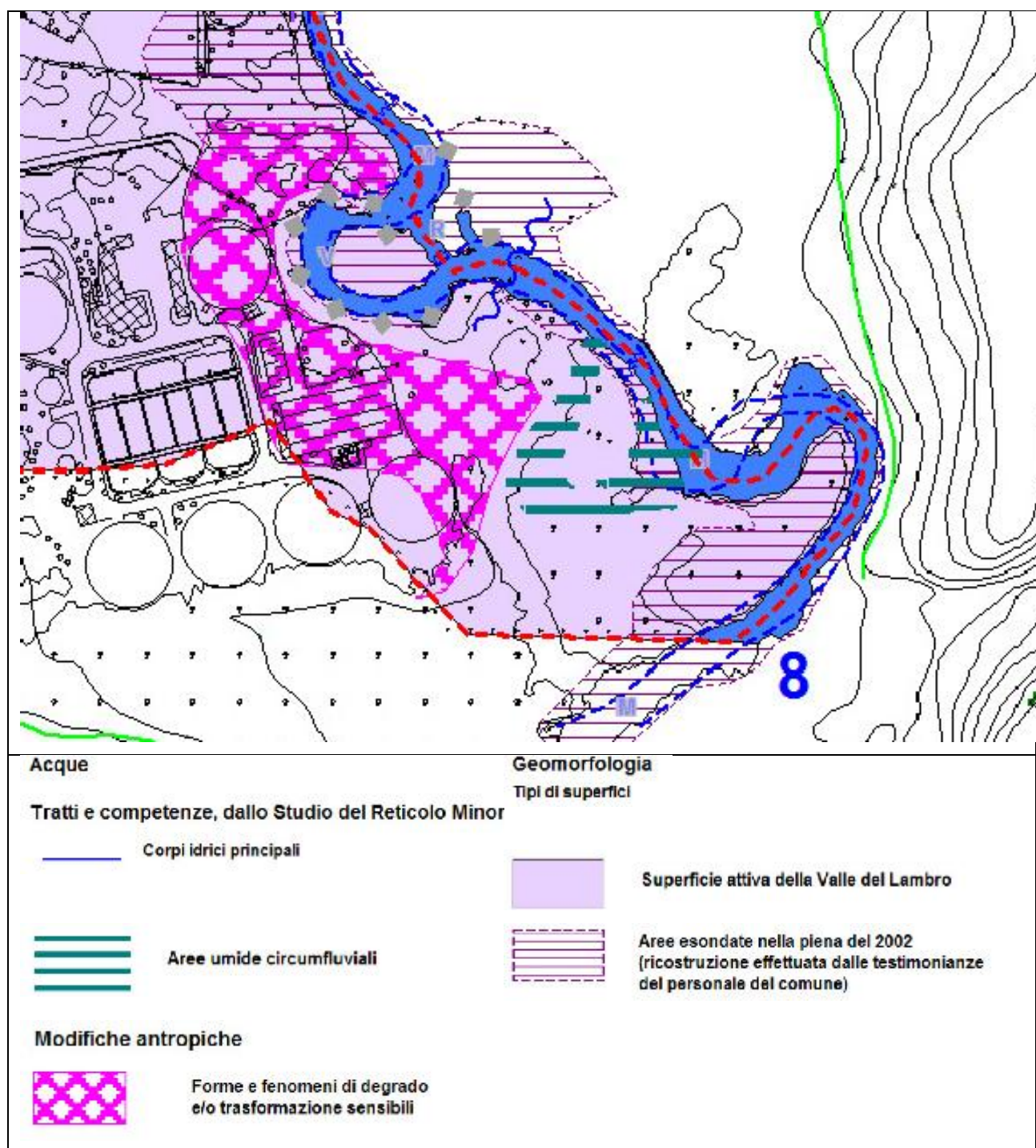


Figura 14: Elementi geomorfologici principali nell'area di interesse

5.3. RELAZIONE PEDOLOGIA

L'interpretazione pedologica si basa sulla lettura della distribuzione dei caratteri dell'ambiente che hanno significato pedogenetico e sulla definizione di unità sintetiche di pedopaesaggio. Questa



operazione ha lo scopo di indirizzare il rilevamento dei suoli e di riuscire ad assegnare ad ogni ambiente pedogeneticamente omogeneo uno o più suoli caratteristici.

Di seguito è riportata la carta pedologia redatta da ERSAF in cui è riportato lo stralcio dei pedopaesaggi, con la legenda delle sole unità che interessano Merone, e poi la carta dei suoli con una sintesi della descrizione dei suoli presenti.

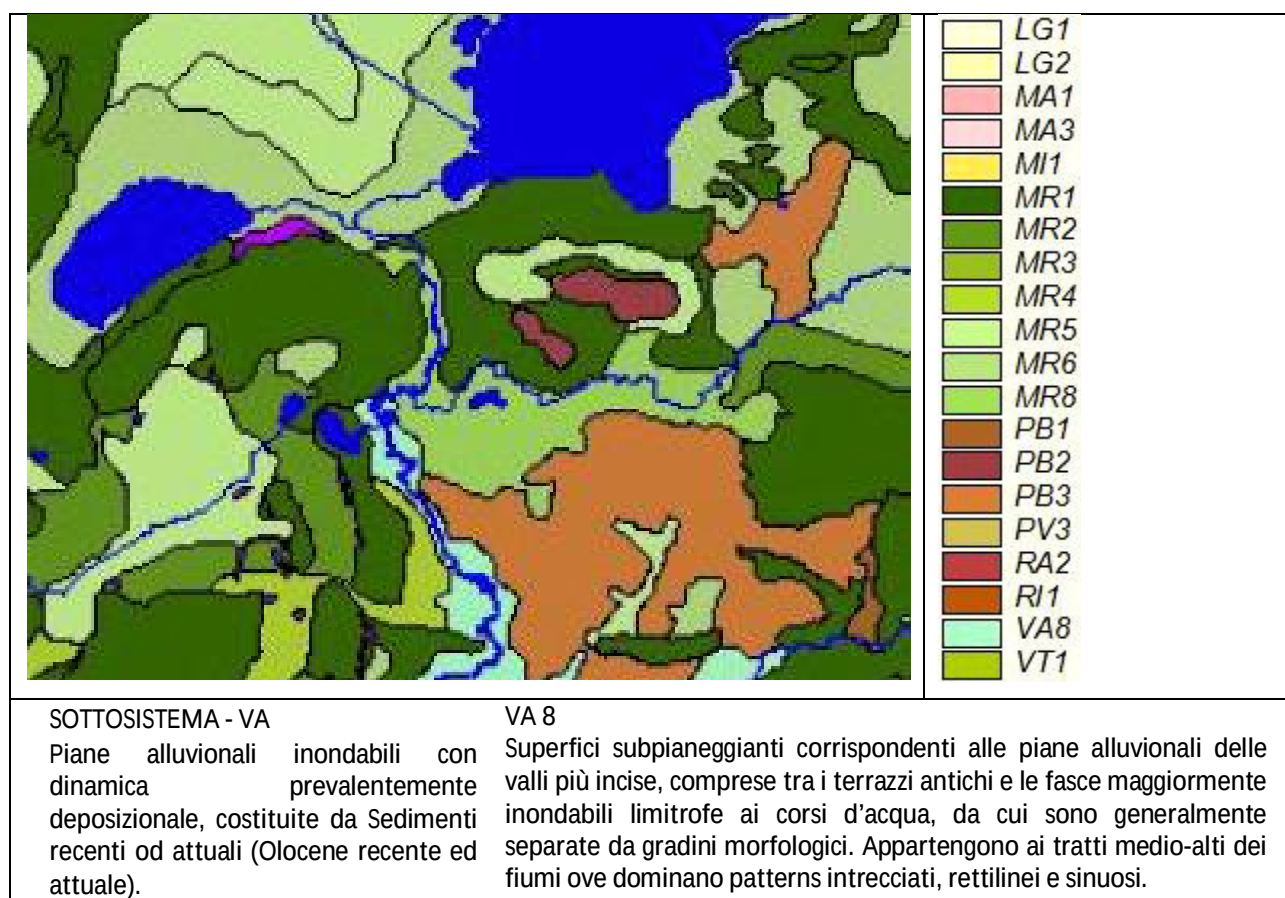


Figura 15: Paesaggi e Unità di Paesaggio secondo ERSAF



5.4. I CARATTERI DEL SOTTOSUOLO E LA ZONAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Per la definizione dei caratteri tecnici del suolo e sottosuolo sono state consultate alcune relazioni geologiche effettuate nell'area di Merone per nuove edificazioni, ampliamenti e/o modifiche dell'esistente, nonché alcune perizie e pareri di natura geologica.

Sulla base dei dati raccolti, delle conoscenze maturate sul territorio e dei risultati della campagna di indagine, l'area indagata è stata classificata come tipologia “fondovalle umido” caratterizzato da deposito alluvionali misti e livello falda entro 3 m dal piano campagna. Qui si trovano depositi alluvionali, generalmente grossolani, ma possono essere presenti lenti o livelli a granulometria fine o con depositi organici. Si riconoscono tracce di attività fluviale (meandri attivi, divagazioni recenti del fiume, aree con evidenze di umidità, ecc.).

I caratteri geologico tecnici sono da mediocri a buoni, e dipendono fortemente dalla tipologia del materiale presente localmente. Le prove effettuate per il ristorante “il Corazziere” e per il depuratore indicano la presenza di un livello superficiale di spessore variabile tra 2 e 5 m costituito da materiale fine (argilla, limi, localmente torbe) e con resistenza alla penetrazione molto bassa, al di sotto del quale compaiono livelli più grossolani a caratteri geotecnici in miglioramento con la profondità.

5.5. PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE

È stato redatto per il seguente progetto preliminare un piano particellare preliminare delle aree.

Come si osserva dallo stralcio catastale (Figura 16), ai fini della realizzazione delle opere previste dal presente progetto preliminare, non dovrebbero esistere particolari problematiche, dal momento che tutta la fascia in sponda destra del fiume, attigua al depuratore di Merone, risulta essere di proprietà della ASIL (L'Azienda Servizi Integrati Lambro S.p.A.).

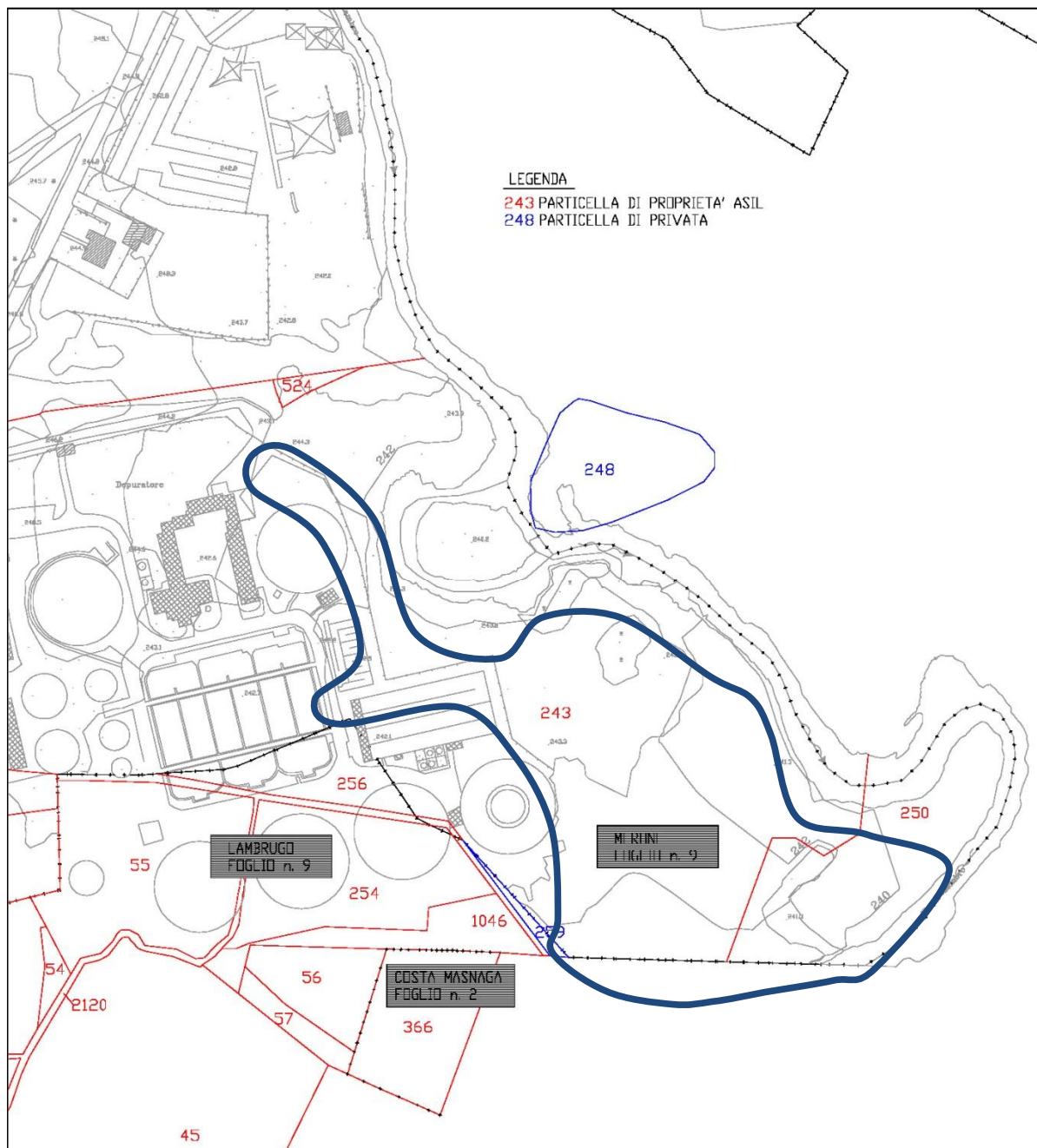


Figura 16 Stralcio catastale delle aree oggetto dell'intervento



6. INDIRIZZI PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA

In sede di progettazione definitiva sarà naturalmente necessario approfondire le indagini preliminari svolte in questa fase propositiva.

Innanzitutto occorre affrontare la questione dell'inserimento dei manufatti e più in generale dell'opera intesa come invaso e svuotamento nel contesto del Parco Regionale della Valle del Lambro.

Occorrerà pertanto in sede di progettazione definitiva affrontare con le autorità preposte alla tutela del vincolo ambientale.

Il progetto definitivo dovrà pertanto essere il frutto delle esperienze di diverse professionalità ed in particolare:

Ingegneri idraulici;

Ingegneri geotecnici e geologi;

Esperti di rinaturazione e di recupero ambientale.



7. CRONOPROGRAMMA

Di seguito è riportato il cronoprogramma relativo alla programmazione degli step progettuali previsti.

	2013												2014												2015					
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G
Incontri preliminari con stakeholders ed enti coinvolti																														
Progetto preliminare																														
Assegnazione progetto definitivo																														
Progetto definitivo																														
Ottenimento autorizzazioni necessarie																														
Assegnazione progetto esecutivo																														
Progetto esecutivo																														
Validazione progetto esecutivo																														
Assegnazione lavori																														
Esecuzione lavori																														
Collaudo																														

Tabella 5: Cronoprogramma



8. QUADRO ECONOMICO

Si riporta di seguito il quadro economico degli interventi previsti nel progetto preliminare.

		Costo [Euro]
<i>Opere a base d'appalto</i>		
A) FORMAZIONE RETE DI APPROVVIGIONAMENTO		78,306
B) MANUFATTO DI PRETRATTAMENTO		126,126
C) VASCA DI OMOGENIZZAZIONE		347,508
D) VASCHE DI LAGUNAGGIO		330,140
E) OPERE COMPLEMENTARI		124,864
<i>di cui compensazioni</i>		71,000
Sicurezza		30,208
	<i>Totale opere</i>	1,037,153
<i>Somme a disposizione dell'Ente</i>		
Imprevisti		100,694
Oneri		211,458
Spese tecniche		100,694
	<i>Totale somme a disposizione</i>	412,847
	<i>Totale complessivo</i>	1,450,000

Tabella 6 Quadro economico



9. ELENCO ELABORATI DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

Il seguente progetto preliminare denominato “Affinamento depurativo a valle del depuratore di Merone” è composto dai seguenti elaborati:

Elaborati di testo:

1. Relazione illustrativa
2. Relazione tecnica
3. Studio di prefattibilità ambientale
4. Calcolo sommario e quadro economico
5. Piano particellare preliminare delle aree

Elaborati grafici:

Tav. 1 Corografia

Tav. 2 Planimetria stato di fatto - scala 1:500

Tav. 3 Planimetria di progetto - scala 1:500

Tav. 4 Area finissaggio: planimetria di dettaglio - scala 1:250

Tav. 5 Area finissaggio: sezioni

Tav. 6 Rete di approvvigionamento: planimetria di dettaglio - scala 1:250