




ENTE ATTUATORE	 <h2>PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO</h2> <p>Via Veneto, 19 - 20844 Triuggio (MB) - Tel. 0362970961-997137 - Fax 0362997045 L.R. 16-09-83 N. 82 web: <a href="http://www.parcovalldelambro.it">www.parcovalldelambro.it</a> - web: <a href="http://www.progettolambro.it">www.progettolambro.it</a></p>		
	 <p>PROGETTO LIFE+ 2011 LIFE11 ENV/IT/004</p>	 <p><b>fondazione</b> <b>cariplo</b></p>	<p>BANDO FONDAZIONE CARIPLO 2011</p>

PROFESSIONISTI INCARICATI E GRUPPO DI LAVORO	<p><i>PROGETTAZIONE GENERALE, ASPETTI IDRAULICI:</i></p> <div>    </div> <p>STUDIO PAOLETTI</p>			<p>Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI Dott. Ing. CRISTINA GIUSEPPINA PASSONI</p>		
	<p><i>PROGETTAZIONE GENERALE:</i></p> <p>Dott. Ing. MASSIMO SARTORELLI</p>		<p><i>PROGETTAZIONE GENERALE:</i></p> <p>Dott. Ing. ROBERTO BENDOTTI</p>		<p><i>ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI:</i></p> <p>Dott. Geol. PAOLO DAL NEGRO</p>	
	<p><i>ASPETTI GEOLOGICI:</i></p> <p>Dott. Geol. BARBARA BOCCA</p>		<p><i>ASPETTI FORESTALI E VEGETAZIONALI:</i></p> <p>Dott. For. SILVIA CLERICI</p>		<p><i>ASPETTI COMPONENTE BIOTICA:</i></p> <p>Dott. ANDREA ROMANO</p>	
	<p>REDAZIONE</p> <p>M. Sartorelli</p>		<p>VERIFICA</p> <p>C. G. Passoni</p>		<p>APPROVAZIONE</p> <p>A. Paoletti</p>	

OPERA	AFFINAMENTO DEPURATIVO A VALLE DEL DEPURATORE IN COMUNE DI NIBIONNO			
FASE PROGETT.	PROGETTO ESECUTIVO FEBBRAIO 2015			
DESCR. ELABOR.	RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DEGLI INTERVENTI DI AFFINAMENTO DEPURATIVO			
Revisioni	1			
	2			
Numero elaborato	TIPOLOGIA PE	COMMESSA 365-04	DOCUMENTO RT	NUMERO B.01.00



## INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE .....	1
3. ATTUALE SISTEMA DI DEPURAZIONE CONVENZIONALE.....	3
3.1 INTRODUZIONE.....	3
3.2 SCHEMA ATTUALE DELL’IMPIANTO CONVENZIONALE E INTERVENTI PREVISTI NEL BREVE PERIODO DI MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO .....	3
3.2.1 Descrizione sintetica dell’attuale impianto di depurazione .....	3
3.2.2 Prestazioni dell’impianto .....	5
3.2.3 Acque di pioggia.....	6
4. IL SISTEMA DI AFFINAMENTO IN PROGETTO .....	8
4.1 CARATTERISTICHE GENERALI E SCHEMA D’IMPIANTO .....	8
4.2 BACINO NORD.....	9
4.3 BACINO SUD.....	10



## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area .....	2
Figura 2: schema flusso tipo di un impianto come quello di Nibionno .....	4
Figura 6: Schema concettuale del sistema di affinamento .....	8



## **RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DEGLI INTERVENTI DI AFFINAMENTO DEPURATIVO**

### **1. PREMESSA**

Il presente documento riguarda la relazione tecnica illustrativa del Progetto Esecutivo inerente la descrizione degli interventi di affinamento mediante fitodepurazione delle acque in uscita del depuratore da Nibionno.

Rispetto al progetto definitivo vengono apportate le specifiche esecutive e le modifiche e/o integrazioni emerse in sede della Conferenza di Servizi, avvenuta il giorno 18 dicembre 2015, richieste dalla società VALBE SERVIZI S.p.A., gestore dell'impianto. Tali modifiche non influenzano l'estensione delle vasche, né il rendimento depurativo delle stesse.

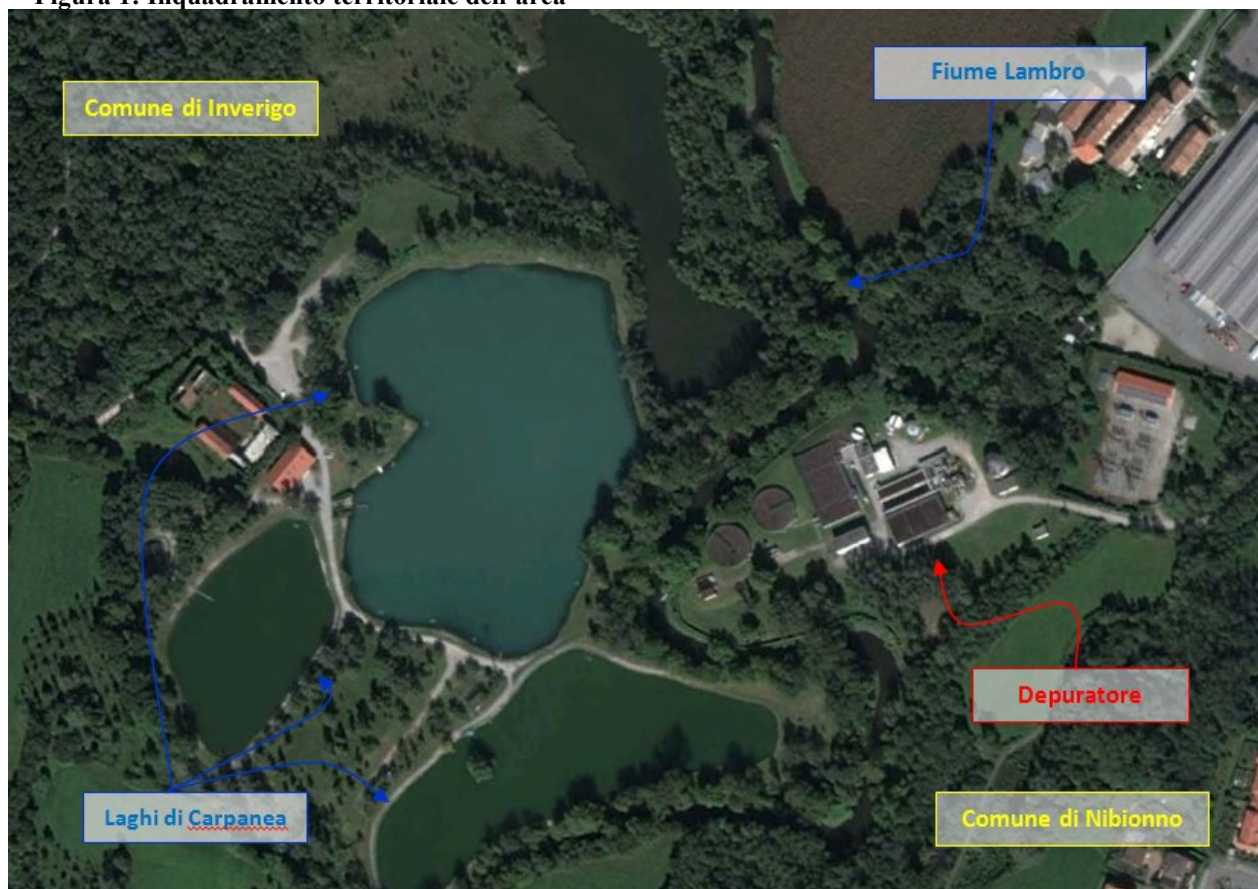
### **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE**

Gli interventi di progetto sono situati nel Comune di Nibionno (LC), al confine con il Comune di Inverigo (CO). L'intervento è localizzato in aree limitrofe al depuratore di Nibionno, in sponda sinistra del Fiume Lambro che, dopo l'uscita dal lago di Pusiano e l'immissione dell'emissario del Lago di Alserio, scorre lungo tutta la Brianza assumendo un andamento tortuoso ai piedi delle colline moreniche tipiche del paesaggio brianzolo. In particolare l'impianto di Nibionno si trova a meno di un chilometro a valle dalla confluenza della Bevera di Tabiago in sinistra idraulica del Lambro.

Le aree limitrofe sono caratterizzate dalla presenza di diversi laghetti di cava, ubicati in sponda orografica destra.



**Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area**



L'ambito d'intervento è inserito in aree di pertinenza dell'impianto di depurazione esistente, caratterizzate dalle fasce fluviali naturali e/o pseudo-naturali vegetate che costeggiano il Lambro. In questo tratto il fiume presenta un alveo a sponde naturali, caratterizzate da una vegetazione riparia spontanea, rappresentata da specie autoctone, ecologicamente compatibili con i luoghi, quali i saliceti, e anche specie alloctone, rappresentate dai robinieti.

Sulla sponda sinistra fluviale, in un'ansa del fiume, è presente il depuratore di Nibionno che recapita nel fiume Lambro, sia le acque provenienti dallo scaricatore ordinario, che 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 BOD<sub>5</sub>, 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 contribuiscono significativamente all'apporto di sostanza organica nel Fiume Lambro.



### **3. ATTUALE SISTEMA DI DEPURAZIONE CONVENZIONALE**

#### **3.1 INTRODUZIONE**

L'impianto di depurazione di Nibionno ha una potenzialità di progetto di circa 30.000 Abitanti Equivalenti. I liquami afferenti all'impianto sono convogliati da tre distinti collettori intercomunali:

- collettore a servizio dei Comuni di Nibionno, Cassago B.za, Bulciago, Barzago, Barzanò, Sirtori e Cremella che raggiunge l'impianto totalmente per gravità.
- collettore a servizio dei Comuni di Lurago d'Erba e Lambrugo, oltre alle frazioni di Camisasca (Costamasnaga), Carpanea (Inverigo), Tabiago e Cibrone (Nibionno). Tali reflui raggiungono la stazione di pompaggio interna all'impianto, ove sono sollevati al trattamento di depurazione.
- collettore a servizio di una parte del Comune di Inverigo e della Frazione Gaggio del Comune di Nibionno. Tale collettore trova recapito nella stazione di pompaggio ubicata in Località Gaggio, da dove i reflui sono sollevati al trattamento di depurazione.

I tre collettori confluiscono in un manufatto a monte del canale di grigliatura ove esiste uno scaricatore di emergenza e di by-pass dell'impianto.

#### **3.2 SCHEMA ATTUALE DELL'IMPIANTO CONVENZIONALE E INTERVENTI PREVISTI NEL BREVE PERIODO DI MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO**

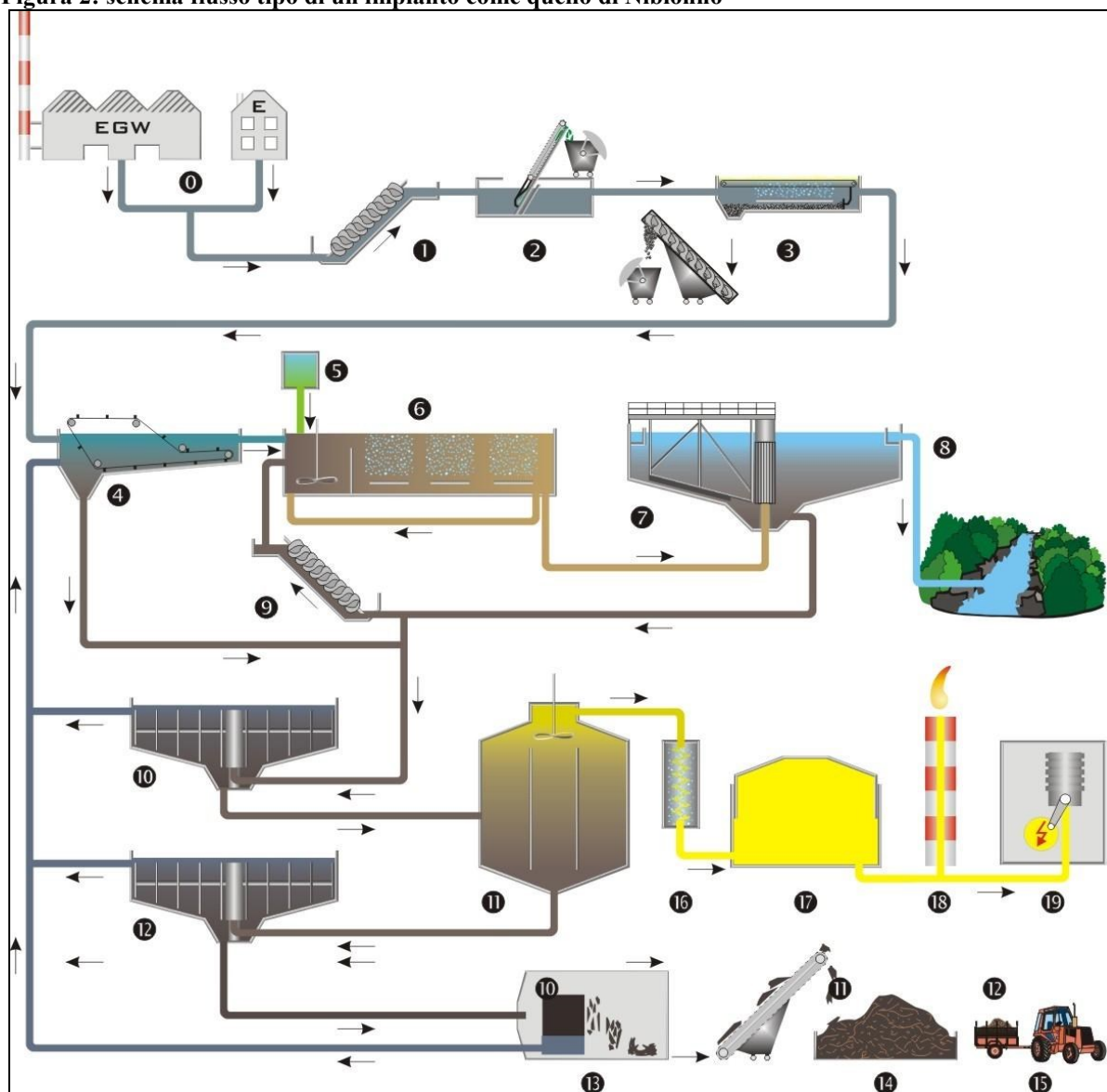
##### **3.2.1 Descrizione sintetica dell'attuale impianto di depurazione**

L'impianto è strutturato su due linee acque parallele (con l'esclusione dei trattamenti di dissabbiatura, denitrificazione biologica, e disinfezione finale), aventi ciascuna potenzialità di 15.000 Abitanti Equivalenti. La linea fanghi è singola. Il sistema di trattamento delle acque del depuratore di Nibionno prevede i seguenti trattamenti (Figura 2):

- grigliatura fine meccanica (2);
- dissabbiatura – disoleatura (3);
- sedimentazione primaria (4);
- trattamenti biologici (6): che si dividono in pre-denitrificazione ed ossidazione/nitrificazione biologica;
- sedimentazione secondaria (7);
- disinfezione dell'effluente.



Figura 2: schema flusso tipo di un impianto come quello di Nibionno



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) (fuori servizio);
- accumulo di biogas – combustione delle eccedenze (fuori servizio)
- postispessimento (12);
- disidratazione meccanica (13).

In ragione della particolare disposizione della linea fanghi dell'impianto di Nibionno è stato





installato un impianto di biofiltrazione.

I principi su cui si basa l'azione del biofiltro sono in via generale analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico delle acque reflue; anche questi sistemi, infatti, prevedono lo sfruttamento di un largo spettro di microrganismi (batteri, attinomiceti e funghi) in grado di metabolizzare, attraverso una serie di reazioni biologiche (ossidazione, riduzione ed idrolisi) i composti naturali e di sintesi, inorganici ( $H_2S$  e  $NH_3$ ), organici (acidi, alcoli, idrocarburi, ecc.), presenti nei reflui gassosi che li attraversano.

Attualmente sono previste delle opere di adeguamento dell'impianto che riguardano essenzialmente:

- A. l'inserimento della fase di filtrazione finale per l'abbattimento dei SST e la frazione ad essa associata del  $BOD_5$ ;
- B. l'adeguamento del bacino di clorazione che, sin dalla sua realizzazione, è risultato essere sottodimensionato;
- C. il controllo del notevole afflusso di acque meteoriche in occasione delle precipitazioni atmosferiche, con inserimento di una vasca di accumulo delle acque di pioggia;
- D. l'abbattimento del Fosforo Totale ai fini dell'adeguamento ai nuovi limiti previsti dal PTUA, che ha definito l'intero bacino del Po area sensibile ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs n°152/99, ora D.Lgs n°152/06 (vedi anche Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n°3);
- E. adeguamento degli impianti elettrici per l'alimentazione ed il controllo delle apparecchiature da installare per gli interventi sopra indicati.

Altra criticità segnalata e riscontrata dai dati per l'impianto di depurazione di Nibionno è rappresentata dal notevole afflusso di acque meteoriche in occasione di precipitazioni atmosferiche, anche di non particolare entità. Tale circostanza comporta scompensi, non solo di tipo idraulico, ma anche al processo di depurazione biologica.

Pertanto, nell'ambito del progetto di adeguamento è stato previsto il controllo dell'afflusso di acque meteoriche, con inserimento di una vasca di accumulo delle acque di pioggia sul collettore che raccoglie i reflui dei Comuni di Nibionno, Cassago B.za, Bulciago, Barzago, Barzanò, Sirtori e Cremella e raggiunge l'impianto totalmente per gravità.

### **3.2.2 Prestazioni dell'impianto**

#### **Acque reflue domestiche**

Attualmente l'impianto tratta una portata media di circa 15.500 mc/giorno. Le concentrazioni





del refluo in ingresso e dell'effluente in uscita sono riportate nelle prime due colonne della tabella che segue (dati mediati su 4 anni di misurazioni dal 2010 al 2013). A seguito degli adeguamenti impiantistici previsti, in particolare una fase di filtrazione finale, l'adeguamento della bacino di clorazione, un vasca di accumulo delle acque di pioggia in arrivo dal collettore di Nibionno Bulciago ed un adeguamento degli impianti elettrici, le concentrazioni medie dell'effluente previste saranno quelle indicate nella terza colonna. Come si può osservare tutte le concentrazioni limite previste per legge (Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n.3 Tab. 5) 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).

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

REFLUE DOMESTICHE	INGRESSO	USCITA ATTUALE	USCITA FUTURA
<b>BOD<sub>5</sub></b> [mg/L] O <sub>2</sub>	121,93	16,57	< 25,00
<b>COD</b> [mg/L] O <sub>2</sub>	405,18	69,30	< 125,00
<b>Solidi sospesi totali</b> [mg/L]	190,38	25,99	< 35,00
<b>Fosforo totale</b> [mg/L] P	3,85	1,51	< 2,00
<b>Azoto ammoniacale</b> [mgN-NH <sub>4</sub> /L]	18,80	0,77	n.d.
<b>Azoto nitroso</b> [mgN-NO <sub>2</sub> /L]	0,08	0,11	n.d.
<b>Azoto nitrico</b> [mgN-NO <sub>3</sub> /L]	0,49	6,62	n.d.
<b>Azoto totale</b> [mgN/L]	28,01	10,23	< 15,00
<b>Tensioattivi totali</b> [mg/L]	21,68	2,66	n.d.

### 3.2.3 Acque di pioggia

Il problema delle acque di pioggia drenate dalla rete fognaria mista 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 BOD<sub>5</sub> sono elevate e comparabili a quelle di un refluo 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 Nibionno 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 ad un massimo di  $1.250 \text{ m}^3/\text{h}$ , con un surplus disponibile di circa  $574 \text{ m}^3/\text{h}$  rispetto alla massima delle portate reflue urbane. L'eccesso viene riversato nel corpo recettore, il Lambro, dal sistema di sfioratori sui collettori di alimentazione. Si consideri che la massima portata di pioggia ammessa all'impianto può arrivare a  $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$  (contro i  $1.250 \text{ m}^3/\text{h}$  da progetto) utilizzando in parallelo la linea di grigliatura di emergenza.

L'adeguamento dell'impianto di Nibionno prevede la futura realizzazione di una vasca di accumulo delle acque di pioggia a servizio del collettore Nibionno-Bulciago; tale vasca verrà dimensionata in modo da addurre direttamente alla depurazione, senza preventiva raccolta nella vasca di accumulo, la portata nera diluita, secondo il criterio dell'apporto pro-capite di 750 litri per abitante equivalente giorno, uniformemente distribuito nelle 24 ore. In questo modo si avrà un potenziamento dei volumi delle portate depurate in arrivo dal collettore di Nibionno-Bulciago, che andranno dagli attuali  $325 \text{ m}^3/\text{h}$  ai  $484 \text{ m}^3/\text{h}$ , che corrispondono ad un apporto pro-capite di 503 l/AEg contro i 750 l/AEg.



## 4. IL SISTEMA DI AFFINAMENTO IN PROGETTO

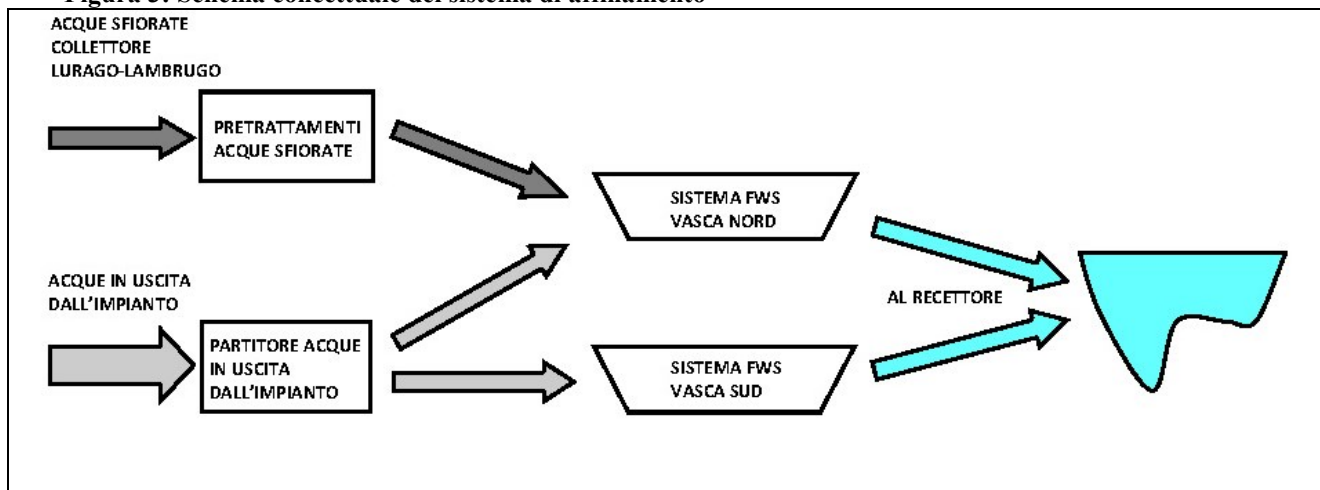
### 4.1 CARATTERISTICHE GENERALI E SCHEMA D'IMPIANTO

Nel presente capitolo verrà descritto il progetto del sistema di affinamento previsto a valle dell'impianto di Nibionno.

Come previsto nel progetto preliminare, si prevede la realizzazione di **un ecosistema filtro di affinamento a flusso superficiale composto da due bacini distinti** in grado di trattare i reflui depurati provenienti dal depuratore convenzionale.

La portata media in uscita dall'impianto è di circa 15.500 mc/giorno. I reflui verranno ripartiti in parti uguali ai due bacini. Il bacino a nord è stato dimensionato per ricevere anche le acque provenienti dallo sfioratore di emergenza come riportato nella Figura 3.

Figura 3: Schema concettuale del sistema di affinamento



Le acque dallo sfioratore di emergenza saranno intercettate e convogliate in un sistema di pretrattamento (grigliatura), costituito da una vasca rettangolare interrata: questo al fine di intercettare i solidi grossolani per impedire che ostacolino gli stadi successivi. Le acque pretrattate convoglieranno nella vasca nord per il trattamento di affinamento.

Le acque in uscita all'impianto dal depuratore saranno derivate attraverso un pozzetto partitore, dotato di due paratoie in grado di modulare, a seconda delle esigenze del gestore dell'impianto, le portate in ingresso alle vasche di affinamento. Le portate derivate saranno così convogliate nelle vasche di affinamento per il successivo trattamento.

Entrambi i bacini di affinamento saranno caratterizzati da un'area profonda avente profondità media del tirante d'acqua non superiore ad 1 m e un'area a canneto caratterizzata da circa 50 cm d'acqua. I due bacini avranno una forma naturaliforme e i reflui in uscita dal depuratore



convenzionale dovranno attraversare l'area umida realizzata, seguendo un percorso definito in cui sono collocate le macrofite acquatiche in grado di biofiltrare gli inquinanti i residui.

Il tempo medio di residenza delle acque per entrambi i bacini varia da:

- circa 5-10 ore in corrispondenza di eventi meteorici che determinano un incremento della portata in ingresso al depuratore fino a 3 volte la portata di tempo secco;
- ad un massimo di una giornata (portata di tempo secco).

I bacini saranno opportunamente impermeabilizzati con manto bentonitico per evitare la percolazione nel suolo delle acque e ricoperti da uno strato di mista naturale (dello spessore di circa 30 cm) che consentirà, nelle fasce spondali predisposte, la piantumazione del canneto. Secondo quanto riportato nella relazione geologico-geotecnica allegata al progetto (atto B.02.00), parte dell'area del bacino sud è caratterizzata da materiale a granulometria fine (limoso/argilloso) che costituisce uno strato a bassa permeabilità naturale, pertanto non si ritiene necessario impermeabilizzare il bacino in tale area, inoltre il materiale scavato in quell'area sarà recuperato e riutilizzato per l'impermeabilizzazione di parte dello stesso bacino. Lo scarico finale per entrambi i bacini è il Fiume Lambro, mediante tubazione in PVC  $\varnothing$  800 mm.

Gli argini che verranno creati a delimitazione dei bacini verranno stabilizzati mediante posa di biostuoia fibra di cocco; si andrà creare un argine perimetrale accessibile ai mezzi per la manutenzione dei bacini.

Di seguito le caratteristiche principali dei singoli bacini:

## **4.2 BACINO NORD**

Il bacino Nord ha le seguenti caratteristiche:

- pozzetto in ingresso per l'alimentazione del letto. La tubazione sarà protetta/mascherata con la posa di blocchi di pietra granitica;
- superficie specchio d'acqua circa 3.300 mq (dimensionato per ricevere metà delle acque del depuratore e le acque dello sfioratore di emergenza);
- superficie a canneto circa 1180 mq;
- quota assoluta area profonda 235,00 m s.l.m.;
- quota assoluta zona canneto 235,50 m s.l.m.;
- quota assoluta livello dell'acqua 236 m s.l.m.;
- quota dell'argine perimetrale è di 237,30 m s.l.m. lungo l'argine orientale, mentre risulta di 237,00 m s.l.m. lungo l'argine occidentale;



- impermeabilizzazione del fondo e degli argini con manto bentonitico;
- materiale di riempimento del letto (strato di 30 cm a copertura del telo) con materiale proveniente dagli scavi;
- specie vegetale impiegata: Cannuccia di palude (*Phragmites australis*);
- dal pozzetto di raccolta finale che regola i livelli e che raccolga le acque depurate per inviarle allo al recettore finale (Fiume Lambro) mediante tubazione in PVC ø 800 mm.

#### **4.3 BACINO SUD**

Il bacino Sud ha le seguenti caratteristiche:

- pozzetto in ingresso che possa permettere l'alimentazione del letto. La tubazione sarà protetta/mascherata con la posa di blocchi di pietra granitica;
- superficie specchio d'acqua circa 3.900 mq (dimensionato per ricevere metà delle acque provenienti del depuratore);
- superficie a canneto circa 1200 mq;
- quota assoluta area profonda 236,00 m s.l.m.;
- quota assoluta zona canneto 236,50 m s.l.m.;
- quota assoluta livello dell'acqua 237,00 m s.l.m.;
- quota assoluta argine perimetrale 237,30 m s.l.m.;
- impermeabilizzazione del fondo e degli argini con manto bentonitico;
- materiale di riempimento del letto (strato di 30 cm a copertura del telo) con materiale di scavo;
- specie vegetale impiegata: Cannuccia di palude (*Phragmites australis*);
- dal pozzetto di raccolta finale che regola i livelli e che raccolga le acque depurate per inviarle allo al recettore finale (Fiume Lambro) mediante tubazione in PVC ø 800 mm.

Milano, Febbraio 2015

Per il RTP

Prof. Ing. Alessandro Paoletti