



Fondazione  
Cariplo



Regione  
Lombardia



Comune  
di Volongo



Consorzio Unico  
Volonghese di Irrigazione

# INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE DEL CORSO D'ACQUA GAMBARA NEL TRATTO RICADENTE NEL COMUNE DI VOLONGO

## Progetto Esecutivo

## All. 2 Relazione tecnica

### COMMITTENTE:



Parco Oglio Sud  
Piazza Donatore del Sangue, 2  
26030 - Calvatone (CR)  
info@ogliosud.it  
C.F. 90002650191

Pre. Alessandro Bignotti  
Dir. Dott. Carlo Primo Brambilla  
RUP Arch. Marta Bodini  
Ufficio Agricoltura e Territorio  
P.A. Fabrizio Malaggi  
Ufficio Ambiente e Vigilanza  
Dr. Oliviero Spettoli  
Educazione Ambientale  
Graziella Rossetti  
Ufficio Tecnico  
Geom. Giorgio Tenca

### REDATTO:

Elena Mondin  
04\_06\_12

### PERCORSO DIGITALE:

...\P579\consegna\prog.esecutivo

### PROGETTISTA:

Ing. Giuseppe Baldo

### GRUPPO DI LAVORO:

Arch. Stefano Alonzi  
Dott. Giorgio Bacci  
Ing. Enrico Duprè  
Ing. Davide Fraccaro  
Ing. Elena Mondin  
Dott.ssa Francesca Piadi  
Dott.ssa Elisa Porcelluzzi  
Elia Prendin  
Dott.ssa Chiara Prete  
Arch. Marta Semenzato  
Ing. Claudio Tamai  
Dott.ssa Roberta Tanduo  
Arch. Alessandro Tessaro

### VERIFICATO:

Giuseppe Baldo  
04\_06\_12

### DATA:

giugno 2012

### VALIDATO:

Giuseppe Baldo  
04\_06\_12

Ingegnere  
Giuseppe Baldo  
*Ingegneria e Ambiente*

INGEGNERE GIUSEPPE BALDO  
Via delle Industrie 18/A  
30038 - Spinea (VE) - Italy  
+39 041 8221863  
+39 041 8221864  
www.aequagroup.com  
p.iva 03401670272



## Sommario

1	INTRODUZIONE.....	1
2	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO .....	3
3	TRASMISSIONE E PARERI .....	5
4	GLI INTERVENTI OGGETTO DEL LOTTO I.....	7
4.1	Intervento di rivegetazione delle sponde .....	7
4.1.1	Descrizione dell'intervento.....	8
4.1.2	Preparazione dell'area.....	8
4.1.2.1	Sfalcio della vegetazione infestante.....	8
4.1.2.2	Rastrellatura e preparazione del terreno .....	9
4.1.3	Messa a dimora delle specie.....	9
4.1.4	Il primo anno di manutenzione .....	10
4.2	Intervento A: fitodepurazione a servizio dell'impianto di depurazione del Comune di Volongo .....	11
4.2.1	Descrizione dell'intervento.....	12
4.2.2	Caratteristiche tecniche dei sistemi componenti il sistema di fitodepurazione .....	13
4.2.3	Metodologie di calcolo .....	15
4.2.4	Verifica tubazioni.....	22
4.2.5	Verifica grigliato pedonabile classe I.....	24
4.2.6	Abbattimenti e messa a dimora di nuove specie arboree ed arbustive....	25
4.2.7	Preparazione dell'area per la messa a dimora di alberi e arbusti .....	25
4.2.7.1	Scavi e movimenti terra.....	26
4.2.7.2	Aratura superficiale e preparazione del terreno .....	26
4.2.7.3	Concimazione e correzione.....	26
4.2.7.4	Lavorazioni secondarie.....	26
4.2.8	Messa a dimora di specie arboree ed arbustive.....	27
4.2.8.1	Stesura di pacciamatura in materiale plastico.....	27
4.2.8.2	Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche .....	27
4.2.9	Formazione delle aree a verde .....	27
4.2.10	Il primo anno di manutenzione.....	30
4.3	Intervento B: realizzazione di un parco didattico .....	31
4.3.1	Descrizione dell'intervento.....	32
4.3.2	Preparazione del terreno .....	32
4.3.2.1	Scavi e movimenti terra.....	32
4.3.2.2	Aratura superficiale e preparazione del terreno .....	33
4.3.2.3	Concimazione e correzione.....	33
4.3.2.4	Lavorazioni secondarie.....	33
4.3.3	Messa a dimora di specie arboree ed arbustive.....	33

4.3.3.1	Stesura di pacciamatura in materiale plastico .....	34
4.3.3.2	Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche .....	34
4.3.3.3	Formazione dell'area boscata.....	34
4.3.3.4	Formazione di macchie di vegetazione.....	35
4.3.3.5	Formazione di manto erboso.....	37
4.3.3.6	Formazione di siepe viva.....	37
4.3.4	Pavimentazioni ed elementi di arredo.....	38
4.3.5	Il primo anno di manutenzione.....	39
4.4	Intervento C: realizzazione di un bosco ripario lungo l'argine sinistro del fiume Gambara.....	40
4.4.1	Descrizione dell'intervento .....	41
4.4.2	Preparazione dell'area .....	41
4.4.2.1	Scavi e movimenti terra.....	41
4.4.2.2	Aratura superficiale e preparazione del terreno.....	41
4.4.2.3	Concimazione e correzione .....	42
4.4.2.4	Lavorazioni secondarie .....	42
4.4.3	Messa a dimora di specie arboree ed arbustive.....	42
4.4.3.1	Stesura di pacciamatura in materiale plastico .....	42
4.4.3.2	Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche .....	42
4.4.3.3	Formazione dell'area boscata.....	43
4.4.3.4	Formazione di manto erboso.....	45
4.4.4	Il primo anno di manutenzione.....	45
4.5	Intervento D: realizzazione di un'area di interscambio a servizio delle attività alieutiche.....	46
4.5.1	Descrizione dell'intervento .....	47
4.5.2	Preparazione dell'area .....	47
4.5.2.1	Scavi e movimenti terra.....	47
4.5.2.2	Aratura superficiale e preparazione del terreno.....	48
4.5.2.3	Concimazione e correzione .....	48
4.5.2.4	Lavorazioni secondarie .....	48
4.5.3	Messa a dimora di specie arboree ed arbustive.....	48
4.5.3.1	Stesura di pacciamatura in materiale plastico .....	48
4.5.3.2	Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche .....	49
4.5.3.3	Formazione dell'area boscata nell'area di interscambio.....	49
4.5.3.4	Formazione di manto erboso.....	51
4.5.4	Pavimentazioni ed elementi di arredo.....	51
4.5.5	Il primo anno di manutenzione.....	53
4.6	Interventi P1, P2, P3, P4: forestazione di aree riparie e golenali private.....	54
4.6.1	Descrizione dell'intervento .....	54
4.6.2	Preparazione dell'area .....	55

4.6.2.1	Scavi e movimenti terra.....	55
4.6.2.2	Aratura superficiale e preparazione del terreno.....	55
4.6.2.3	Concimazione e correzione.....	55
4.6.2.4	Lavorazioni secondarie.....	56
4.6.3	Messa a dimora di specie arboree ed arbustive.....	56
4.6.3.1	Stesura di pacciamatura in materiale plastico.....	56
4.6.3.2	Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche.....	56
4.6.3.3	Formazione degli impianti.....	57
4.6.3.3.1	Area P1.....	57
4.6.3.3.2	Area P2.....	59
4.6.3.3.3	Area P3.....	61
4.6.3.3.4	Area P4.....	63
4.6.3.4	Inerbimento della scarpata nell'area P1.....	64
4.6.3.5	Sfalcio della vegetazione infestante.....	64
4.6.3.6	Rastrellatura e preparazione del terreno.....	64
4.6.3.7	Idrosemina.....	64
4.6.4	Altre lavorazioni.....	65
4.6.4.1	Sfalcio della vegetazione infestante.....	65
4.6.4.2	Rastrellatura e preparazione del terreno.....	65
4.6.4.3	Idrosemina.....	66
4.6.5	Il primo anno di manutenzione.....	66
4.7	Ridefinizione delle greenways.....	67
4.7.1	Descrizione dell'intervento.....	68
4.7.2	Segnaletica ed elementi di arredo.....	68
4.7.3	Il primo anno di manutenzione.....	69
4.8	Cronoprogramma dei lavori.....	71
5	LE FORNITURE OGGETTO DEL LOTTO II.....	72
6	GLI INTERVENTI OGGETTO DEL LOTTO III.....	73
7	QUADRO ECONOMICO DI SPESA.....	75



## 1 INTRODUZIONE

Il presente elaborato costituisce la Relazione Tecnica del progetto esecutivo degli *Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambara nel tratto ricadente nel Comune di Volongo*. Il progetto, finanziato da Cariplo, Regione Lombardia e dallo stesso Parco Regionale Oglio Sud nell'ambito di un bando volto a promuovere la sostenibilità ambientale a livello locale, ha come obiettivo principale la tutela della qualità delle acque. Gli interventi previsti, di seguito descritti in dettaglio, hanno lo scopo di portare ad un miglioramento generale delle condizioni ecologiche, chimiche, biologiche e idromorfologiche del corpo idrico attraverso l'applicazione di tecniche di depurazione naturale (fasce boscate, sistema di fitodepurazione, recupero della capacità autodepurante del corso d'acqua) e di azioni di riqualificazione. Parallelamente verranno organizzate attività educative funzionali agli obiettivi di progetto e forme strutturate di condivisione delle informazioni.

Il progetto definitivo, redatto ad aprile 2012, è stato trasmesso per la verifica al Responsabile Unico del Procedimento e al Parco Regionale Oglio Sud, committente e cofinanziatore del progetto, e successivamente agli Enti per l'acquisizione dei pareri.

Il progetto esecutivo è stato redatto nel pieno rispetto degli orientamenti espressi e di quanto definito, dal punto di vista tipologico e dimensionale, nella precedente fase progettuale, recependo le prescrizioni imposte dagli organi preposti in fase di approvazione, e sviluppando e definendo in ogni loro dettaglio, dal punto di vista tecnico-costruttivo e impiantistico, le opere previste nel progetto definitivo approvato.

La progettazione esecutiva è stata suddivisa in tre lotti funzionali:

- |                  |   |
|------------------|---|
| <b>LOTTO I</b>   | Esecuzione dei lavori di realizzazione e delle manutenzioni del primo anno degli "Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambara nel tratto ricadente nel Comune di Volongo"                          |
| <b>LOTTO II</b>  | Fornitura di n.1 tribuna in carpenteria metallica e di n.1 casetta in legno   |
| <b>LOTTO III</b> | Esecuzione dei lavori di manutenzione dal secondo al quinto anno delle opere realizzate nell'ambito degli "Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambara nel tratto ricadente nel Comune di Volongo" |

e comprende, oltre alla presente relazione tecnica, i seguenti altri documenti progettuali:

- Elaborati grafici dello stato di fatto
- Elaborati grafici dello stato di progetto
- Piano di sicurezza e di coordinamento (lotto I)
- Quadro di incidenza della manodopera (lotto I)
- Elenco dei prezzi unitari (lotto I, lotto III)
- Computo metrico estimativo (lotto I, lotto II, lotto III)
- Cronoprogramma (lotto I)

- Capitolato speciale di appalto (lotto I, lotto II, lotto III)
- Piano di manutenzione
- Quadro economico generale e complessivo

di cui all'All.1 Elenco elaborati.

La presente relazione, gli elaborati grafici, il piano di manutenzione e il quadro economico generale e complessivo sono da ritenersi esaustivi per i lavori e le forniture di tutti e tre i lotti, mentre per gli altri elaborati tecnico-economici si è ritenuto opportuno distinguere.

Di seguito si descrivono in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale di appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive e per i particolari costruttivi in riferimento ai lavori di realizzazione degli interventi di cui al lotto I. Gli ultimi due capitoli fanno invece riferimento ai lavori e alle forniture di cui ai lotti II e III.

Si precisa che gli elaborati grafici di riferimento per tutti i lotti sono stati redatti in scala non inferiore a quelle del progetto definitivo o, comunque, in modo da consentire all'esecutore una sicura interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento. La redazione di elaborati grafici di maggior dettaglio verrà eventualmente concordata con la direzione lavori durante le fasi di cantiere, sia per l'esecuzione dei lavori di realizzazione degli interventi (lotto I), sia eventualmente per l'esecuzione dei lavori di manutenzione di cui al lotto III.

Gli elaborati progettuali comprendono inoltre le indicazioni per la realizzazione degli interventi di manutenzione previsti per il primo anno, calcolato a partire dalla data di consegna dei lavori, volti a favorire il buon accrescimento delle specie arboree ed arbustive messe a dimora e il mantenimento delle opere in progetto, e facenti parte del lotto I.

Il quadro economico degli interventi, che prevede una spesa complessiva pari ad Euro 750.000,00, a cui si farà fronte con il contributo ottenuto per la realizzazione del progetto, è stato suddiviso in:

- A. somme a base d'asta comprensive della realizzazione di tutti gli interventi in progetto, della manutenzione per il primo anno e degli oneri della sicurezza, per € 352.660,32;
- B. somme per la fornitura di elementi architettonici temporanei per € 50.980,43;
- C. somme per la manutenzione dal secondo al quinto anno per € 94.359,25;
- D. somme a disposizione dell'amministrazione comprensive di spese per l'esecuzione di monitoraggi, di divulgazione ed informazione, degli indennizzi ai proprietari per il mancato reddito e per il ripopolamento ittico di specie autoctone per € 252.000,00.



## 2 BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo degli *Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambara nel tratto ricadente nel Comune di Volongo* prevede la realizzazione di interventi lungo il tratto di corso d'acqua Gambara ricadente nel Comune di Volongo (compreso tra il confine comunale a Nord e la confluenza con il fiume Oglio a Sud) e in alcune aree di pertinenza fluviale. Le aree oggetto di intervento sono state messe a disposizione per il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento della qualità ambientale, in parte dal comune di Volongo e in parte da proprietari privati.

Si tratta in particolare della realizzazione di un impianto di fitodepurazione a servizio dell'impianto di depurazione comunale (Int. A), di un parco didattico (Int. B), di un bosco ripario (Int. C) e di un'area di interscambio a servizio delle attività alieutiche (Int. D), di interventi di forestazione di aree riparie e golenali (Int. P), della realizzazione di interventi di rivegetazione spondale alcuni tratti del fiume e dell'identificazione di percorsi per la fruizione delle aree riqualificate nell'ambito di un progetto più ampio di greenways.

Di seguito si riporta uno schema degli interventi previsti con l'indicazione del "codice" associato a ciascun intervento, al quale si fa riferimento in tutti gli elaborati grafici, per consentire una maggiore chiarezza nell'individuazione.

Int.	Descrizione	Rappresentazione grafica
A	Realizzazione di un impianto di fitodepurazione	
B	Realizzazione di un parco didattico	
C	Realizzazione di un bosco ripario	
D	Realizzazione di un'area di interscambio	
P	Intervento di forestazione	
-	Intervento di rivegetazione spondale	
-	Definizione di percorsi di fruizione	

### 3 TRASMISSIONE E PARERI

Il progetto definitivo, ricevuto con nota prot. 748 del 11 aprile 2012 dal Parco Regionale Oglio Sud, è stato approvato dal Parco e successivamente trasmesso agli enti per l'acquisizione dei pareri.

Ricadendo le aree oggetto di intervento in zona art.31 "zona di riqualificazione ambienti naturali", art.33 "zona agricolo-forestale di tutela morfo-paesistica" e art.40 "aree degradate da attività produttiva, di discarica, di cava, ecc." delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento del Parco Oglio Sud e all'interno del perimetro della ZPS IT20B0401 "Parco Regionale Oglio Sud", in data 16/04/2012 è stata presentata richiesta per il rilascio dell'autorizzazione ex art.146 del Dlgs 22/01/2004, n.42. Verificato che non ricorressero i presupposti per l'applicazione dell'art.149, comma 1, alla stregua dei criteri fissati ai sensi degli artt.140, comma 2, 141, comma 1, 141-bis e 143, comma 3, lettere b), c) e d), e verificato che l'istanza fosse corredata dalla documentazione di cui all'art.146, comma 3, effettuati gli accertamenti circa la conformità degli interventi, in data 19/04/2012 la Commissione per il Paesaggio ha espresso parere favorevole accertando:

- La compatibilità dell'intervento rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti dal vincolo;
- La congruità dell'intervento con i criteri di gestione dell'area;
- La coerenza dell'intervento con gli obiettivi di qualità paesaggistica;
- La compatibilità paesistica del progetto al PTC del Parco Oglio Sud a condizione che la casetta in legno e la tribuna in carpenteria metallica abbiano carattere stagionale e vengano posate solo nel periodo di utilizzo per didattica e manifestazioni e poi smontate.

A seguito della trasmissione alla Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della documentazione progettuale, la stessa Soprintendenza ha espresso parere favorevole ai sensi dell'art.146, comma 5 del Dlgs 22 gennaio 2004, n.42 e smi di compatibilità paesaggistica del progettato intervento in data 08/05/2012.

In data 20/04/2012 l'ente Parco ha inoltre espresso valutazione di incidenza positiva, ovvero assenza di possibilità di arrecare una significativa incidenza negativa sull'integrità della ZPS – IT20B0401 "Parco Regionale Oglio Sud" ai sensi dell'art.5 del DPR 08/09/1997, n.357 e smi e delle DGR 08/08/2003, n.7/14106, DGR 30/07/2004, n.7/18454, con le seguenti prescrizioni:

- Vengano messi in pratica i suggerimenti per contenere il più possibile i disturbi temporanei alle specie che visitano gli habitat presenti nell'area di indagine, indicati al punto 3.6.6.11 "Risultati finali di valutazione della significatività dell'incidenza su habitat e specie ritenute vulnerabili" dello Studio di Incidenza;
- I lavori non dovranno essere realizzati durante il periodo riproduttivo (da marzo a luglio); nel caso che fosse necessario per motivi di urgenza effettuare i lavori nel periodo riproduttivo, prima dell'inizio degli stessi si dovrà effettuare un sopralluogo alla presenza di tecnici del Parco Oglio Sud al fine di individuare l'eventuale presenza di nidificazioni in atto;
- In caso durante i lavori si verificassero situazioni di rischio per la flora e la fauna presenti nell'area, si dovranno sospendere immediatamente i lavori e avvisare

tempestivamente i tecnici del Parco Oglio Sud al fine di definire le azioni da condurre per risolvere le eventuali emergenze.

In data 18/05/2012 l'Agenzia Interregionale per il fiume Po – sede di Mantova ha infine espresso nulla-osta alla realizzazione degli interventi in progetto. Si riportano le principali prescrizioni:

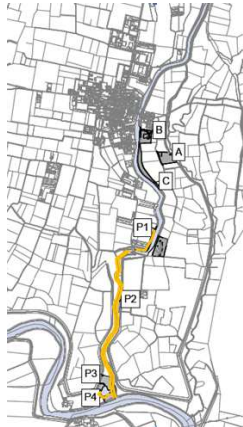
- L'opera idraulica esistente non dovrà diventare sede di deposito nè subire variazioni di forma, ma rimanere integra;
- È fatto divieto la realizzazione di opere provvisorie all'interno della sezione di deflusso del Colatore Gambarà;
- La realizzazione di ogni tipologia di piantumazione, di scavo e di rilevato dovrà avere una distanza non inferiore a mt. 4,00 sia dal ciglio sponda alveo e sia dall'unghia dell'argine maestro;
- La realizzazione di recinzioni e posa di strutture prefabbricate dovranno essere posti ad una distanza non inferiore a mt. 4,00 e dovranno essere amovibili ossia privi di dado di fondazione in cemento;
- I cartelli segnaletici e informativi dovranno essere posizionati sul ciglio lato a campagna delle sommità arginali interessate in corrispondenza di cippi marmorei o di piazzole di sosta esistenti in modo da non intralciare il transito in sommità, gli interventi di manutenzione lungo il manufatto idraulico, la stabilità e la funzionalità idraulica dell'arginatura maestra.

## 4 GLI INTERVENTI OGGETTO DEL LOTTO I

### 4.1 Intervento di rivegetazione delle sponde

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'intervento di rivegetazione delle sponde che interessa alcuni tratti del fiume Gambara ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 1. Breve sintesi dell'intervento di rivegetazione delle sponde.

Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
-	INTERVENTO DI RIVEGETAZIONE SPONDALE		<p>Inerbimento a mezzo <b>idrosemina</b> di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- una fascia di circa 2-3 m di <b>canneto</b> nella zona compresa tra il livello di magra e il livello medio;</li> <li>- <b>cariceto</b> lungo la sponda nella zona compresa tra il livello medio e il livello irriguo massimo raggiunto dall'acqua;</li> </ul> <p>per una lunghezza totale di circa <b>3350 m</b>.</p>

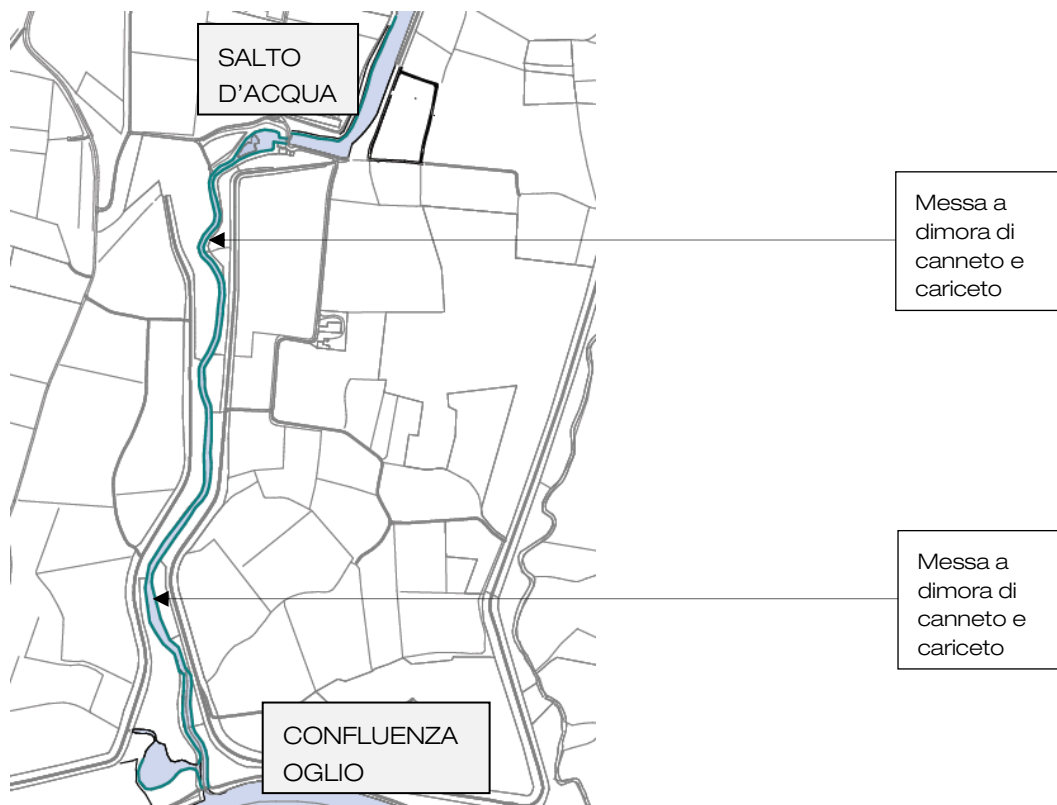


Figura 1. Planometria di progetto dell'area interessata dall'intervento di rivegetazione spondale

### 4.1.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto per sopperire alla mancanza di una fascia vegetata regolare lungo i tratti di sponda del fiume Gambara che risultano attualmente spogli di vegetazione ripariale.

Un recente sopralluogo svolto con i tecnici del Parco Oglio Sud (Figura 2) ha permesso di individuare esattamente tali tratti, evidenziati nell'All. 4.1, nei quali è prevista la messa a dimora di specie elofitiche al fine di:

- contenere i processi erosivi;
- favorire l'aumento di biodiversità;
- incrementare il potere autodepurante del fiume;
- migliorare la qualità del territorio e le possibilità di fruirlo;
- ridurre la pericolosità per la fruizione stessa.

Le aree oggetto di intervento sono:

- la sponda destra e la sponda sinistra del tratto compreso tra il salto idraulico e la confluenza con il fiume Oglio;
- il tratto posto lungo la sponda destra a monte del salto idraulico lungo lo sviluppo dell'area individuata catastalmente ai mapp. 50-54-57, Fg.6 del Comune di Volongo e interessata dall'intervento P1.

Lungo i tratti sopra individuati l'intervento consiste nella realizzazione di una fascia di circa 2-3 metri di canneto e di una fascia di cariceto mediante tecnica ad idrosemina. Entrambe le specie necessitano di vivere in ambiente acquatico, pertanto la formazione di canneto è da prevedere nella zona spondale situata tra il livello di magra e il livello medio, mentre la formazione di cariceto è da prevedere lungo la sponda fino al livello idrico irriguo massimo raggiunto dall'acqua.

Le specie scelte sono: *Phragmites australis* e *Carex acutiformis*.

### 4.1.2 Preparazione dell'area

La tecnica utilizzata per la realizzazione delle aree a canneto e cariceto consiste nello spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi ed acqua. Tale tecnica necessita delle operazioni preliminari descritte di seguito.

#### 4.1.2.1 Sfalcio della vegetazione infestante

L'attuale mancanza di una fascia vegetata lungo le sponde e gli argini del tratto del Gambara oggetto di intervento, favorisce lo sviluppo di vegetazione infestante in ragione della molta luce che giunge al suolo.

Le sponde, prima della nuova rivegetazione, dovranno essere pulite mediante sfalci e scotico, dove necessario.

È necessario infine fermare e raccogliere le erbe sfalciate entro 12 ore dal taglio in modo da evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali.



#### 4.1.2.2 Rastrellatura e preparazione del terreno

Dopo le operazioni di pulizia, che comprendono anche la rimozione di eventuali ciottoli, materiali più grossolani e radici, sono da prevedere l'esecuzione di un'operazione di rastrellamento e successivamente di compattazione del terreno per preparare il letto di semina.

Si sottolinea che detriti ed eventuali materiali di risulta andranno raccolti e trasportati con mezzi idonei nelle discariche autorizzate o su aree appositamente predisposte.

#### 4.1.3 Messa a dimora delle specie

La tecnica scelta per la messa a dimora della vegetazione spondale è l'idrosemina localizzata eseguita a mano o con mezzi meccanici con idonee specie in miscuglio.

Si riporta in Figura 2 lo stato dei luoghi del tratto tra il ponte in prossimità dell'abitato di Volongo e il salto, rilevato nel periodo di maggio 2012.

La vegetazione osservata è il risultato degli interventi di rizezionamento dell'alveo eseguiti nell'inverno 2011. I tratti in rosso indicano i canneti che hanno reagito agli interventi e si sono sviluppati molto bene. I tratti in giallo indicano invece formazioni a canneti più piccole e discontinue che però sono destinati ad espandersi.

In sponda sinistra, nel tratto che va dall'inizio della linea gialla fino alla sua metà circa, è stata riscontrata la presenza di abbondante carica di più specie.

È comunque da verificare prima dell'esecuzione dei lavori lo stato vegetativo delle formazioni a cariceto e a canneto lungo i tratti indicati in figura così da valutare l'eventuale necessità di sostituzione o integrazione degli habitat in più zone rispetto a quelle individuate nell'All.4.1.

In seguito ad un confronto con l'Ente Parco Oglio Sud, per esempio, la parte a monte del ponte in uscita dall'abitato presenta una buonissima copertura di canneto e per questo si ritiene sia necessario non intervenire. Fa eccezione un breve tratto di circa 100 metri in sponda sinistra al confine con il Comune di Fiesse, che sarà da valutare al momento dell'esecuzione dei lavori. A monte di questo tratto c'è infatti un canneto vigoroso che con buone probabilità conquisterà anche quella parte di sponda.

I lavori dovranno quindi interessare i tratti dove le sponde sono spoglie sia da cariceto che da canneto, come da indicazioni contenute nell'All.4.1, ed eventualmente qualche altro breve tratto nel quale si riscontrasse, durante sopralluogo da svolgersi prima dell'inizio dei lavori con la Direzione Lavori, la necessità di sostituzione o integrazione degli habitat.

Lo spargimento della miscela di sementi ed acqua è effettuato con un'apposita macchina specializzata, l'idroseminatrice dotata di botte, nella quale sono continuamente miscelati i materiali per evitarne la sedimentazione gravitativa. La miscela viene espulsa mediante pompe con pressione adeguata per non danneggiare le sementi stesse e sparsa sulla superficie in strati dello spessore di 0.5÷2 cm.

La miscela contiene: semi di specie erbacee con certificazione di origine (20÷60 gr/mq), acqua (1÷30 l/mq), concimi organici e/o inorganici (50÷200 gr/mq), ammendanti (60÷300 gr/mq), collanti (colloidi organici, colloidi argillo-umici, polimeri di sintesi, 10÷100 gr/mq), fitoregolatori (ormoni vegetali). Il collante ha la funzione di legare insieme sementi, concimi e ammendanti e far aderire la miscela al terreno.

Il periodo più indicato per l'operazione di idrosemina è ottobre-novembre quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

Durante le fasi di esecuzione si dovranno adottare tutte le misure necessarie alla protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti, ammendanti e collanti e dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza dalle macchine idroseminatrici.

#### 4.1.4 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno, sia in riferimento alle opere a verde, sia in riferimento alle pavimentazioni e agli elementi di arredo si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

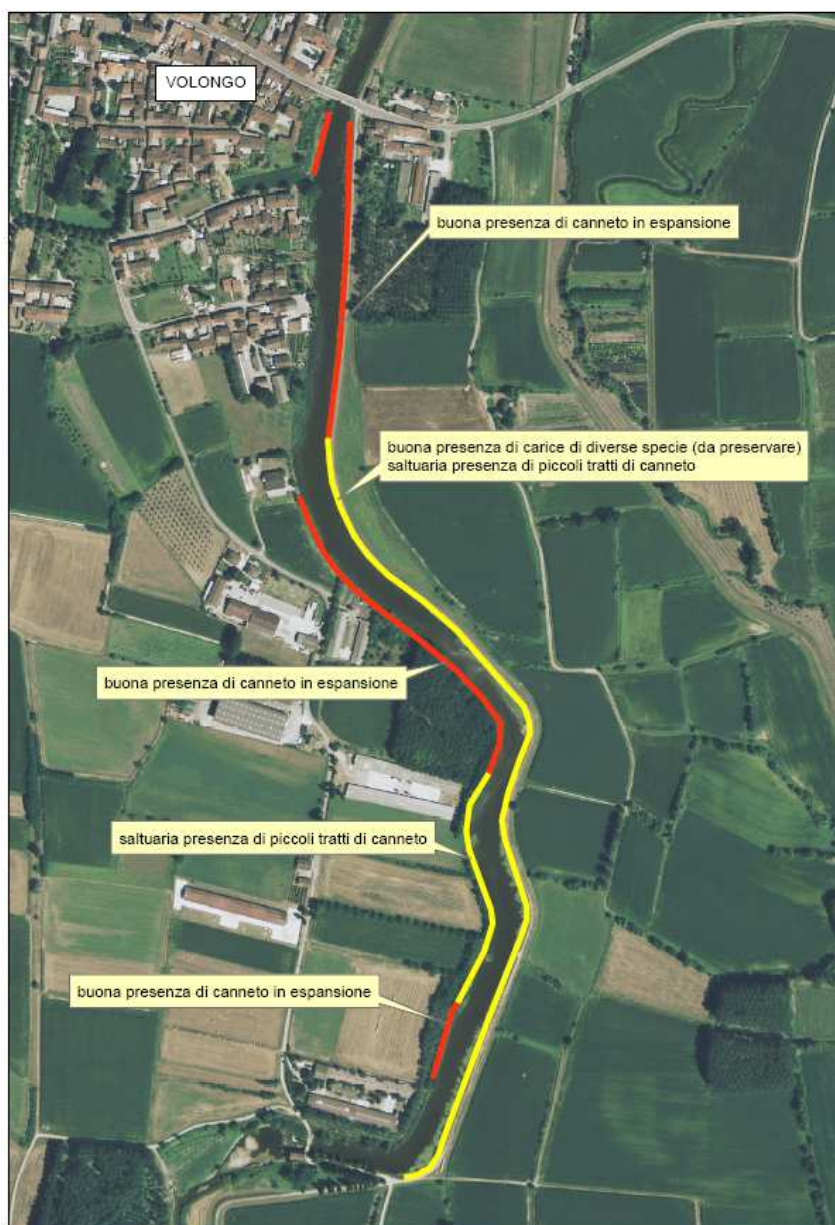



Figura 2. Presenza di canneto e cariceto lungo il tratto tra il ponte in prossimità dell'abitato di Volongo e il salto (rilievo di maggio 2012)



## 4.2 Intervento A: fitodepurazione a servizio dell’impianto di depurazione del Comune di Volongo

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell’intervento A che interessa l’area in cui verrà realizzato un impianto di fitodepurazione delle acque del fiume Gambara ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 2. Breve sintesi dell’intervento di rivegetazione delle sponde.

Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
A	REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE		<p>Realizzazione di un impianto di fitodepurazione del tipo a flusso orizzontale sommerso a servizio dell’impianto di depurazione del Comune di Volongo.</p> <p>L’impianto prevede la realizzazione di due vasche in parallelo per migliorare la distribuzione dei flussi in parte dell’area individuata catastalmente al <b>mapp.98-99 Foglio 4</b> e <b>mapp.2 Foglio 6</b> del Comune di Volongo.</p>

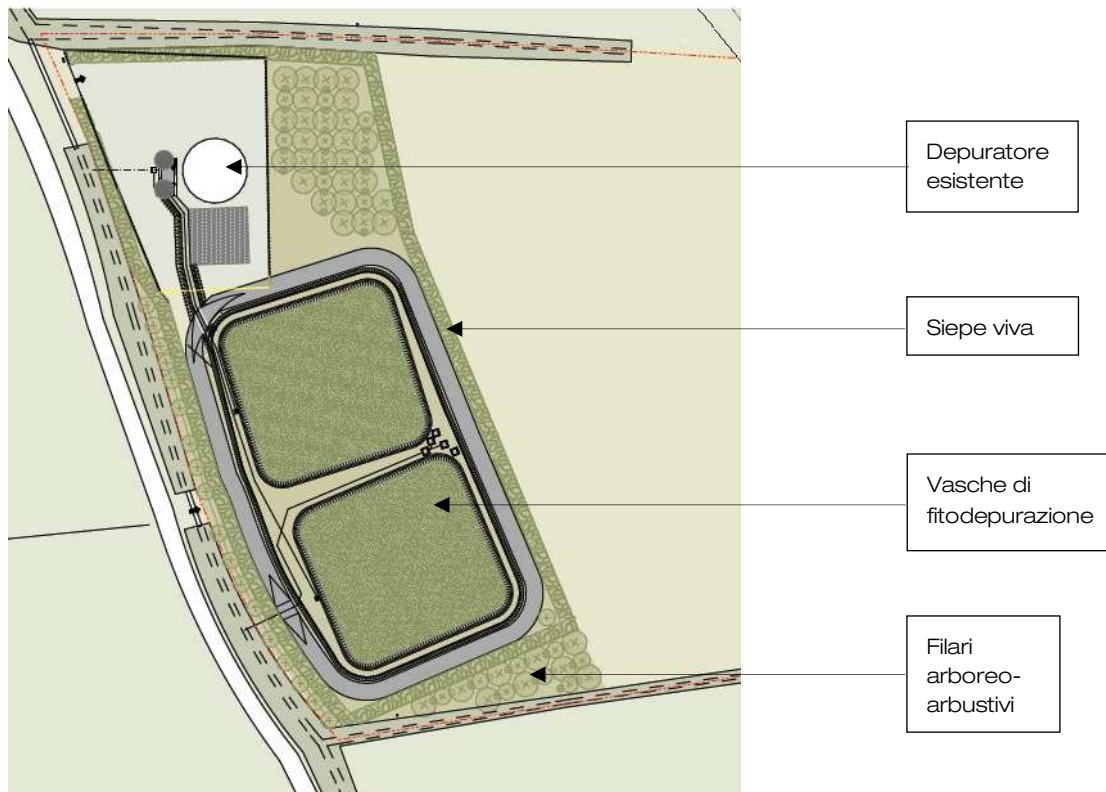


Figura 3. Planometria di progetto dell’area interessata dall’intervento A

### 4.2.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto per migliorare la qualità delle acque allo scarico prima della loro immissione nella rete superficiale. Ha altresì lo scopo di creare un sistema tampone e permanente per i rari eventi di insufficiente funzionamento dell'impianto.

L'area, di proprietà del Comune di Volongo e resa disponibile per il progetto con Deliberazione della Giunta Comunale n. 1 del 20.01.2012, risulta individuata catastalmente ai mappali 98-99 del foglio 4 e al mappale 2 del foglio 6 del Comune di Volongo.

Si riporta di seguito una breve spiegazione del funzionamento dell'impianto già riportata nella Relazione tecnica del Progetto Definitivo.

L'impianto sarà del tipo a flusso sommerso orizzontale (SFS-h o HF).

I sistemi HF (Figura 4) sono costituiti da vasche contenenti materiale inerte con granulometria prescelta al fine di assicurare una adeguata conducibilità idraulica (i mezzi di riempimento comunemente usati sono sabbia, ghiaia, pietrisco); tali materiali inerti costituiscono il supporto su cui si sviluppano le radici delle piante emergenti (sono comunemente utilizzate la *Phragmites australis* e la *Typha latifolia*); il fondo delle vasche deve essere opportunamente impermeabilizzato facendo uso di uno strato di argilla, possibilmente reperibile in loco, in idonee condizioni idrogeologiche, o, come più comunemente accade, di membrane sintetiche (PEAD o LDPE 2 mm di spessore); il flusso di acqua rimane costantemente al di sotto della superficie della vasca e scorre in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (circa 1%) ottenuta con uno strato di sabbia sottostante il manto impermeabilizzante in PEAD.

Durante il passaggio dei reflui attraverso la rizosfera delle macrofite, la materia organica viene decomposta dall'azione microbica, l'azoto viene denitrificato, se in presenza di sufficiente contenuto organico, il fosforo e i metalli pesanti vengono fissati per adsorbimento sul materiale di riempimento; i contributi della vegetazione al processo depurativo possono essere ricondotti sia allo sviluppo di una efficiente popolazione microbica aerobica nella rizosfera sia all'azione di pompaggio di ossigeno atmosferico dalla parte emersa all'apparato radicale e quindi alla porzione di suolo circostante, con conseguente migliore ossidazione del refluo e creazione di una alternanza di zone aerobiche, anossiche ed anaerobiche con conseguente sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto.

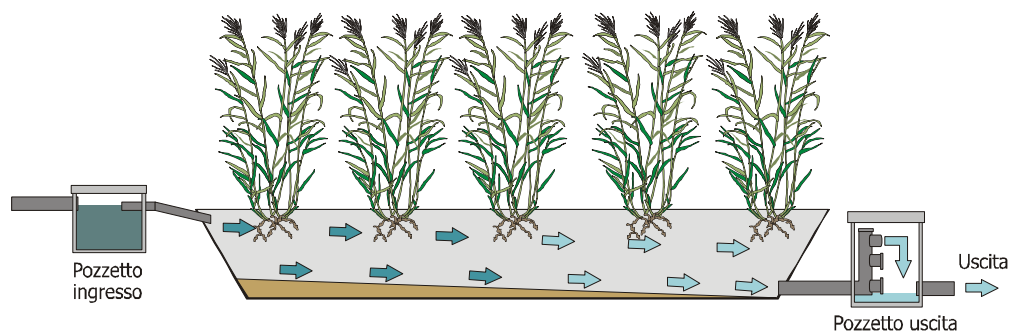


Figura 4. Sistema a flusso sommerso orizzontale

Tra i sistemi di fitodepurazione artificiali, quelli a flusso sommerso presentano spiccati vantaggi rispetto a quelli a flusso superficiale. Il flusso subsuperficiale limita infatti

fortemente il rischio di odori, lo sviluppo di insetti, e può consentire l'utilizzo della zona adibita all'impianto da parte del pubblico.

Inoltre la presenza del medium di riempimento offre una notevole superficie disponibile all'adesione ed alla conseguente crescita delle colonie batteriche responsabili dell'azione degradativa delle sostanze inquinanti e ciò comporta un minore dimensionamento dell'impianto al confronto dei sistemi a flusso superficiale.

#### 4.2.2 Caratteristiche tecniche dei sistemi componenti il sistema di fitodepurazione

Si riporta una tabella riassuntiva contenente tutti i criteri di scelta adottati per ogni singolo componente dell'impianto di fitodepurazione.

Tabella 3. Criteri di scelta dei componenti del sistema di fitodepurazione

Elemento di analisi	Scelta	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
Geometria Impianto	Disposizione su due linee in parallelo	Necessità di una sufficiente sezione trasversale per evitare intasamenti del medium	Maggiore sicurezza in fase di gestione e manutenzione, permettendo di non arrestare completamente l'impianto		
Vasca a monte per intrappolamento fanghi	Vasca bicamerale	Importanza di bloccare i fanghi non sedimentabili e quindi galleggianti	Realizzazione completamente interrata	La disposizione su due camere permette il bloccaggio dei fanghi galleggianti	
Sistema HF	Sistema a Phragmites, prof. media 0.7m, granul. media ghiaia 0.35 (diam. 5-10mm)	Forma delle vasche appropriata per un adeguato assorbimento delle punte idrauliche previste ed una equilibrata distribuzione dei reflui	Rimozione del carico organico, rimozione patogeni, rimozione solidi sospesi	Altemanza di condizioni aerobiche ed anaerobiche che favoriscono i meccanismi di rimozione dell'azoto (nitro- denitro) e dei patogeni	Affidabilità funzionale, vantaggio economico-gestionale, necessità di scarsa manutenzione, assenza di elementi tecnologici
Tubazioni	Materiale Pead	Facilità di installazione anche da personale non specializzato	Resistenza chimica, elettrolitica e superficie non incrostabile	Adattabilità alle irregolarità ed agli assestamenti del terreno	Portata superiore ai tradizionali data la superficie liscia
Alimentazione dei sistemi HF	Per gravità	Risparmio energetico rispetto ad un sistema di pompaggio	Uniformità sulla distribuzione del refluo	Funzionamento in continuo (flusso a pistone)	Inserimento sotto il piano di campagna per minimizzare lo sviluppo di maleodoranze

Elemento di analisi	Scelta	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
<i>Impermeabilizzazione e sistemi a flusso sommerso</i>	<i>Geomembrana in PeAD</i>	Modesto impatto ambientale rispetto ad altre alternative	Impermeabilizzazione e totale del sistema	Alta resistenza meccanica e chimico-fisica	Facilità di modellazione nella posa in opera
<i>Pendenza fondo vasche</i>	<i>Realizzata con sabbia</i>	Facile reperibilità	Protegge la membrana da sporgenze e arbusti	Installazione	Rispetto relazione di Darcy – idraulica del sistema
<i>Rivestimento vasche</i>	<i>Utilizzo di TnT</i>	Modesto impatto ambientale rispetto ad altre alternative	Separazione della sabbia dal terreno e protezione superficie geomembrana sul lato esterno.	Biodegradabile	
<i>Medium di riempimento HF</i>	<i>Ghiaia 10 mm</i>	Scelta della porosità in modo da assicurare una buona conducibilità idraulica	Buona efficienza dei processi di rimozione per sedimentazione	Buon supporto per lo sviluppo della comunità di macrofite	Buon supporto per lo sviluppo del biofilm batterico, principale responsabile della rimozione di inquinanti
<i>Rivestimento sponde sistemi a flusso sommerso</i>	<i>Semina con ricoprimento con juta</i>	Mitigazione dell'impatto ambientale della geomembrana	Permette di impacchettare uno strato di terreno	Difesa dall'erosione delle sponde nel periodo successivo della semina e Impedisce il ruscellamento della terra in caso di forti piogge	Rende le sponde già facilmente fruibili
<i>Sistema di drenaggio vasche</i>	<i>Tubazione in Pead microforata</i>	Prelievo effettuato dal fondo vasca	Impedisce l'infiltrazione di materiale grossolano	Permette di effettuare il controlavaggio	
<i>Pozzetti di regolazione</i>	<i>Camerette in Cls</i>	Facile ispezionabilità	Facile manovrabilità del regolatore di livello	Consente un prelievo del campione senza problemi di ingombro	
<i>Piantagione per sistemi HF</i>	<i>Phragmites australis</i>	Forte capacità di sopravvivenza in situazioni ambientali estreme e buona sopportazione di reflui aggressivi	Ampio utilizzo di queste essenze nelle zone umide costruite a livello internazionale e quindi maggiori garanzie generate dalla maggiore conoscenza scientifica dei comportamenti in svariati scenari	Specie autoctona, di facile ed economica reperibilità	Maggiore sviluppo parte radicale rispetto alle altre macrofite

### 4.2.3 Metodologie di calcolo

Diverse sono le possibilità offerte in letteratura sul dimensionamento degli impianti di fitodepurazione: ciò è dovuto sia alla “giovane età” della tecnica di depurazione, sia al fatto che per il grande numero di processi che avvengono nel vassoio assorbente, molti dei quali tuttora dibattuti, è molto difficile arrivare ad una modellizzazione matematica esauriente, per cui appare fondamentale il ricorso alle esperienze registrate e ai dati sperimentali raccolti. Per dimensionare il sistema di fitodepurazione si è fatto quindi ricorso alla metodologia EPA (1993) ed alle linee guida di progettazione suggerite dai seguenti autori: Reed, Crites, Middlebrooks 1995, Cooper P.F. et al (WRc) 1996, Brix H. 1997, Vymazal et al. 1998, Kadlec B. 2000.

In particolare si sono usate equazioni basate su una cinetica di primo ordine e si è assunto una condizione di plug-flow nella vasca per gli inquinanti la cui rimozione avviene a causa di processi microbiologici: BOD5, azoto ammoniacale e azoto nitrico. Per gli altri parametri si sono usate equazioni separate, basate su regressioni eseguite su una prima versione del database del NADB (1993, Knight et al) sulle “constructed wetland”.

La forma generale del metodo è data dalla seguente equazione:

$$\ln\left(\frac{C_i}{C_e}\right) = K_T \cdot t$$

dove:

$$t = \frac{A_s \cdot y \cdot n}{Q} \quad \text{tempo di ritenzione idraulica, in giorni;}$$

$A_s$  = Superficie richiesta dalla vasca;

$C_e$  = Concentrazione dell'inquinante nell'effluente fissata in base all'obiettivo depurativo, in mg/l;

$C_i$  = Concentrazione dell'inquinante in entrata all'impianto (dopo eventuale trattamento primario) in mg/l;

$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_R)}$  = costante cinetica alla temperatura  $T_w$ , in giorni<sup>-1</sup>;

$\theta_R$  = coefficiente di temperatura per la costante cinetica;

$K_R$  = costante cinetica alla temperatura di riferimento, in giorni<sup>-1</sup>;

$T_w$  = temperatura del refluo nella zona umida, in °C;

$T_R$  = temperatura di riferimento, in °C;

$n$  = porosità (% espressa come frazione);

$y$  = profondità media della zona umida;

$Q$  = carico idraulico medio giornaliero in m<sup>3</sup>/giorno.

Gli autori propongono i valori di Tabella 4 per i coefficienti in gioco a seconda dell'inquinante considerato.

Tabella 4. Coefficienti funzione degli inquinanti considerati

Se $1 < T_w < 10$				
Parametro	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	FC
T <sub>R</sub>	20	10	10	20
C residua	6	0.20	0.20	-
K <sub>R</sub>	1.104	K <sub>10</sub>	1.000	2.6
θ <sub>R</sub>	1.06	1.15	1.15	1.19

Se T <sub>w</sub> > 10				
Parametro	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	FC
T <sub>R</sub>	20	20	20	20
C residua	6	0.20	0.20	-
K <sub>R</sub>	1.104	K <sub>NH</sub>	1.000	2.6
θ <sub>R</sub>	1.06	1.048	1.15	1.19

K<sub>NH</sub> è la costante cinetica di nitrificazione e dipende dalla percentuale occupata dalle radici dell'altezza del letto rz.

$$K_{NH} = 0.01854 + 0.3922(rz)^{2.6077}$$

K<sub>10</sub> si ottiene da:

$$K_{10} = K_{NH} \cdot (1.048)^{-10}$$

Tali costanti sono stati verificate e aggiornate sulla base delle pubblicazioni scientifiche più recenti, anche a livello nazionale (vedi bibliografia). In particolare recenti studi hanno messo in luce come i processi biologici connessi all'azione degradante dei batteri nitrificanti subiscano un deciso rallentamento a temperature del refluo minori di 10°C, fino ad arrestarsi completamente: quindi in tali particolari condizioni l'abbattimento dell'ammoniaca non è più correlabile al parametro "temperatura del refluo".

Poiché le equazioni utilizzate dipendono dalla temperatura le rese depurative degli inquinanti il cui abbattimento è considerato dipendente da T<sub>w</sub> sono maggiori a temperature maggiori: spesso quindi lo scenario più critico da valutare risulta essere quello invernale.

Per la rimozione dei solidi sospesi si è utilizzata la formula seguente (Reed), proponendo una soglia di fondo di 6 mg/l.

$$C_e = C_i \cdot (0.1058 + 0.0011 \cdot HLR)$$

dove:

HLR = coefficiente di carico idraulico in cm/giorno;

C<sub>e</sub> = Concentrazione di SST nell'effluente fissata in base all'obiettivo depurativo, in mg/l;

C<sub>i</sub> = Concentrazione di SST in entrata all'impianto (dopo eventuale trattamento primario) in mg/l.

Per quanto riguarda i patogeni, Reed osserva che i meccanismi di rimozione sono piuttosto simili a quelli che avvengono negli stagni di stabilizzazione e propone la stessa formula: tale assunzione è in realtà difficile da giudicare correttamente, ma mostra una tendenza conservativa rispetto a quanto realmente avviene secondo i dati sperimentali, soprattutto alle basse temperature. Tipicamente comunque i dati sperimentali relativi alla carica batterica e virale relativi alle vasche di fitodepurazione mostrano rese di abbattimento ottime, spesso superiori al 95% e comunque migliori dei tradizionali sistemi di trattamento dei reflui.

La formula è la seguente, e indica tra l'altro che le rese sono migliori con più bacini in serie.

$$\frac{C_e}{C_i} = \frac{1}{(1 + t \cdot K_T)^N}$$

dove:

$$t = \frac{A_s \cdot y \cdot n}{Q} \quad \text{tempo di ritenzione idraulica, in giorni;}$$

$A_s$  = Superficie richiesta dalla vasca;

$C_e$  = Concentrazione di coli fecali nell'effluente fissata in base all'obiettivo depurativo, in UFC/100ml;

$C_i$  = Concentrazione di coli fecali in entrata all'impianto (dopo eventuale trattamento primario) in UFC/100ml;

$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_R)}$  = costante cinetica alla temperatura  $T_w$ , in giorni<sup>-1</sup>;

$\theta_R$  = coefficiente di temperatura per la costante cinetica;

$K_R$  = costante cinetica alla temperatura di riferimento, in giorni<sup>-1</sup>;

$T_w$  = temperatura del refluo nella zona umida, in °C;

$T_R$  = temperatura di riferimento, in °C;

$n$  = porosità (% espressa come frazione);

$y$  = profondità media della zona umida;

$Q$  = carico idraulico medio giornaliero in m<sup>3</sup>/giorno;

$N$  = numero di celle in serie.

Per il fosforo gli autori propongono invece la formula seguente:

$$\frac{C_e}{C_i} = \exp\left(-\frac{K_p}{HLR}\right)$$

dove:

$K_p$  = rateo costante di reazione del fosforo, pari a 2,73 cm/giorno.

Il dimensionamento delle superfici utili richieste è stato eseguito sull'abbattimento del BOD<sub>5</sub>, verificando poi in seguito in base alle equazioni precedentemente citate le previsioni depurative degli altri inquinanti, in particolare Solidi Sospesi Totali e Carica



Batterica. Le superfici e i tempi di ritenzione ottenuti sono stati poi confrontati con le più recenti esperienze internazionali.

Quindi la superficie richiesta dal trattamento può essere ricavata da:

$$A_s = \frac{Q}{K_T \cdot y \cdot n} \ln\left(\frac{C_i}{C_e}\right)$$

inserendo i dati di progetto riportati nella seguente tabella.

Tabella 5. Dati di progetto: Scenario 1 e Scenario 2

#### Scenario n°1

Qmn (Portata media giornaliera)	140	m3/d
Porosità del medium nei sistemi SFS-h (n)	0.35	Ghiaia $\phi$ 8 mm
Profondità media dei letti a flusso orizzontale SFS-h (altezza media pelo libero) (y)	0,7	m
Temperatura minima stagionale dei reflui ( $T_w$ )	6	°C
Carico organico in ingresso (dopo trattamento primario) come BOD5	68	mg/l
Rimozione % con temperatura dei reflui di 6°C (obiettivo di depurazione) come BOD5	60	

#### Scenario n°2

Qmn (Portata media giornaliera)	525	m3/d
Porosità del medium nei sistemi SFS-h (n)	0.35	Ghiaia $\phi$ 8 mm
Profondità media dei letti a flusso orizzontale SFS-h (altezza media pelo libero) (y)	0,7	m
Temperatura minima stagionale dei reflui ( $T_w$ )	6	°C
Carico organico in ingresso (dopo trattamento primario) come BOD5	13	mg/l
Rimozione % con temperatura dei reflui di 6°C (obiettivo di depurazione) come BOD5	25	

Lo scenario invernale è il più limitante: con la temperatura dei reflui di 6°C e con i valori delle costanti come da Tabella 6 riferite al BOD<sub>5</sub> si ottiene:

$$K_T = K_R \cdot \theta_R^{(T_w - T_R)} = 1.104 \cdot 1.06^{(6-20)} = 0,4883$$

Si ottiene in tal modo una superficie utile di 1072 m<sup>2</sup>, in riferimento allo scenario più restrittivo. Si è quindi adottato una superficie utile complessiva di 1200 m<sup>2</sup>.

Con tale superficie utile, utilizzando le equazioni e le specifiche costanti cinetiche per ogni parametro inquinante precedentemente descritte, si sono previste le rese depurative riportate in Tabella 6 per i due scenari suddetti.

Per quanto riguarda il COD in ingresso e uscita, questo è stato ottenuto dal valore di BOD<sub>5</sub>, applicando un coefficiente di conversione da letteratura tipico dei reflui domestici, come anche stabilito dalla Legge Regionale 28/R, e pari a COD/BOD = 130/60 = 2,17.



Tabella 6. Rese depurative previste

Uscita (T=6°C)	Scenario n°1	Scenario n°2
Concentrazione BOD5 (mg/l)	9,0	25,0
Concentrazione N-NH4 (mg/l)	10,0	12,0
Concentrazione N-NO3 (mg/l)	18,0	20,0
Concentrazione SST (mg/l)	15	18,0
Escherichia Coli (UFC/100ml)	32000	10000
Carico organico (grBOD5/g)	4725	3500
Carico di azoto ammoniacale (grN-NH4/g)	5250	1680
Carico di nitrati (grN-NO3/g)	9450	2800
Carico organico rimosso (grBOD5/g)	2100	6089
Carico di azoto ammoniacale rimosso (grN-NH4/g)	735	238
Carico di nitrati rimosso (grN-NO3/g)	735	700
Carico di N rimosso (grN/g)	1470	938
% di rimozione del carico organico	31%	64%
% di nitrificazione	12%	12%
% di denitrificazione	7%	20%
% di rimozione dei solidi sospesi	85%	88%
% di rimozione della carica batterica	90%	99%

Uscita (T=20°C)	Scenario n°1	Scenario n°2
Concentrazione BOD5 (mg/l)	6,4	6,7
Concentrazione N-NH4 (mg/l)	9,5	9
Concentrazione N-NO3 (mg/l)	11	3,6
Concentrazione SST (mg/l)	15	18
Escherichia Coli (UFC/100ml)	3200	1000
Carico organico (grBOD5/g)	3360	938
Carico di azoto ammoniacale (grN-NH4/g)	4987,5	1260
Carico di nitrati (grN-NO3/g)	5775	504
Carico organico rimosso (grBOD5/g)	3465	8651
Carico di azoto ammoniacale rimosso (grN-NH4/g)	997,5	658
Carico di nitrati rimosso (grN-NO3/g)	4410	2996
Carico di N rimosso (grN/g)	5407,5	3654
% di rimozione del carico organico	51%	90%
% di nitrificazione	17%	34%
% di denitrificazione	43%	86%
% di rimozione dei solidi sospesi	85%	88%
% di rimozione della carica batterica	99%	99,9%

Il tempo di ritenzione idraulica è pari a:

$$t = \frac{n \cdot S \cdot d \cdot 0,95}{Q}$$

dove:

n = porosità del letto = 0,35;

S = area superficiale della vasca = 1200 m<sup>2</sup>;

d = profondità del letto = 0,7 m;

Q = portata media che attraversa il sistema = 525 e 140 m<sup>3</sup>/giorno.

Con una superficie utile di 1200 m<sup>2</sup> e con riferimento alla portata media di progetto estiva si ottiene un tempo di ritenzione idraulica (HRT) pari a 0,53 giorni (scenario n°2) e 2 giorni (scenario n°1). L'EPA riporta rendimenti del 60-70% per tempi di ritenzione > 1,5 giorni, in linea con le previsioni depurative ottenute.

Il regime idraulico dei sistemi sub-superficiali a flusso orizzontale (SFS-h) può essere definito dalla legge di Darcy, in cui il flusso dipende dalla conduttività idraulica del medium e dal gradiente idraulico del sistema:

$$Q = K_s A S$$

dove:

Q = portata (m<sup>3</sup>);

K<sub>s</sub> = conduttività idraulica di una superficie unitaria ortogonale alla direzione del flusso (m/s);

A = area della sezione del letto di trattamento (m<sup>2</sup>);

S = gradiente idraulico del sistema.

Si noti che l'area di progetto della sezione trasversale della trincea dipende da soli fattori idraulici. L'utilizzo dell'equazione di Darcy, in effetti, richiede che siano verificate le ipotesi di flusso laminare, portata costante e perfetta omogeneità del mezzo poroso. Nella realtà, non sussistono tali condizioni, ma si ritiene comunque accettabile l'uso di tale equazione.

La superficie superiore sarà perfettamente orizzontale, mentre la pendenza del fondo assume valori generalmente pari all'1% verso valle.

In base a studi condotti su impianti europei, si suggerisce un limite massimo della velocità teorica del flusso orizzontale:

$$v = \frac{Q}{A} \leq 8,6 \quad (\text{in m/d})$$

da cui si ricava che:

$$S \leq \frac{8,6}{K_s}$$

Con le geometrie scelte per le due vasche di fitodepurazione poste in parallelo, in riferimento alla portata massima di progetto, si ottiene che:

$$v = 140 \text{ m}^3/\text{g} / (48 \times 0,68) \text{ m}^2 = 4,28 < 8,6$$

e quindi la verifica risulta verificata.

L'equazione di Darcy regola il flusso dell'acqua e il pelo libero in funzione della conducibilità idraulica del mezzo filtrante  $K_s$ , della sezione trasversale  $W$ , della distanza  $L$  tra le due sezioni della vasca considerate, della pendenza del fondo e della portata idraulica  $Q$ . Esplicitando l'equazione di Darcy in funzione dell'altezza iniziale e finale del letto si ottiene:

$$H_i^2 = H_f^2 - \frac{2 \cdot L \cdot Q}{W \cdot K_s}$$

dove:

$H_i$  = altezza iniziale letto

$H_f$  = altezza finale letto

$W$  = larghezza del letto

$K_s$  = conducibilità idraulica

$L$  = lunghezza del letto

$Q$  = portata

Le caratteristiche delle vasche in esame e le relative verifiche sono di seguito elencate.

Tabella 7. Caratteristiche idrauliche della vasca di fitodepurazione

Vasca SFS-h	Unità di misura	
Area	m <sup>2</sup>	600
Larghezza fondo vasca	m	24
Lunghezza fondo vasca	m	25
H media p.l.	m	0.70
H media letto	m	0.80
Portata di punta	m <sup>3</sup> /h	30
Conducibilità idraulica $K_s$	m/die	2500
pendenza	%	1

Considerando l'altezza media del letto come l'altezza del letto a metà del suo sviluppo longitudinale, e assumendo la pendenza del pelo libero mediamente uguale alla pendenza del fondo, ottengo:

Tabella 8. Altezze del riempimento e del pelo libero della vasca HF

$H_i$ vasca	m	0,68
$H_f$ vasca	m	0,78
$H_i$ pelo libero	m	0,58
$H_f$ pelo libero	m	0,68
$i$	%	1

Poiché svolgendo i calcoli con tali valori si trovano pendenze minori di quella di progetto, le vasche possono smaltire la portata di punta considerata.

Infatti poiché

$$i = \frac{H_f - H_i}{L}$$

posso anche scrivere dalla equazione di Darcy:

$$i = \frac{2 \cdot Q}{W \cdot K_s \cdot (H_f + H_i)}$$

Considerando la portata di punta 30 m<sup>3</sup>/h, e considerando che le due vasche funzionano in parallelo, si ottiene:

$$i_{\min} = \frac{2 \cdot 360}{24 \cdot 2500 \cdot (0,68 + 0,78)} = 0,008 < 0,01$$

Supponendo la profondità media bagnata pari al 95% di quella minima, e calcolando il valore dell'area trasversale con la legge di Darcy, abbiamo ricavato la larghezza minima del letto, che è risultata inferiore alla larghezza scelta in coincidenza della portata di punta pari a 5 volte la portata media:

$$A_T = \frac{Q}{K_s \cdot S} = \frac{300}{500 \cdot 0,01} = 60m^2$$

$$W_{\min} = \frac{60}{0,7} = 85,7m$$

L'EPA consiglia un valore limite superiore di 0,5 Kg BOD<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> al giorno per il carico organico per unità di superficie trasversale, allo scopo di evitare pericoli di intasamento del medium nella parte iniziale del letto. Con le dimensioni scelte per le vasche in esame, anche tale verifica risulta soddisfatta:

$$\frac{9,589}{0,58 \cdot 48} = 0,16KgBOD_5/m^2$$

#### 4.2.4 Verifica tubazioni

Nelle verifiche sul diametro scelto per le condotte a pelo libero si deve porre maggiore attenzione al limite inferiore in quanto l'allontanamento delle acque di scarico dal nucleo abitativo deve avvenire nel minor tempo possibile, onde evitare pericolosi fenomeni putrefattivi: spesso abbiamo infatti a che fare con liquidi putrescibili, dalle caratteristiche fortemente variabili nel tempo, e quindi pericolosi per l'integrità delle tubazioni.

In virtù dei testi consultati, si ritiene che la velocità minima delle acque nere nelle tubature sia circa 0.6 m/s in corrispondenza di un coefficiente di riempimento della condotta pari al 50% o in alternativa che le pendenze siano superiori a 1/D, con D espresso in mm.. Dato che comunque si scelgono condotte di diametro notevolmente

inferiore a quelle effettivamente deducibili dalle portate in gioco, i coefficienti di riempimento potranno essere minori, e potrà essere minore pure il limite sulle velocità, come si vede dalla Figura 5. Diagramma di riempimento

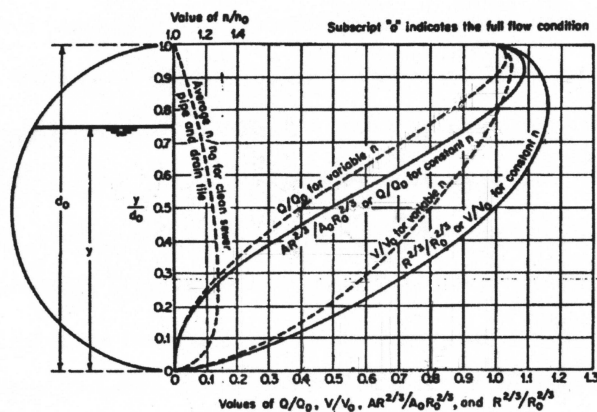


Figura 5. Diagramma di riempimento

Il calcolo idraulico della sezione è stato svolto assumendo di essere in condizioni di moto uniforme e utilizzando quindi la formula di Chezy:

$$Q = S \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$C = K R^{1/6}$  coefficiente di scabrezza di Manning-Strickler;

$K$  coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler = 77 per specchi circolari in PEAD e PVC ;

$i$  = pendenza del ramo;

$S$  = area della sezione considerata, funzione di  $D_i$  = diametro interno della condotta;

$R$  = raggio idraulico, anch'esso funzione di  $D_i$ .

Sostituendo al termine  $Q$  le portate fecali medie e massime precedentemente trovate, e supponendo  $R = D/4$  risolviamo l'equazione in funzione di  $D$ , ottenendo così i diametri richiesti per ogni tratto.

Per trovare le altezze d'acqua e i relativi coefficienti di riempimento che si verificano in corrispondenza delle portate fecali trovate si scrive l'espressione del raggio idraulico  $R$  in funzione del diametro. In tal modo si possono trovare le reali velocità delle acque nere nella condotta del diametro scelto.

Le tubazioni inserite nell'impianto sono state verificate in corrispondenza della portata massima addotta all'impianto ( $Q_{\max} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ). In particolare si è valutata la capacità di smaltimento del caso limite di una tubazione di diametro 160 mm e considerando una pendenza minima dello 0,5%.

Diametro interno tubazione: 160 mm;

Portata considerata: 8,33 l/s;

Pendenza minima della condotta: 0,5%

Coefficiente di riempimento della tubazione: 59%


velocità max: 0,7 m/s

La tubazione risulta verificata: di conseguenza risultano verificate anche tutte le altre tubazioni previste nell'impianto.

#### 4.2.5 Verifica grigliato pedonabile classe I

Di seguito si riporta la verifica per l'utilizzo pedonale del grigliato tipo Keller.

Carico dinamico (uniformemente distribuito)	630 daN/m <sup>2</sup>
Luce netta tra gli appoggi	$L_n = 1549$ mm

1549  
luce netta

<b>Calcolo di verifica</b>	
Grigliato elettrosaldato	GES 30 x 3 15 x 76
Grigliato pressato	GP 30 x 3 15 x 66
Numero barre portanti	$N = 1000 : 15 = 66,67$
Carico su una barra portante	$Q = \frac{630 \times 1,549 \times 1,0}{66,67} = 14,64$ daN
Modulo di resistenza	$W = 450$ mm <sup>3</sup>
Momento di inerzia	$J = 6750$ mm <sup>4</sup>
Modulo di elasticità	$E = 21000$ daN/mm <sup>2</sup>
Momento flettente	$M = \frac{QL_n}{8} = 2834$ daN · mm
Sollecitazione unitaria a flessione	$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{2834}{450} = 6,3 < 16$ daN/mm <sup>2</sup> (verificata)
Freccia elastica	$f = \frac{5 QL_n^3}{384 EJ} = 5,0$ mm (verificata con il valore massimo ammissibile)

#### 4.2.6 Abbattimenti e messa a dimora di nuove specie arboree ed arbustive

Nell'area interna alla recinzione dove si trova il depuratore sono presenti alcune specie arboree ed arbustive, con probabile funzione schermante del manufatto. Il progetto di fitodepurazione prevede la realizzazione di una vasca larga 2.5 m proprio nel punto in cui si trovano due esemplari di farnia (*Quercus robur* L.).

È stata inizialmente valutata la possibilità di mantenere le due specie arboree a dimora ma ciò comporterebbe una riduzione dello spazio per il passaggio di eventuali mezzi adibiti alla manutenzione delle vasche di fitodepurazione a soli 2 m.

La vasca inoltre, è parzialmente interrata e la vicinanza alle querce potrebbe comportare un danneggiamento alle radici e possibili conseguenti problemi di stabilità della pianta. Viceversa, le radici potrebbero comportare problemi all'integrità della struttura in cemento armato, nonché al depuratore.

Pertanto si è optato per l'abbattimento delle piante secondo quanto prescritto nel capitolato speciale d'appalto. L'abbattimento verrà compensato con n. 2 nuovi impianti sempre all'interno dell'area.



Figura 6. Querce da abbattere a ridosso del depuratore.

#### 4.2.7 Preparazione dell'area per la messa a dimora di alberi e arbusti

All'interno dell'area si prevede anche la realizzazione di:

- Due piccole macchie boscate composte da specie arboree ed arbustive;
- Una siepe viva lungo il perimetro dell'area;
- Un filare alberato lungo il lato ovest dell'area.

Si riportano di seguito le operazioni necessarie alla preparazione del terreno prima della messa a dimora delle specie che costituiranno le aree boscate, il filare e la siepe viva.



#### 4.2.7.1 Scavi e movimenti terra

Innanzitutto sarà necessario prevedere una lavorazione generale del terreno allo scopo sia di portare alla luce ed eliminare materiale inerte e rifiuti di dimensioni incompatibili con il progetto nonché eventuali parti sotterranee di vegetazione infestante, sia di operare una prima movimentazione del terreno. Verranno quindi eseguite operazioni di livellamento e messa a quota del terreno, spianando dossi e portando il suolo alla quota utile, mediante mezzi meccanici o manualmente per piccoli spazi.

Si tratta di lavorazioni profonde del terreno (80 – 100 cm) da eseguirsi con il ripuntatore. In terreni agricoli profondi, comuni nella pianura padana, è molto importante effettuare la rottura della suola di lavorazione presente intorno ai 45-55 cm di profondità che ostacolerebbe l'accrescimento radicale delle piante, compromettendo l'esito futuro dell'impianto. L'impiego di un ripuntatore fino ad una profondità di 60-80 cm è sicuramente indispensabile in queste situazioni per una corretta preparazione del terreno.

Eventuali riporti e livellamenti, devono essere effettuati con terreno asciutto, per evitare di compattare eccessivamente il suolo compromettendone la struttura e la fertilità, difficilmente poi ripristinabile.

#### 4.2.7.2 Aratura superficiale e preparazione del terreno

L'aratura superficiale ha lo scopo di rimuovere il suolo e ripristinarne la struttura granulare danneggiata durante le operazioni di ripuntatura, pulizia e livellamento. Generalmente si effettua ad una profondità di 30 cm, ma in presenza di strato argilloso e di ristagni, si può raggiungere e superare i 50 cm.

La lavorazione si può effettuare con aratri, ripper o erpici ma, in spazi ridotti, ci si deve limitare all'uso di passaggi ripetuti di motocoltivatori o vangatura manuale.

#### 4.2.7.3 Concimazione e correzione

Per le aree boscate si prevede la distribuzione di letame maturo di bovino (8 – 10 Kg/m<sup>2</sup>). Per il prato è necessario che gli elementi minerali siano presenti nel giusto rapporto.

Tabella 9. Dotazione ideale di sostanze nutritive per i terreni a tappeto erboso (mg/100 g di terreno)

	Fosforo	Potassio	Magnesio
Massimo	12-20	15-30	7-15
Minimo	7-15	15-25	5-12

#### 4.2.7.4 Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni successive a quella profonda, hanno lo scopo di incorporare concime e raffinare il terreno per le operazioni finali: vengono effettuate con frese rotative e motocoltivatori per una profondità di circa 25-30 cm.



In seguito si interviene mediante erpicatura o fresatura per eliminare tutte le irregolarità di lavorazione ed ottenere un piano molto accurato che permetterà tagli uniformi durante la manutenzione.

Ulteriori lavorazioni specifiche per la realizzazione di parti specifiche (ad esempio prato, camminamenti,...) verranno specificate di seguito.

#### 4.2.8 Messa a dimora di specie arboree ed arbustive

Per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive sono da prevedere le seguenti lavorazioni.

##### 4.2.8.1 Stesura di pacciamatura in materiale plastico

Per la pacciamatura si utilizzeranno bande di film plastico larghe 100-120 cm e dello spessore di almeno 0,08 mm. Il materiale più adatto è l'etilvinilacetato (EVA) additivato con stabilizzanti anti UV. Ricorrere alla pacciamatura consente di ridurre notevolmente i costi per la realizzazione e le prime manutenzioni degli impianti, impedendo la crescita della vegetazione erbacea in concorrenza con le giovani piante messe a dimora. La pacciamatura andrà rimossa e consegnata ai centri di raccolta al termine del terzo anno dopo l'impianto, ed al completo affrancamento delle specie arboree.

##### 4.2.8.2 Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche

Questa operazione conclude la preparazione del terreno prima della messa a dimora delle piante. I filari dovranno essere tracciati a distanze regolari, secondo le indicazioni specifiche contenute nell'elaborato grafico All.4.2d, sia in termini di distanze tra piantine lungo lo stesso filare e tra un filare e l'altro, sia in termini di sequenza di disposizione delle varie specie indicata negli abachi. Ulteriori indicazioni di dettaglio verranno eventualmente fornite, se necessario, dalla Direzione lavori durante le fasi di cantiere.

La tecnica di apertura delle buche dovrà essere valutata con la Direzione Lavori in funzione dell'estensione dell'area, del numero di piantine da mettere a dimora, della presenza di vegetazione da salvaguardare o di altre lavorazioni specifiche in atto vicino.

Di norma comunque il foro di impianto dovrà essere di dimensioni ridotte per limitare lo sviluppo delle infestanti, una volta introdotta la piantina la superficie superiore del pane di terra dovrà trovarsi al livello del terreno o appena sotto e il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare alcuna discontinuità tra il suolo e il pane di terra, che comporterebbe il rischio di disseccamento della piantina. I lembi del film attorno al foro andranno poi fermati per evitare la crescita delle infestanti a ridosso del fusticino della pianta.

#### 4.2.9 Formazione delle aree a verde

Nell'area scelta per la realizzazione dell'impianto per la fitodurazione delle acque del Gambara è prevista la messa a dimora di 523 piante tra alberi e arbusti.

Il materiale vivaistico dovrà essere reso disponibile in contenitore multiforo comprensivo di rinzalimento. Le piantine saranno di tipo forestale, ossia semenzali o giovani trapianti di 1-2 anni di età, con un'altezza compresa tra 30 e 70 cm, le arboree preferibilmente dotate di pane di terra.

Le specie arboree scelte per i sestini di impianto sono: *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Acer campestre* (Acero campestre), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune).

Le specie arbustive scelte sono : *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Sambucus nigra* (Sambuco nero), *Pyrus communis* (Pero selvatico), *Prunus spinosa* (Prugnolo), *Crataegus monogyna* (Biancospino comune) e *Rosa canina* (Rosa canina).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 12.

Le tipologie dei sestini di impianto di seguito illustrate compongono rispettivamente

1. macchia boscata nord-est dell'area → sesto d'impianto A01 + sesto d'impianto A02;
2. filari alberati con funzione estetico paesaggistica e schermante posti sui lati esterni rivolti a sud e a ovest dell'area → sesto d'impianto A03;
3. siepe viva perimetrale all'area → sesto d'impianto A04.

L'intervento, esclusa la siepe viva, prevede la messa a dimora di 103 piante. Si rimanda alla seguente Tabella 10 per indicazioni più precise sulle quantità contate per quest'area.

Tabella 10. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area interessata dall'intervento di fitodepurazione

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	11,65	12
<i>Quercus robur</i>	Farnia	10,68	11
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino comune	11,65	12
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	17,48	18
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	16,50	17
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo	5,83	6
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco nero	5,83	6
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	5,83	6
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	4,85	5
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino comune	4,85	5
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	4,85	5

La macchia boscata prevista nell'angolo nord-est dell'area in cui verrà realizzato l'intervento di fitodepurazione sarà strutturata a file parallele. Ogni fila è caratterizzata da una composizione di specie diversa. Le file sono sfalsate l'una rispetto all'altra per poter permettere lo sviluppo delle chiome e per conferire dinamicità all'impianto.

Il sesto d'impianto A01 è caratterizzato da tre tipi di specie arboree: *Ulmus minor*, *Quercus robur* e *Fraxinus excelsior*.

Il sesto d'impianto A02 è caratterizzato da specie arboree ed arbustive, in posizione alternata e distanti 1,5 m l'una dall'altra secondo lo schema in Figura 8.

Le file distano tra loro 3 m; la vicinanza delle specie che compongono un filare riduce la possibilità di ingresso di specie infestanti. Lo sfalsamento delle file e la composizione variabile dei sestì d'impianto garantiscono un buon livello di biodiversità e di variabilità ecologica a tutto l'impianto.

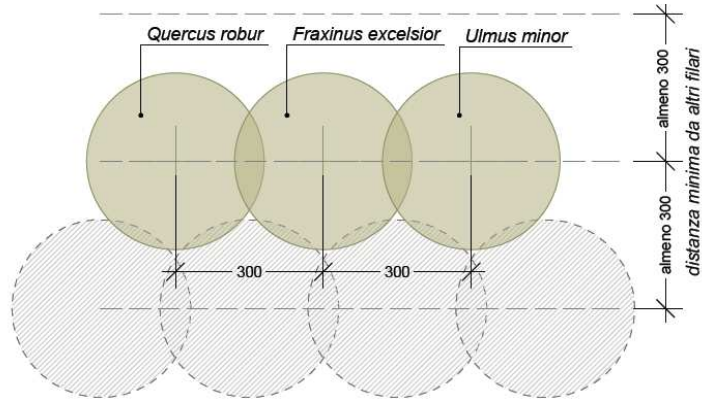


Figura 7. Sesto d'impianto A01 che costituisce una delle file dell'area boscata

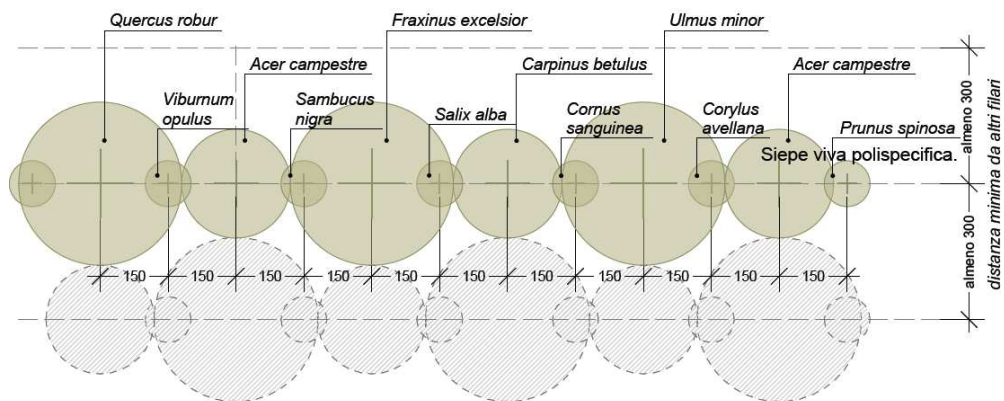


Figura 8. Sesto d'impianto A02 che costituisce una delle file dell'area boscata

Per quanto riguarda il filare lungo il lato ovest dell'area saranno messi a dimora individui di acero e di carpino in posizione alternata, ad una distanza di circa 4 m l'uno dall'altro. Il filare assume una funzione principalmente estetico-paesaggistica e schermante.

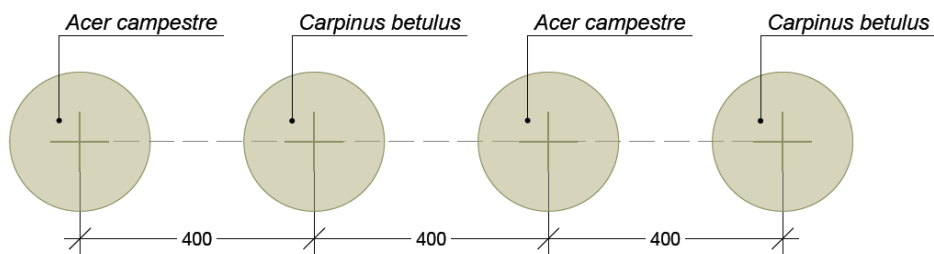


Figura 9. Sesto d'impianto A03 – composizione del filare con funzione estetico paesaggistica nell'area di fitodepurazione

Infine, lungo tutto il perimetro dell'area sarà realizzata una siepe viva, costituita da una doppia fila di arbusti spinosi che non consentiranno il passaggio delle persone ma non ostacolano quello degli animali (Figura 10).

L'intervento, esclusa la siepe viva, prevede la messa a dimora di 420 arbusti. Si rimanda alla seguente Tabella 11 per indicazioni più precise sulle quantità contate per quest'area.

Le specie scelte per la siepe sono: *Pyrus communis* (Pero comune), *Rosa canina* (Rosa canina), *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico), *Crataegus monogyna* (Biancospino comune), *Viburnum opulus* (Pallon di maggio).

Le indicazioni per la messa a dimora della siepe sono le stesse da considerarsi per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive.

Tabella 11. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area adibita alla realizzazione di parco didattico per la formazione della siepe viva.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Pyrus communis</i>	Pero comune	20	84
<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	20	84
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	20	84
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino comune	20	84
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	20	84

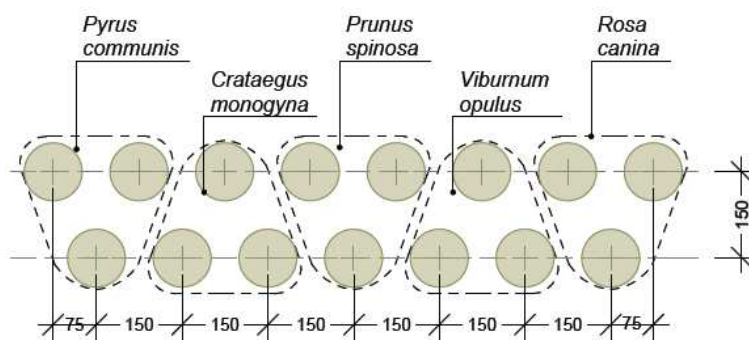


Figura 10. Sesto d'impianto A04 - siepe viva polispesifica

#### 4.2.10 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno, sia in riferimento all'impianto di fitodepurazione, sia in riferimento alle opere a verde, si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

### 4.3 Intervento B: realizzazione di un parco didattico

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'intervento B relativo alla realizzazione di un parco didattico in un'area adiacente l'argine del fiume Gambara ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 11. Breve sintesi dell'intervento di realizzazione di un parco didattico.

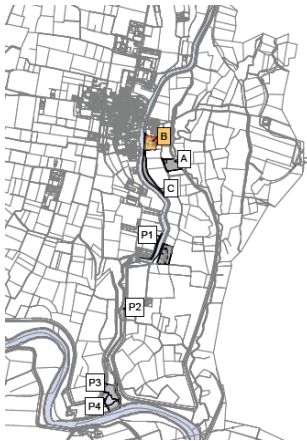
Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
B	REALIZZAZIONE DI UN PARCO DIDATTICO		<p>Realizzazione di un parco didattico nell'area individuata catastalmente al <b>mapp.49 Foglio 5</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>0,851 ha</b>.</p> <p>L'area sarà organizzata in 2 zone: una in sistemazione a prato, una a bosco.</p> <p>Si prevede anche la realizzazione di una rampa di accesso, di camminamenti e di una siepe viva lungo tutto il perimetro.</p>



Figura 12. Planimetria di progetto dell'area interessata dall'intervento B

### 4.3.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto a fronte dell'importanza di avvicinamento, sensibilizzazione, coinvolgimento e partecipazione degli abitanti del luogo e dei visitatori del parco rispetto agli obiettivi di corretta valorizzazione della risorsa acqua, nonché di riqualificazione dell'ambiente fluviale, di miglioramento della qualità ambientale dei corpi idrici, con particolare riferimento alle condizioni ecologiche, chimiche, biologiche e idromorfologiche.

L'area, di proprietà del Comune di Volongo e resa disponibile per il progetto con Deliberazione della Giunta Comunale n. 1 del 20.01.2012, risulta individuata catastalmente al mappale 49 del foglio 5 ed ha una superficie pari a 0,851 ha.

L'area è stata organizzata internamente in due parti: una in sistemazione a prato con un camminamento lungo il perimetro percorrendo il quale si passa attraverso due zone adibite all'installazione stagionale di una casetta in legno e di una tribuna metallica; una a bosco.

Si prevede la realizzazione di:

- una zona a bosco attraverso la messa a dimora di specie arboree ed arbustive secondo le indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.3b;
- Una zona a prato;
- Una siepe viva lungo il perimetro dell'area per garantire la sicurezza dei bambini e, al contempo, permettere il libero passaggio della fauna;
- Una rampa di accesso per i mezzi di manutenzione e in genere di servizio (ma non per le auto che dovrebbero transitare non in sicurezza lungo il seppur breve tratto di argine che collega l'area a via Garibaldi) di pendenza 5% a coprire un dislivello di 80 cm circa in terra, successivamente rifinita con una pavimentazione drenante in misto naturale;
- Camminamenti e piattaforme in pavimentazione drenante in misto naturale.

### 4.3.2 Preparazione del terreno

Si riportano di seguito le operazioni necessarie alla realizzazione della zona boscata, della zona a prato, della rampa di accesso e dei camminamenti progettati nell'area didattica.

#### 4.3.2.1 Scavi e movimenti terra

Innanzitutto sarà necessario prevedere una lavorazione generale del terreno allo scopo sia di portare alla luce ed eliminare materiale inerte e rifiuti di dimensioni incompatibili con il progetto nonché eventuali parti sotterranee di vegetazione infestante, sia di operare una prima movimentazione del terreno. Verranno quindi eseguite operazioni di livellamento e messa a quota del terreno, spianando dossi e portando il suolo alla quota utile, mediante mezzi meccanici o manualmente per piccoli spazi.

Si tratta di lavorazioni profonde del terreno (80 – 100 cm) da eseguirsi con il ripuntatore. In terreni agricoli profondi, comuni nella pianura padana, è molto importante effettuare la rottura della suola di lavorazione presente intorno ai 45-55 cm di profondità che ostacolerebbe l'accrescimento radicale delle piante, compromettendo l'esito futuro



dell'impianto. L'impiego di un ripuntatore fino ad una profondità di 60-80 cm è sicuramente indispensabile in queste situazioni per una corretta preparazione del terreno.

Eventuali riporti e livellamenti, devono essere effettuati con terreno asciutto, per evitare di compattare eccessivamente il suolo compromettendone la struttura e la fertilità, difficilmente poi ripristinabile.

#### 4.3.2.2 Aratura superficiale e preparazione del terreno

L'aratura superficiale ha lo scopo di rimuovere il suolo e ripristinare la struttura granulare danneggiata durante le operazioni di ripuntatura, pulizia e livellamento. Generalmente si effettua ad una profondità di 30 cm, ma in presenza di strato argilloso e di ristagni, si può raggiungere e superare i 50 cm.

La lavorazione si può effettuare con aratri, ripper o erpici ma, in spazi ridotti, ci si deve limitare all'uso di passaggi ripetuti di motocoltivatori o vangatura manuale.

#### 4.3.2.3 Concimazione e correzione

Per le aree boscate si prevede la distribuzione di letame maturo di bovino (8 – 10 Kg/m<sup>2</sup>). Per il prato è necessario che gli elementi minerali siano presenti nel giusto rapporto.

*Tabella 12. Dotazione ideale di sostanze nutritive per i terreni a tappeto erboso (mg/100 g di terreno)*

	Fosforo	Potassio	Magnesio
Massimo	12-20	15-30	7-15
Minimo	7-15	15-25	5-12

#### 4.3.2.4 Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni successive a quella profonda, avranno lo scopo di incorporare concime e raffinare il terreno per le operazioni finali: vengono effettuate con frese rotative e motocoltivatori per una profondità di circa 25-30 cm.

In seguito si interverrà mediante erpicatura o fresatura per eliminare tutte le irregolarità di lavorazione ed ottenere un piano molto accurato per permettere tagli uniformi durante la manutenzione.

Ulteriori lavorazioni specifiche per la realizzazione di parti specifiche (ad esempio prato, camminamenti,...) verranno specificate di seguito.

#### 4.3.3 Messa a dimora di specie arboree ed arbustive

Per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive sono da prevedere le seguenti lavorazioni.

#### 4.3.3.1 Stesura di pacciamatura in materiale plastico

Per la pacciamatura si utilizzeranno bande di film plastico larghe 100-120 cm e dello spessore di almeno 0,08 mm. Il materiale più adatto è l'etilvinilacetato (EVA) additivato con stabilizzanti anti UV. Ricorrere alla pacciamatura consentirà di ridurre notevolmente i costi per la realizzazione e le prime manutenzioni degli impianti, impedendo la crescita della vegetazione erbacea in concorrenza con le giovani piante messe a dimora. La pacciamatura andrà rimossa e consegnata ai centri di raccolta al termine del terzo anno dopo l'impianto, ed al completo affrancamento delle specie arboree.

#### 4.3.3.2 Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche

Questa operazione conclude la preparazione del terreno prima della messa a dimora delle piante. I filari dovranno essere tracciati a distanze regolari, secondo le indicazioni specifiche contenute nell'elaborato grafico All.4.3b, sia in termini di distanze tra piantine lungo lo stesso filare e tra un filare e l'altro, sia in termini di sequenza di disposizione delle varie specie indicata negli abachi. Ulteriori indicazioni di dettaglio verranno eventualmente fornite, se necessario, dalla Direzione lavori durante le fasi di cantiere.

La tecnica di apertura delle buche dovrà essere valutata con la Direzione Lavori in funzione dell'estensione dell'area, del numero di piantine da mettere a dimora, della presenza di vegetazione da salvaguardare o di altre lavorazioni specifiche in atto vicino.

Di norma comunque il foro di impianto dovrà essere di dimensioni ridotte per limitare lo sviluppo delle infestanti, una volta introdotta la piantina la superficie superiore del pane di terra dovrà trovarsi al livello del terreno o appena sotto e il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare alcuna discontinuità tra il suolo e il pane di terra, che comporterebbe il rischio di disseccamento della piantina. I lembi del film attorno al foro andranno poi fermati per evitare la crescita delle infestanti a ridosso del fusticino della pianta.

#### 4.3.3.3 Formazione dell'area boscata

Nell'area scelta per la realizzazione del parco didattico è prevista la messa a dimora di 641 piante inclusi alcuni individui da inserire a piccoli gruppi o isolati nell'area dove sarà realizzato il prato.

Il materiale vivaistico dovrà essere reso disponibile in contenitore multiforo comprensivo di ricalzamento. Le piantine saranno di tipo forestale, ossia semenzali o giovani trapianti di 1-2 anni di età, con un'altezza compresa tra 30 e 70 cm, le arboree preferibilmente dotate di pane di terra.

Le specie arboree scelte per i sestri di impianto sono: *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Acer campestre* (Acero campestre), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune).

Le specie arbustive scelte sono : *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Sambucus nigra* (Sambuco nero), *Cornus sanguinea* (Sanguinella), *Corylus avellana* (Nocciolo), *Crataegus monogyna* (Biancospino comune).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 13.

La struttura del sesto di impianto principale, indicato come B01 all'interno dell'area boscata, è organizzata nella misura di 2X3m (Figura 13). Le specie ad alto fusto distano



infatti 2 m mentre la distanza tra le file è di 3 m. all'interno della stessa fila gli arbusti distano 1 m l'uno dall'altro.

In funzione della lunghezza dei filari è poi stata specificata la struttura dei moduli da prevedere nelle diverse zone all'interno dell'area boscata: B01.1, B01.2, B01.3, B01.4. Un esempio è riportato in Figura 14.

Tale scelta deriva dal fatto che i filari dovranno essere posti in ordine sfalsato per favorire lo sviluppo delle chiome delle specie arboree e nel contempo per lasciare spazio alle specie arbustive che limitano lo sviluppo delle specie infestanti. I filari infatti si svilupperanno su diverse lunghezze, a seconda che siano vicini al perimetro dell'area o verso l'interno. Le file più lunghe sono quindi composte dalla ripetizione di moduli a diversa composizione (sesto B01).

Tabella 13. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area adibita alla realizzazione di parco didattico.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	5,62	36
<i>Quercus robur</i>	Farnia	5,62	36
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	23,09	148
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	22,46	144
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino comune	5,46	35
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	7,96	51
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco nero	10,30	66
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	7,02	45
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	2,18	14
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino comune	10,30	66

#### 4.3.3.4 Formazione di macchie di vegetazione

All'interno della zona a prato sono previste la formazione di macchie di vegetazione e la messa a dimora di alcuni individui sparsi, come da indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.3b.

In particolare sono stati previsti 2 sestri d'impianto: B03 e B04. Si riporta la loro rappresentazione in Figura 15 e in Figura 16. Il primo ripercorre la sagoma della tribuna metallica, il secondo copre una piccola area attigua a quella predisposta per l'installazione della casetta in legno.

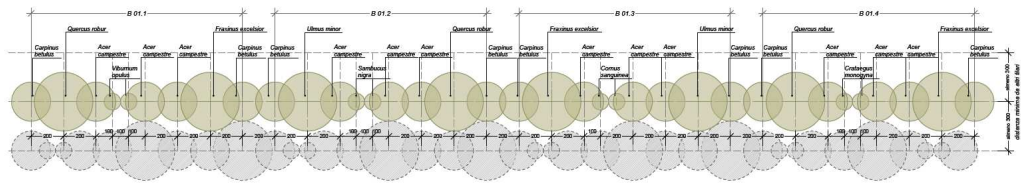


Figura 13. Composizione del sesto d'impianto B01 previsto all'interno della zona boscata nel parco didattico.

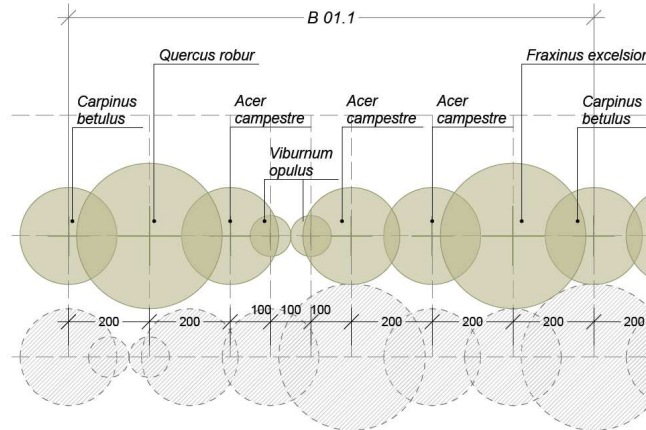


Figura 14. Composizione del sesto d'impianto B01 previsto all'interno della zona boscata nel parco didattico; particolare del modulo B01.1.

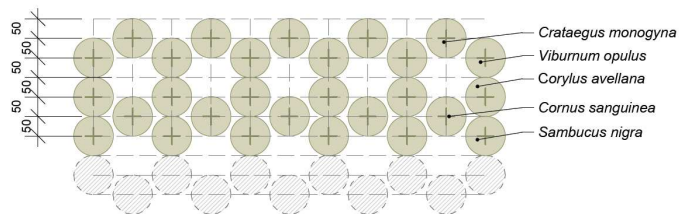


Figura 15. Composizione del sesto d'impianto B03 previsto all'interno della zona a prato nel parco didattico; macchia arbustiva polispecifica.

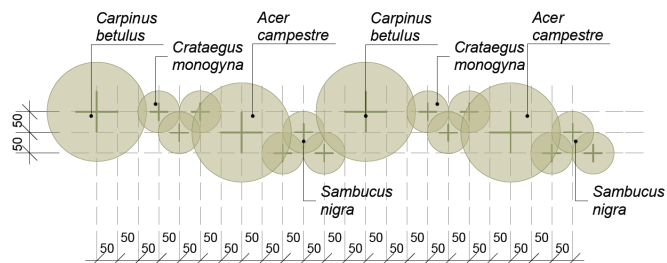


Figura 16. Composizione del sesto d'impianto B04 previsto all'interno della zona a prato nel parco didattico; siepe polispecifica con funzione schermante e frangivento.

#### 4.3.3.5 Formazione di manto erboso

Nella zona a prato, oltre alle lavorazioni preliminari del terreno e alla concimazione, sarà da prevedere l'esecuzione di operazioni di affinamento e livellamento per la buona preparazione del letto di semina, oltre che una rullatura pre-semina e l'affinamento definitivo del terreno. In questa fase si provvederà a fornire al terreno l'opportuna sistemazione, in funzione del tipo di suolo, al fine di rendere efficiente anche lo smaltimento dell'acqua meteorica in eccesso.

L'epoca della semina dovrà essere l'inizio della primavera (marzo-aprile) o l'inizio dell'autunno (settembre-ottobre) e andranno comunque evitati sia i periodi eccessivamente caldi sia quelli troppo piovosi. Inoltre la semina del prato dovrà avvenire solo successivamente alla piantagione delle essenze arboree ed arbustive previste in progetto, nonché dopo la realizzazione dei percorsi e delle attrezzature previste.

La semina sarà effettuata con le attrezzature più idonee, in funzione della dimensione dell'area da seminare e di comune accordo con la Direzione Lavori, meccanicamente o manualmente.

La semina del concime di impianto e del miscuglio di semi, che dovrà essere eseguita in giornate prive di vento eseguendo due passate leggere tra loro perpendicolari, sarà seguita da un leggero interrimento dei semi con rullatura di fine lavoro per assicurare un leggero compattamento del terreno e renderlo più agibile ai passaggi delle macchine operatrici.

La composizione del miscuglio e le dosi di seme impiegati dovranno essere tali da garantire ottime qualità tecniche e ornamentali, un buon valore estetico e manutenzione minima, oltre che tollerare bene le alte e basse temperature.

Una prima composizione indicativa è: 35% loietto perenne (*Lolium perenne*), 15% poa pratense (*Poa pratensis*), 30% festuca rubra (*Festuca rubra*), 20% trifoglio nano (*Trifolium repens*), in dose d'impiego: 20 ÷ 25 gr/mq.

Se si impiega seme minuto, si suggerisce di miscelarlo con materiale inerte (sabbia silicea) allo scopo di favorire la omogeneità della distribuzione.

Ultimata la rullatura dovrà essere eseguita la prima irrigazione a pioggia lenta in modo da garantire l'umettamento della superficie con un apporto medio di 5-7 litri per metro quadro (equivalente a 5-7 mm. di altezza) al giorno, in funzione della natura del terreno e del periodo in cui si opera.

#### 4.3.3.6 Formazione di siepe viva

L'intera area del parco didattico, vista la futura presenza di bambini, verrà inoltre "recintata" con una siepe viva, studiata in modo da realizzare la meno impattante dal punto di vista paesaggistico naturalistico. Nella fattispecie si configura come una siepe con una doppia fila di arbusti spinoso che non consentono il passaggio delle persone ma non ostacolano nel contempo quello degli animali (Figura 17).

In fase realizzativa verrà valutato se inserire anche una recinzione di tipo provvisorio di cantiere in attesa che la siepe raggiunga delle dimensioni sufficienti a garantire la funzione preposta.

Le specie scelte per la siepe sono: *Pyrus communis* (Pero comune), *Rosa canina* (Rosa canina), *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico), *Crataegus monogyna* (Biancospino comune), *Viburnum opulus* (Pallon di maggio).

Le indicazioni per la messa a dimora della siepe sono le stesse da considerarsi per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive.

Tabella 14. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area adibita alla realizzazione di parco didattico per la formazione della siepe viva.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Pyrus communis</i>	Pero comune	20,00	105
<i>Rosa canina</i>	Rosa canina	20,00	105
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	20,00	105
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino comune	20,00	105
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	20,00	105

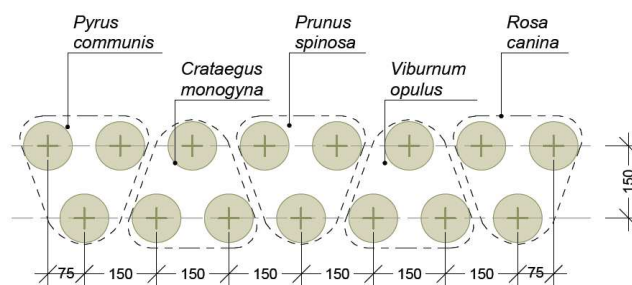


Figura 17. Composizione del sesto d'impianto B02 previsto all'interno del parco didattico; siepe viva polispecifica.

#### 4.3.4 Pavimentazioni ed elementi di arredo

All'interno dell'area è prevista la formazione di una rampa di accesso, di camminamenti e piattaforme in pavimentazione drenante in misto naturale.

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, sarà necessario eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza dei piani, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori durante le fasi di cantiere.

I cigli dovranno essere bene tracciati e profilati, riportando durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi. Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura dei camminamenti e delle piattaforme, non utilizzabili e non ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere allontanate dal cantiere.

I piani di posa dei rilevati e dei passaggi dovranno avere l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o gradinati secondo le indicazioni che saranno della Direzione Lavori. La quota dei piani di posa dei rilevati dovrà essere approfondita fino alla completa rimozione dello strato di terreno vegetale o dalle ridotte

caratteristiche di resistenza. Il terreno rinvenuto alla quota di imposta del rilevato e dei percorsi dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione Lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Per la formazione della rampa dovranno essere messi in opera strati di terreno uniforme di massimo 30 cm secondo i requisiti specificati nel Capitolato Speciale di Appalto e la costruzione del rilevato dovrà proseguire senza interruzioni fino al raggiungimento della sua configurazione finale. Seguiranno operazioni di costipamento alla giusta umidità del terreno.

Le pavimentazioni dei camminamenti e delle piattaforme saranno realizzate su apposito sottofondo dello spessore prescritto, da costruirsi entro adatto cassonetto scavato. Detto cassonetto la cui regolarità sarà controllata dalla Direzione Lavori prima dell'apporto del materiale lapideo, dovrà essere conforme alle quote di progetto. I sottofondi verranno realizzati con fondazione in misto ghiaia e sabbia di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo, che alle caratteristiche dei carichi futuri.

La pavimentazione sarà ottenuta con l'impiego di graniglia derivata dalla frantumazione di rocce calcaree disposta in strati successivi secondo le seguenti modalità: un primo strato di 4 cm di pezzature 12-6 mm, adeguatamente bagnata e costipata con almeno due rullature; un secondo strato di 4 cm, pezzatura 6-3 mm, realizzata come sopra con almeno due rullature; uno strato finale di 2 cm pezzatura inferiore ai 3 mm, realizzata come sopra con almeno 8 rullature.

Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale però che l'acqua arrivi al sottofondo. Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro.

A lavoro finito la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano del passaggio. Al termine della rullatura dello strato di sottofondo saranno effettuate prove di carico su piastra sullo strato superficiale dalle quali dovrà risultare un valore minimo di portanza pari a 1.000 kg/mq misurato al secondo ciclo di carico su piastra.

Andranno posti in opera anche appositi cordoli in legno di conifera trattata tra il bordo esterno della pavimentazione dei camminamenti e il prato, fissati con tirafondi in metallo al fine di mantenere separati i due tipi di pavimentazione e contenere il materiale inerte del camminamento.

Lungo i due lati dei camminamenti si prevede anche la formazione di scoline attraverso una depressione del terreno per lo smaltimento delle acque meteoriche e di irrigazione.

All'interno dell'area verranno infine installati alcuni elementi di arredo, quali bacheche informative, tavoli, panchine e cestini portarifiuti.

#### 4.3.5 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno, sia in riferimento alle opere a verde, sia in riferimento alle pavimentazioni e agli elementi di arredo, si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

## 4.4 Intervento C: realizzazione di un bosco ripario lungo l'argine sinistro del fiume Gambara

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'intervento C relativo alla realizzazione di un bosco ripario in un'area adiacente l'argine del fiume Gambara ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 18. Breve sintesi dell'intervento di realizzazione di un bosco ripario.

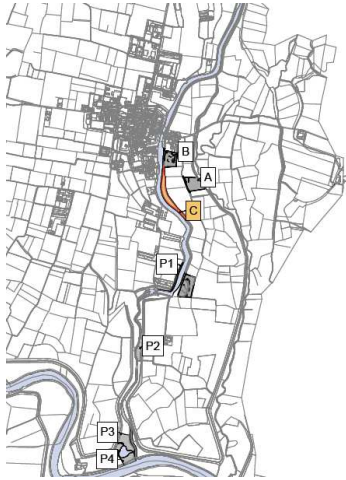
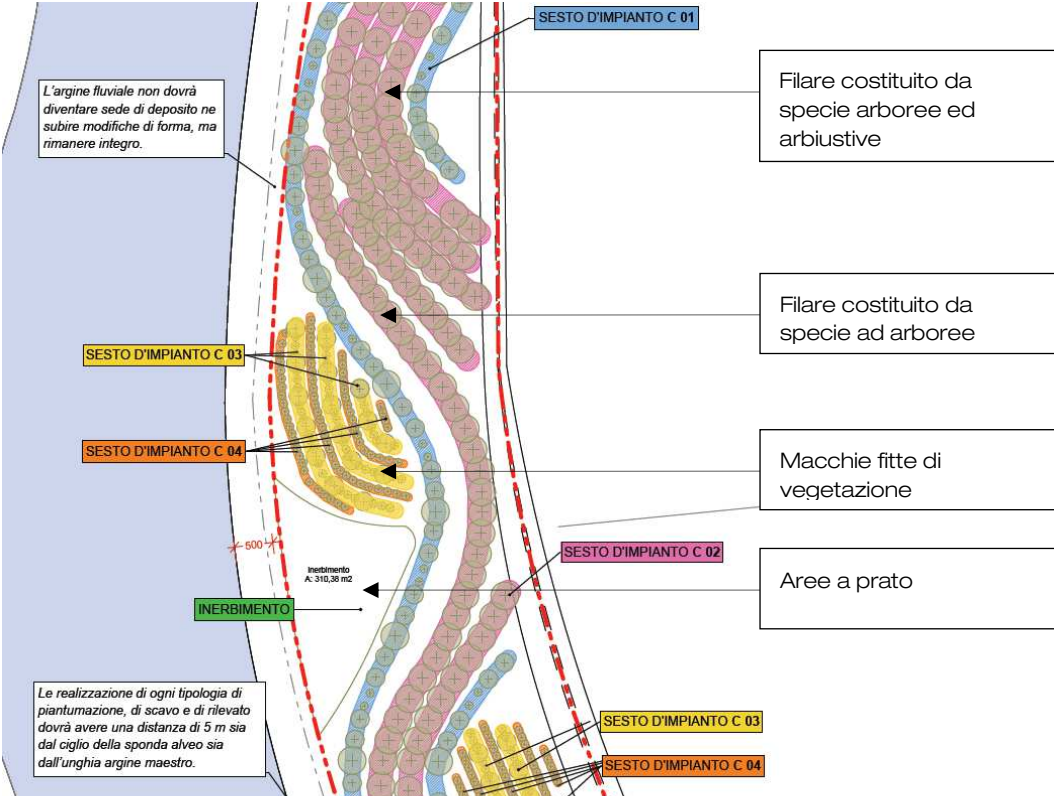
Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
C	REALIZZAZIONE DI UN BOSCO RIPARIO		<p>Realizzazione di un bosco ripario nell'area individuata catastalmente al <b>mapp.52 Foglio 5</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>0,823 ha</b>.</p> <p>È prevista la formazione di</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un bosco di pianura composto da specie autoctone in file parallele alternate tra loro in modo irregolare e con andamento sinusoidale per garantire un aspetto naturaliforme;</li> <li>- macchie fitte di vegetazione;</li> <li>- aree a prato.</li> </ul>
			

Figura 19 Planometria di progetto dell'area interessata dall'intervento C



#### 4.4.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto per il raggiungimento dell'obiettivo di miglioramento della qualità delle acque. L'impianto arboreo ed arbustivo permetterà l'interazione dell'apparato radicale delle piante direttamente con l'ambiente acquatico e con la falda sottostante. L'area, di proprietà del Comune di Volongo e resa disponibile per il progetto con Deliberazione della Giunta Comunale n. 1 del 20.01.2012, risulta individuata catastalmente al mappale 52 del foglio 5 ed ha una superficie pari a 0,823 ha.

È prevista la realizzazione di un bosco di pianura composto da specie esclusivamente autoctone poste in file parallele alternate tra loro in modo irregolare lungo la fila e distanti e con andamento sinusoidale per garantire un aspetto naturaliforme. La disposizione vegetazionale scelta è il più naturale possibile, in grado di svilupparsi grazie a pochi e mirati interventi manutentivi.

Si prevede la messa a dimora di formazioni arboreo-arbustive costituite da alberi e arbusti autoctoni disposti su più file parallele sfalsate secondo le indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.4b.

#### 4.4.2 Preparazione dell'area

Si riportano di seguito le operazioni necessarie alla realizzazione della zona boscata e delle zone a prato nell'area del bosco ripario.

##### 4.4.2.1 Scavi e movimenti terra

Innanzitutto sarà necessario prevedere una lavorazione generale del terreno allo scopo sia di portare alla luce ed eliminare materiale inerte e rifiuti di dimensioni incompatibili con il progetto nonché eventuali parti sotterranee di vegetazione infestante, sia di operare una prima movimentazione del terreno. Verranno quindi eseguite operazioni di livellamento e messa a quota del terreno, spianando dossi e portando il suolo alla quota utile, mediante mezzi meccanici o manualmente per piccoli spazi.

Si tratta di lavorazioni profonde del terreno (80 – 100 cm) da eseguirsi con il ripuntatore. In terreni agricoli profondi, comuni nella pianura padana, è molto importante effettuare la rottura della suola di lavorazione presente intorno ai 45-55 cm di profondità che ostacolerebbe l'accrescimento radicale delle piante, compromettendo l'esito futuro dell'impianto. L'impiego di un ripuntatore fino ad una profondità di 60-80 cm è sicuramente indispensabile in queste situazioni per una corretta preparazione del terreno.

Eventuali riporti e livellamenti, devono essere effettuati con terreno asciutto, per evitare di compattare eccessivamente il suolo compromettendone la struttura e la fertilità, difficilmente poi ripristinabile.

##### 4.4.2.2 Aratura superficiale e preparazione del terreno

L'aratura superficiale ha lo scopo di rimuovere il suolo e ripristinare la struttura granulare danneggiata durante le operazioni di ripuntatura, pulizia e livellamento.

Generalmente si effettua ad una profondità di 30 cm., ma in presenza di strato argilloso e di ristagni, si può raggiungere e superare i 50 cm.

La lavorazione si può effettuare con aratri, ripper o erpici ma, in spazi ridotti, ci si deve limitare all'uso di passaggi ripetuti di motocoltivatori o vangatura manuale.

#### 4.4.2.3 Concimazione e correzione

Si prevede la distribuzione di letame maturo di bovino (8 – 10 Kg/m<sup>2</sup>). Per il prato è necessario che gli elementi minerali siano presenti nel giusto rapporto.

*Tabella 15. Dotazione ideale di sostanze nutritive per i terreni a tappeto erboso (mg/100 g di terreno)*

	Fosforo	Potassio	Magnesio
Massimo	12-20	15-30	7-15
Minimo	7-15	15-25	5-12

#### 4.4.2.4 Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni successive a quella profonda, hanno lo scopo di incorporare concime e raffinare il terreno per le operazioni finali: vengono effettuate con frese rotative e motocoltivatori per una profondità di circa 25-30 cm.

In seguito si interviene mediante erpicatura o fresatura per eliminare tutte le irregolarità di lavorazione ed ottenere un piano molto accurato che permetterà tagli uniformi durante la manutenzione.

Ulteriori lavorazioni specifiche per la realizzazione del prato verranno specificate di seguito.

#### 4.4.3 Messa a dimora di specie arboree ed arbustive

Per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive sono da prevedere le seguenti lavorazioni.

##### 4.4.3.1 Stesura di pacciamatura in materiale plastico

Per la pacciamatura si utilizzeranno bande di film plastico larghe 100-120 cm e dello spessore di almeno 0,08 mm. Il materiale più adatto è l'etilvinilacetato (EVA) additivato con stabilizzanti anti UV. Ricorrere alla pacciamatura consentirà di ridurre notevolmente i costi per la realizzazione e le prime manutenzioni degli impianti, impedendo la crescita della vegetazione erbacea in concorrenza con le giovani piante messe a dimora. La pacciamatura va rimossa e consegnata ai centri di raccolta al termine del terzo anno dopo l'impianto, ed al completo affrancamento delle specie arboree.

##### 4.4.3.2 Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche

Questa operazione conclude la preparazione del terreno prima della messa a dimora delle piante. I filari dovranno essere tracciati a distanze regolari, secondo le indicazioni specifiche contenute nell'elaborato grafico All.4.4b, sia in termini di distanze tra piantine



lungo lo stesso filare e tra un filare e l'altro, sia in termini di sequenza di disposizione delle varie specie indicata negli abachi. Ulteriori indicazioni di dettaglio verranno eventualmente fornite, se necessario, dalla Direzione lavori durante le fasi di cantiere.

La tecnica di apertura delle buche dovrà essere valutata con la Direzione Lavori in funzione dell'estensione dell'area, del numero di piantine da mettere a dimora, della presenza di vegetazione da salvaguardare o di altre lavorazioni specifiche in atto vicino.

Di norma comunque il foro di impianto dovrà essere di dimensioni ridotte per limitare lo sviluppo delle infestanti, una volta introdotta la piantina la superficie superiore del pane di terra dovrà trovarsi al livello del terreno o appena sotto e il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare alcuna discontinuità tra il suolo e il pane di terra, che comporterebbe il rischio di disseccamento della piantina. I lembi del film attorno al foro andranno poi fermati per evitare la crescita delle infestanti a ridosso del fusticino della pianta.

#### 4.4.3.3 Formazione dell'area boscata

In quest'area è prevista la messa a dimora di 1.169 piante.

Il materiale vivaistico dovrà essere reso disponibile in contenitore multiforo comprensivo di rincalzamento. Le piantine saranno di tipo forestale, ossia semenzali o giovani trapianti di 1-2 anni di età, con un'altezza compresa tra 30 e 70 cm, le arboree preferibilmente dotate di pane di terra.

Le specie arboree scelte sono: *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Acer campestre* (Acero campestre), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune).

Per le specie arbustive: *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Sambucus nigra* (Sambuco nero), *Cornus sanguinea* (Sanguinella), *Corylus avellana* (Nocciolo), *Crataegus monogyna* (Biancospino comune), *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 16.

La struttura dei sestri di impianto principali, indicati come C01 e C02 all'interno dell'area boscata, è organizzata nella misura indicativa di 2X3 m, ossia nella stessa fila le specie ad alto fusto distano 2 m l'una dall'altra, intervallate da arbusti distanti 1 m, mentre tra le file le specie distano tutte 3 m l'una dall'altra (Figura 20).

La struttura dei sestri d'impianto prevista per i filari prevalentemente rettilinei e paralleli alla direzione dell'argine sinistro del fiume sono: C03, C04. La loro struttura è riportata in Figura 21 e in Figura 22.

Tabella 16. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area adibita alla realizzazione di bosco ripario.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	7,01	82
<i>Quercus robur</i>	Farnia	7,10	83
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	7,96	93
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	7,96	93
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino comune	7,01	82
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	10,44	122
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco nero	10,44	122
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	10,52	123
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	10,52	123
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino comune	10,52	123
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	10,52	123

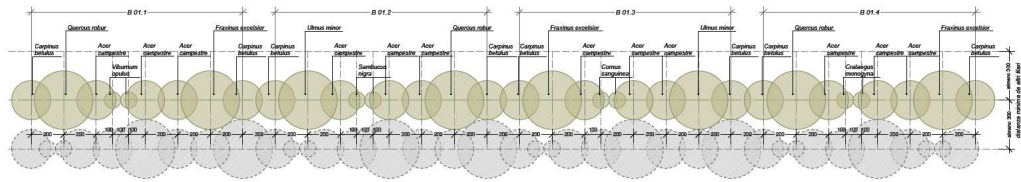


Figura 20. Composizione del sesto d'impianto C01 e C02 previsti all'interno dell'area del bosco ripario.

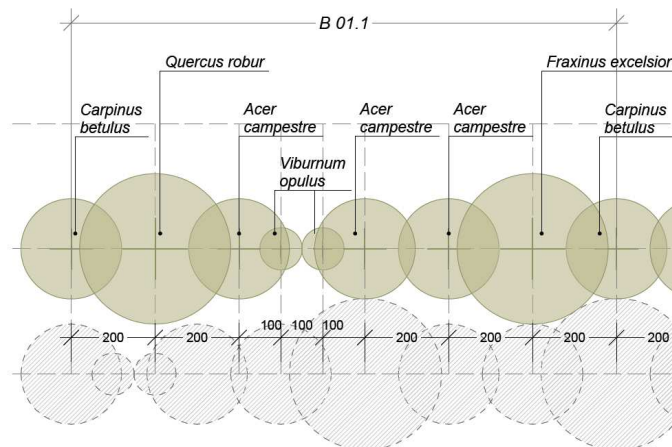


Figura 21. Composizione del sesto d'impianto C03 previsto all'interno dell'area del bosco ripario.

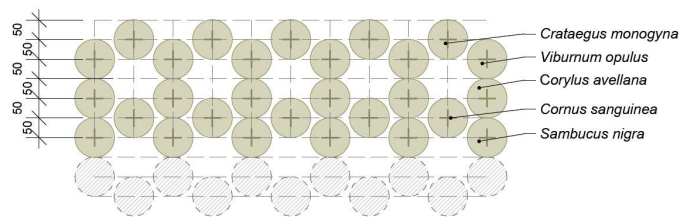


Figura 22. Composizione del sesto d'impianto C04 previsto all'interno dell'area del bosco ripario.

#### 4.4.3.4 Formazione di manto erboso

Nella zona a prato, oltre alle lavorazioni preliminari del terreno e alla concimazione, è da prevedere l'esecuzione di operazioni di affinamento e livellamento per la buona preparazione del letto di semina, oltre che una rullatura pre-semina e l'affinamento definitivo del terreno. In questa fase si provvederà a fornire al terreno l'opportuna sistemazione, in funzione del tipo di suolo, al fine di rendere efficiente anche lo smaltimento dell'acqua meteorica in eccesso.

L'epoca della semina dovrà essere l'inizio della primavera (marzo-aprile) o l'inizio dell'autunno (settembre-ottobre) e andranno comunque evitati sia i periodi eccessivamente caldi sia quelli troppo piovosi. Inoltre la semina del prato dovrà avvenire solo successivamente alla piantagione delle essenze arboree ed arbustive previste in progetto, nonché dopo la realizzazione dei percorsi e delle attrezzature previste.

La semina sarà effettuata con le attrezzature più idonee, in funzione della dimensione dell'area da seminare e di comune accordo con la Direzione Lavori, meccanicamente o manualmente.

La semina del concime di impianto e del miscuglio di semi, che dovrà essere eseguita in giornate prive di vento eseguendo due passate leggere tra loro perpendicolari, sarà seguita da un leggero interrimento dei semi con rullatura di fine lavoro per assicurare un leggero compattamento del terreno e renderlo più agibile ai passaggi delle macchine operatrici.

La composizione del miscuglio e le dosi di seme impiegati dovranno essere tali da garantire ottime qualità tecniche e ornamentali, un buon valore estetico e manutenzione minima, oltre che tollerare bene le alte e basse temperature. Una buona composizione è: 60% graminacee, 20% leguminose, 20% altre specie. Se si impiega seme minuto, si suggerisce di miscelarlo con materiale inerte (sabbia silicea) allo scopo di favorire la omogeneità della distribuzione.

Ultimata la rullatura dovrà essere eseguita la prima irrigazione a pioggia lenta in modo da garantire l'umettamento della superficie con un apporto medio di 5-7 litri per metro quadro (equivalente a 5-7 mm. di altezza) al giorno, in funzione della natura del terreno e del periodo in cui si opera.


#### 4.4.4 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno delle opere a verde si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

## 4.5 Intervento D: realizzazione di un'area di interscambio a servizio delle attività alieutiche

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'intervento D relativo alla realizzazione di un'area di interscambio a prevalente servizio delle attività alieutiche in un'area adiacente l'argine del fiume Gambara ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 23. Breve sintesi dell'intervento di realizzazione di un'area di interscambio.

Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
D	REALIZZAZIONE DI UN'AREA DI INTERSCAMBIO		<p>Realizzazione di un'area di interscambio nell'area individuata catastalmente al <b>mapp.61 Foglio 6</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>1,423 ha</b>.</p> <p>L'area attrezzata ospiterà le auto e i pescatori durante le gare senza utilizzare l'argine per la sosta, ed eventuali manifestazioni.</p> <p>Si prevede la realizzazione di percorsi, di punti di accesso diretto all'argine dall'interno dell'area, di aree boscate.</p>

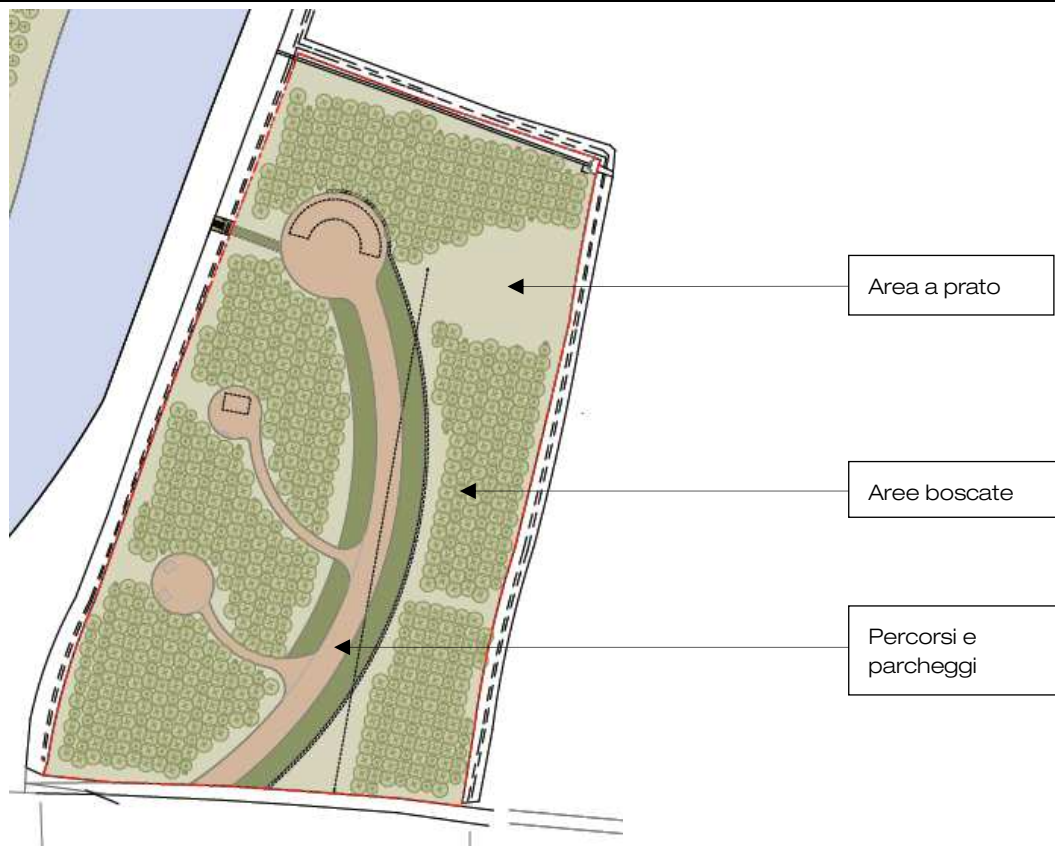


Figura 24. Planimetria di progetto dell'intervento D

### 4.5.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto per creare un'area attrezzata per ospitare le auto e i pescatori durante le gare di pesca senza utilizzare l'argine per la sosta e per eventuali manifestazioni. L'impianto arboreo ed arbustivo permetterà l'interazione dell'apparato radicale delle piante direttamente con l'ambiente acquatico e con la falda sottostante.

L'area, di proprietà del Comune di Volongo e resa disponibile per il progetto con Deliberazione della Giunta Comunale n. 1 del 20.01.2012, risulta individuata catastalmente al mappale 61 del foglio 6 ed ha una superficie pari a 1,423 ha.

L'area è stata organizzata internamente in più percorsi, da uno dei quali sarà possibile risalire l'argine attraverso gradini in legno, la cui struttura sarà tale da non modificare la struttura dell'argine. È prevista inoltre la messa a dimora di formazioni arboreo-arbustive costituite da alberi e arbusti disposti su più file parallele sfalsate secondo le indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.5b che hanno lo scopo di depurare le acque di falda attraverso il loro apparato radicale. La loro presenza permetterà inoltre la schermatura delle auto eventualmente lasciate all'interno dell'area.

Si prevede la realizzazione di:

- una zona a bosco attraverso la messa a dimora di specie arboree ed arbustive secondo le indicazioni contenute nell'All.4.5b;
- Una zona a prato;
- Camminamenti e piattaforme in pavimentazione drenante in misto naturale.

### 4.5.2 Preparazione dell'area

Si riportano di seguito le operazioni necessarie alla realizzazione della zona boscata e dei camminamenti progettati nell'area di interscambio.

#### 4.5.2.1 Scavi e movimenti terra

Innanzitutto sarà necessario prevedere una lavorazione generale del terreno allo scopo sia di portare alla luce ed eliminare materiale inerte e rifiuti di dimensioni incompatibili con il progetto nonché eventuali parti sotterranee di vegetazione infestante, sia di operare una prima movimentazione del terreno. Verranno quindi eseguite operazioni di livellamento e messa a quota del terreno, spianando dossi e portando il suolo alla quota utile, mediante mezzi meccanici o manualmente per piccoli spazi.

Si tratta di lavorazioni profonde del terreno (80 – 100 cm) da eseguirsi con il ripuntatore. In terreni agricoli profondi, comuni nella pianura padana, è molto importante effettuare la rottura della suola di lavorazione presente intorno ai 45-55 cm di profondità che ostacolerebbe l'accrescimento radicale delle piante, compromettendo l'esito futuro dell'impianto. L'impiego di un ripuntatore fino ad una profondità di 60-80 cm è sicuramente indispensabile in queste situazioni per una corretta preparazione del terreno.

Eventuali riporti e livellamenti, dovranno essere effettuati con terreno asciutto, per evitare di compattare eccessivamente il suolo compromettendone la struttura e la fertilità, difficilmente poi ripristinabile.

#### 4.5.2.2 Aratura superficiale e preparazione del terreno

L'aratura superficiale ha lo scopo di rimuovere il suolo e ripristinare la struttura granulare danneggiata durante le operazioni di ripuntatura, pulizia e livellamento. Generalmente si effettua ad una profondità di 30 cm., ma in presenza di strato argilloso e di ristagni, si può raggiungere e superare i 50 cm.

La lavorazione si può effettuare con aratri, ripper o erpici ma, in spazi ridotti, ci si deve limitare all'uso di passaggi ripetuti di motocoltivatori o vangatura manuale.

#### 4.5.2.3 Concimazione e correzione

Per le aree boscate si prevede la distribuzione di letame maturo di bovino (8 – 10 Kg/m<sup>2</sup>). Per il prato è necessario che gli elementi minerali siano presenti nel giusto rapporto.

*Tabella 17. Dotazione ideale di sostanze nutritive per i terreni a tappeto erboso (mg/100 g di terreno)*

	Fosforo	Potassio	Magnesio
Massimo	12-20	15-30	7-15
Minimo	7-15	15-25	5-12

#### 4.5.2.4 Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni successive a quella profonda, hanno lo scopo di incorporare concime e raffinare il terreno per le operazioni finali: vengono effettuate con frese rotative e motocoltivatori per una profondità di circa 25-30 cm.

In seguito si interviene mediante erpicatura o fresatura per eliminare tutte le irregolarità di lavorazione ed ottenere un piano molto accurato che permetterà tagli uniformi durante la manutenzione.

Ulteriori lavorazioni specifiche per la realizzazione di parti specifiche (ad esempio prato, camminamenti,...) verranno specificate di seguito.

#### 4.5.3 Messa a dimora di specie arboree ed arbustive

Per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive sono da prevedere le seguenti lavorazioni.

##### 4.5.3.1 Stesura di pacciamatura in materiale plastico

Per la pacciamatura si utilizzeranno bande di film plastico larghe 100-120 cm e dello spessore di almeno 0,08 mm. Il materiale più adatto è l'etilvinilacetato (EVA) additivato con stabilizzanti anti UV. Ricorrere alla pacciamatura consentirà di ridurre notevolmente i costi per la realizzazione e le prime manutenzioni degli impianti, impedendo la crescita della vegetazione erbacea in concorrenza con le giovani piante messe a dimora. La pacciamatura va rimossa e consegnata ai centri di raccolta al termine del terzo anno dopo l'impianto, ed al completo affrancamento delle specie arboree.



#### 4.5.3.2 Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche

Questa operazione conclude la preparazione del terreno prima della messa a dimora delle piante. I filari dovranno essere tracciati a distanze regolari, secondo le indicazioni specifiche contenute nell'elaborato grafico All.4.5b, sia in termini di distanze tra piantine lungo lo stesso filare e tra un filare e l'altro, sia in termini di sequenza di disposizione delle varie specie indicata negli abachi. Ulteriori indicazioni di dettaglio verranno eventualmente fornite, se necessario, dalla Direzione lavori durante le fasi di cantiere.

La tecnica di apertura delle buche dovrà essere valutata con la Direzione Lavori in funzione dell'estensione dell'area, del numero di piantine da mettere a dimora, della presenza di vegetazione da salvaguardare o di altre lavorazioni specifiche in atto vicino.

Di norma comunque il foro di impianto dovrà essere di dimensioni ridotte per limitare lo sviluppo delle infestanti, una volta introdotta la piantina la superficie superiore del pane di terra dovrà trovarsi al livello del terreno o appena sotto e il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare alcuna discontinuità tra il suolo e il pane di terra, che comporterebbe il rischio di disseccamento della piantina. I lembi del film attorno al foro andranno poi fermati per evitare la crescita delle infestanti a ridosso del fusticino della pianta.

#### 4.5.3.3 Formazione dell'area boscata nell'area di interscambio

In quest'area è prevista la messa a dimora di 1.232 piante.

Il materiale vivaistico dovrà essere reso disponibile in contenitore multiforo comprensivo di rincalzamento. Le piantine saranno di tipo forestale, ossia semenzali o giovani trapianti di 1-2 anni di età, con un'altezza compresa tra 30 e 70 cm, le arboree preferibilmente dotate di pane di terra.

Le specie arboree scelte sono: *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Acer campestre* (Acero campestre), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune).

Per le specie arbustive: *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Sambucus nigra* (Sambuco nero), *Cornus sanguinea* (Sanguinella), *Corylus avellana* (Nocciolo), *Salix alba* (Salice bianco), *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 18.

La struttura del sesto di impianto dell'area boscata, indicato come B01, è organizzata sulla misura indicativa di 2X3m ovvero nella stessa fila le piante distano 2m l'una dall'altra, intervallate da arbusti distanti 1 m, mentre le file distano tra loro di 3m. La composizione dei diversi sestetti di impianto è rappresentata nelle immagini seguenti, estratte dall'elaborato grafico All.4.5b.

I filari dovranno essere posti in ordine sfalsato per favorire lo sviluppo delle chiome delle specie arboree e nel contempo per lasciare spazio alle specie arbustive che limitano lo sviluppo delle specie infestanti. I filari si svilupperanno inoltre su diverse lunghezze, a seconda che siano vicini al perimetro dell'area o verso l'interno. Le file più lunghe sono composte dalla ripetizione di moduli a diversa composizione, come si evince in Figura 25. Gli individui da mettere a dimora nella zona a prato sono indicati nell'elaborato grafico All.4.5b, sia nella specie, sia nella posizione e nella distanza rispetto agli altri individui.

Tabella 18. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area adibita alla realizzazione dell'area di interscambio.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	16,64	205
<i>Quercus robur</i>	Farnia	16,56	204
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	8,85	109
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	8,85	109
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino comune	16,64	205
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	5,73	67
<i>Sambucus nigra</i>	Sambuco nero	5,73	67
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	5,73	67
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo	5,73	67
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	5,65	66
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	5,73	67

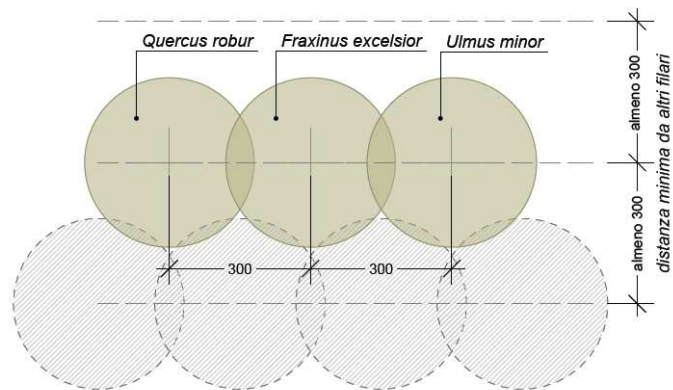


Figura 25. Composizione del sesto d'impianto D01.

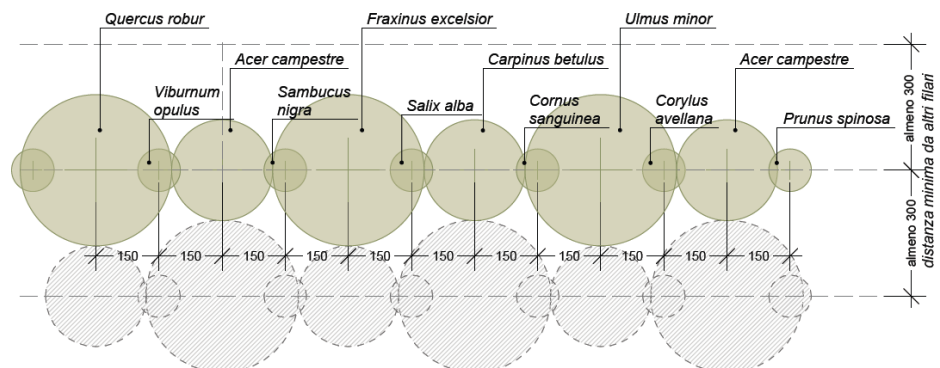


Figura 26. Composizione del sesto d'impianto D02



#### 4.5.3.4 Formazione di manto erboso

Nella zona a prato, oltre alle lavorazioni preliminari del terreno e alla concimazione, è da prevedere l'esecuzione di operazioni di affinamento e livellamento per la buona preparazione del letto di semina, oltre che una rullatura pre-semina e l'affinamento definitivo del terreno. In questa fase si provvederà a fornire al terreno l'opportuna sistemazione, in funzione del tipo di suolo, al fine di rendere efficiente anche lo smaltimento dell'acqua meteorica in eccesso.

L'epoca della semina dovrà essere l'inizio della primavera (marzo-aprile) o l'inizio dell'autunno (settembre-ottobre) e andranno comunque evitati sia i periodi eccessivamente caldi sia quelli troppo piovosi. Inoltre la semina del prato dovrà avvenire solo successivamente alla piantagione delle essenze arboree ed arbustive previste in progetto, nonché dopo la realizzazione dei percorsi e delle attrezzature previste.

La semina sarà effettuata con le attrezzature più idonee, in funzione della dimensione dell'area da seminare e di comune accordo con la Direzione Lavori, meccanicamente o manualmente.

La semina del concime di impianto e del miscuglio di semi, che dovrà essere eseguita in giornate prive di vento eseguendo due passate leggere tra loro perpendicolari, sarà seguita da un leggero interrimento dei semi con rullatura di fine lavoro per assicurare un leggero compattamento del terreno e renderlo più agibile ai passaggi delle macchine operatrici.

La composizione del miscuglio e le dosi di seme impiegati dovranno essere tali da garantire ottime qualità tecniche e ornamentali, un buon valore estetico e manutenzione minima, oltre che tollerare bene le alte e basse temperature. Una buona composizione è: 60% graminacee, 20% leguminose, 20% altre specie.

Se si impiega seme minuto, si suggerisce di miscelarlo con materiale inerte (sabbia silicea) allo scopo di favorire la omogeneità della distribuzione.

Ultimata la rullatura dovrà essere eseguita la prima irrigazione a pioggia lenta in modo da garantire l'umettamento della superficie con un apporto medio di 5-7 litri per metro quadro (equivalente a 5-7 mm. di altezza) al giorno, in funzione della natura del terreno e del periodo in cui si opera.

#### 4.5.4 Pavimentazioni ed elementi di arredo

All'interno dell'area sono previste la formazione di percorsi e piattaforme in pavimentazione drenante in misto naturale, e la posa in opera di una scala di risalita in legno e di pavimentazione alveolare in materiale plastico.

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, sarà necessario eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza dei piani, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori durante le fasi di cantiere.

I piani di posa dei passaggi dovranno avere l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o gradinati secondo le indicazioni che saranno della Direzione

Lavori. Le pavimentazioni dei camminamenti e delle piattaforme saranno realizzate su apposito sottofondo dello spessore prescritto, da costruirsi entro adatto cassonetto scavato. Detto cassonetto la cui regolarità sarà controllata dalla Direzione Lavori prima dell'apporto del materiale lapideo, dovrà essere conforme alle quote di progetto. I sottofondi verranno realizzati con fondazione in misto ghiaia e sabbia di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo, che alle caratteristiche dei carichi futuri.

La pavimentazione sarà ottenuta con l'impiego di graniglia derivata dalla frantumazione di rocce calcaree disposta in strati successivi secondo le seguenti modalità: un primo strato di 4 cm di pezzature 12-6 mm, adeguatamente bagnata e costipata con almeno due rullature; un secondo strato di 4 cm, pezzatura 6-3 mm, realizzata come sopra con almeno due rullature; uno strato finale di 2 cm pezzatura inferiore ai 3 mm, realizzata come sopra con almeno 8 rullature.

Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere assestato mediante cilindratura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale però che l'acqua arrivi al sottofondo. Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro.

A lavoro finito la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano del passaggio. Al termine della rullatura dello strato di sottofondo saranno effettuate prove di carico su piastra sullo strato superficiale dalle quali dovrà risultare un valore minimo di portanza pari a 1.000 kg/mq misurato al secondo ciclo di carico su piastra.

Secondo le indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.5c andrà posta in opera pavimentazione alveolare in materiale plastico, polietilene ad alta densità, carrabile con resistenza alla compressione fino a 200 t/mq. Andrà predisposto lo scavo del cassonetto e successivamente un idoneo fondo con inerti avente spessore minimo di 20cm, posato su letto di inerti vulcanici permeabili (lapillo). Gli alveoli andranno riempiti con idonei materiali per la crescita del prato (terriccio e torbe miscelati al lapillo) che verrà seminato con sementi di graminacee in ragione di 40 g/mq.

Andranno posti in opera anche appositi cordoli in legno di conifera trattata tra il bordo esterno della pavimentazione e il prato naturale, fissati con tirafondi in metallo al fine di mantenere separati i due tipi di pavimentazione e contenere il materiale inerte del camminamento.

La scala di risalita in legno sarà realizzata con la posa in opera di gradini in legno poggianti sull'argine ma tali da non modificare la struttura dell'argine stesso. I gradini saranno ancorati al suolo mediante dei tirafondi secondo le indicazioni contenute nell'elaborato grafico All.4.5c e secondo le indicazioni eventualmente fornite dalla Direzione Lavori in fase esecutiva.

Lungo i due lati dei camminamenti si prevede anche la formazione di scoline attraverso una depressione del terreno per lo smaltimento delle acque meteoriche e di irrigazione.

All'interno dell'area verranno infine installati alcuni elementi di arredo, quali bacheche informative, tavoli, panchine e cestini portarifiuti.


#### 4.5.5 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno, sia in riferimento alle opere a verde, sia in riferimento alle pavimentazioni e agli elementi di arredo, si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

## 4.6 Interventi P1, P2, P3, P4: forestazione di aree riparie e golenali private

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa degli interventi di categoria P relativi alla forestazione di aree riparie e golenali di proprietà privata ed una breve sintesi delle attività previste.

Tabella 27. Breve sintesi dell'intervento di forestazione di aree riparie e golenali.

Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
P	REALIZZAZIONE DI UN INTERVENTO DI FORESTAZIONE		<p>Realizzazione di interventi di forestazione di aree riparie e golenali individuate catastalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P1 al <b>mapp.50-54-57 Foglio 6</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>0,695 ha.</b></li> <li>- P2 al <b>mapp.110 Foglio 7</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>0,335 ha.</b></li> <li>- P3 al <b>mapp.68-69-70-118 Foglio 8</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>1,265 ha.</b></li> <li>- P4 al <b>mapp.139 Foglio 8</b> del Comune di Volongo di superficie pari a <b>0,665 ha.</b></li> </ul>

### 4.6.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento è stato previsto per il raggiungimento dell'obiettivo di miglioramento della qualità delle acque e dell'ambiente nell'area parco. Gli impianti arborei ed arbustivi permetteranno l'interazione dell'apparato radicale delle piante direttamente con l'ambiente acquatico e con la falda sottostante.

Le aree, di proprietà di privati e rese disponibile con accordi privati stipulati con l'Ente Parco, risultano individuate catastalmente:

- P1 al mapp.50-54-57 Foglio 6 del Comune di Volongo di superficie pari a 0,695 ha.
- P2 al mapp.110 Foglio 7 del Comune di Volongo di superficie pari a 0,335 ha.
- P3 al mapp.68-69-70-118 Foglio 8 del Comune di Volongo di superficie pari a 1,265 ha.
- P4 al mapp.139 Foglio 8 del Comune di Volongo di superficie pari a 0,665 ha.

È prevista la messa a dimora di impianti arborei ed arbustivi di caratteristiche riportate negli elaborati grafici All.4.6b, All.4.6d e All.4.6f.

Di seguito si forniscono le indicazioni comuni previste per tutte le aree e successivamente alcune indicazioni specifiche per ciascuna area.

## 4.6.2 Preparazione dell'area

Si riportano di seguito le operazioni necessarie alla realizzazione degli impianti.

### 4.6.2.1 Scavi e movimenti terra

Innanzitutto sarà necessario prevedere una lavorazione generale del terreno allo scopo sia di portare alla luce ed eliminare materiale inerte e rifiuti di dimensioni incompatibili con il progetto nonché eventuali parti sotterranee di vegetazione infestante, sia di operare una prima movimentazione del terreno. Verranno quindi eseguite operazioni di livellamento e messa a quota del terreno, spianando dossi e portando il suolo alla quota utile, mediante mezzi meccanici o manualmente per piccoli spazi.

Si tratta di lavorazioni profonde del terreno (80 – 100 cm) da eseguirsi con il ripuntatore. In terreni agricoli profondi, comuni nella pianura padana, è molto importante effettuare la rottura della suola di lavorazione presente intorno ai 45-55 cm di profondità che ostacolerebbe l'accrescimento radicale delle piante, compromettendo l'esito futuro dell'impianto. L'impiego di un ripuntatore fino ad una profondità di 60-80 cm è sicuramente indispensabile in queste situazioni per una corretta preparazione del terreno.

Eventuali riporti e livellamenti, devono essere effettuati con terreno asciutto, per evitare di compattare eccessivamente il suolo compromettendone la struttura e la fertilità, difficilmente poi ripristinabile.

### 4.6.2.2 Aratura superficiale e preparazione del terreno

L'aratura superficiale ha lo scopo di rimuovere il suolo e ripristinare la struttura granulare danneggiata durante le operazioni di ripuntatura, pulizia e livellamento. Generalmente si effettua ad una profondità di 30 cm., ma in presenza di strato argilloso e di ristagni, si può raggiungere e superare i 50 cm.

La lavorazione si può effettuare con aratri, ripper o erpici ma, in spazi ridotti, ci si deve limitare all'uso di passaggi ripetuti di motocoltivatori o vangatura manuale.

### 4.6.2.3 Concimazione e correzione

Si prevede la distribuzione di letame maturo di bovino (8 – 10 Kg/m<sup>2</sup>). Per il prato è necessario che gli elementi minerali siano presenti nel giusto rapporto.

Tabella 19. Dotazione ideale di sostanze nutritive per i terreni a tappeto erboso (mg/100 g di terreno)

	Fosforo	Potassio	Magnesio
Massimo	12-20	15-30	7-15
Minimo	7-15	15-25	5-12

#### 4.6.2.4 Lavorazioni secondarie

Le lavorazioni successive a quella profonda, hanno lo scopo di incorporare concime e raffinare il terreno per le operazioni finali: vengono effettuate con frese rotative e motocoltivatori per una profondità di circa 25-30 cm.

In seguito si interviene mediante erpicatura o fresatura per eliminare tutte le irregolarità di lavorazione ed ottenere un piano molto accurato che permetterà tagli uniformi durante la manutenzione.

Ulteriori lavorazioni specifiche per la realizzazione del prato verranno specificate di seguito.

#### 4.6.3 Messa a dimora di specie arboree ed arbustive

Per la messa a dimora delle specie arboree ed arbustive sono da prevedere le seguenti lavorazioni.

##### 4.6.3.1 Stesura di pacciamatura in materiale plastico

Per la pacciamatura si utilizzeranno bande di film plastico larghe 100-120 cm e dello spessore di almeno 0,08 mm. Il materiale più adatto è l'etilvinilacetato (EVA) additivato con stabilizzanti anti UV. Ricorrere alla pacciamatura consentirà di ridurre notevolmente i costi per la realizzazione e le prime manutenzioni degli impianti, impedendo la crescita della vegetazione erbacea in concorrenza con le giovani piante messe a dimora. La pacciamatura va rimossa e consegnata ai centri di raccolta al termine del terzo anno dopo l'impianto, ed al completo affrancamento delle specie arboree.

##### 4.6.3.2 Tracciamento dei filari e apertura meccanica delle buche

Questa operazione conclude la preparazione del terreno prima della messa a dimora delle piante. I filari dovranno essere tracciati a distanze regolari, secondo le indicazioni specifiche contenute negli elaborati grafici All.4.6b, All.4.6d e All.4.6f, sia in termini di distanze tra piantine lungo lo stesso filare e tra un filare e l'altro, sia in termini di sequenza di disposizione delle varie specie indicata negli abachi. Ulteriori indicazioni di dettaglio verranno eventualmente fornite, se necessario, dalla Direzione lavori durante le fasi di cantiere.

La tecnica di apertura delle buche dovrà essere valutata con la Direzione Lavori in funzione dell'estensione dell'area, del numero di piantine da mettere a dimora, della presenza di vegetazione da salvaguardare o di altre lavorazioni specifiche in atto vicino.

Di norma comunque il foro di impianto dovrà essere di dimensioni ridotte per limitare lo sviluppo delle infestanti, una volta introdotta la piantina la superficie superiore del pane di terra dovrà trovarsi al livello del terreno o appena sotto e il terreno attorno al colletto andrà compattato in modo da non lasciare alcuna discontinuità tra il suolo e il pane di terra, che comporterebbe il rischio di disseccamento della piantina. I lembi del film attorno al foro andranno poi fermati per evitare la crescita delle infestanti a ridosso del fusticino della pianta.

### 4.6.3.3 Formazione degli impianti

Il materiale vivaistico dovrà essere reso disponibile in contenitore multiformo comprensivo di rincalzamento. Le piantine saranno di tipo forestale, ossia semenzali o giovani trapianti di 1-2 anni di età, con un'altezza compresa tra 30 e 70 cm, le arboree preferibilmente dotate di pane di terra.

La struttura dei sestri di impianto è rappresentata nelle immagini seguenti, estratte dagli elaborati grafici All.4.6b, All.4.6d e All.4.6f.

I filari dovranno essere posti in ordine sfalsato per favorire lo sviluppo delle chiome delle specie arboree e nel contempo per lasciare spazio alle specie arbustive che limitano lo sviluppo delle specie infestanti. I filari si svilupperanno inoltre su diverse lunghezze, a seconda che siano vicini al fiume o verso l'interno.

#### 4.6.3.3.1 Area P1

In quest'area è prevista la messa a dimora di 237 piante di cui 120 pioppi.

Le specie arboree scelte sono: *Populus nigra* L. (*Populus* x *Euroamericana*) clone I-214.

Per le specie arbustive: *Acer campestre* (*Acer* *campestre*), *Cornus sanguinea* (*Sanguinella*), *Salix alba* (*Salice* *bianco*), *Prunus spinosa* (*Prugnolo* *selvatico*).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 20.

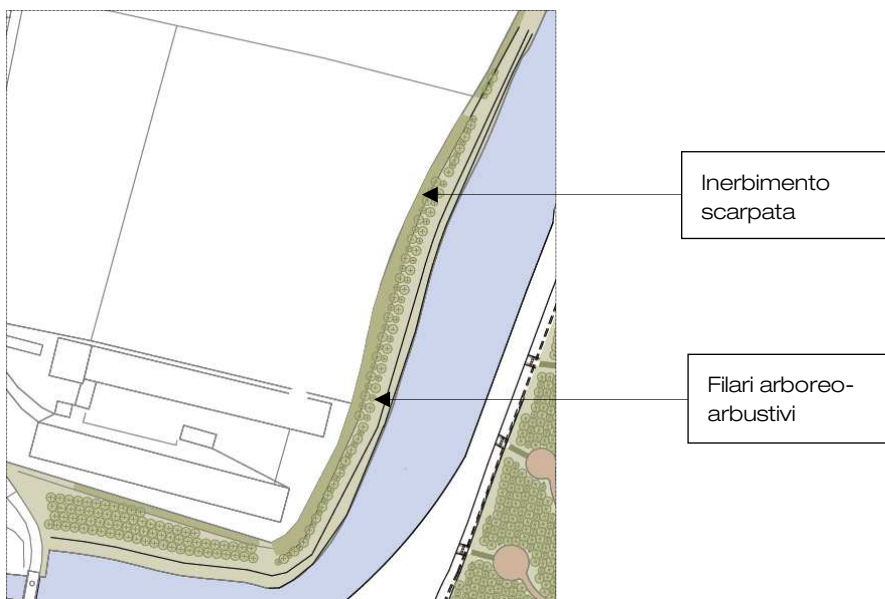


Figura 28. Planimetria di progetto dell'area P1



Tabella 20. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area P1.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Populus nigra</i> L.	Pioppo ibrido	50,63	120
<i>Acer campestre</i>	Acer campestre	19,41	46
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella	10,13	24
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	10,13	24
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	9,70	23

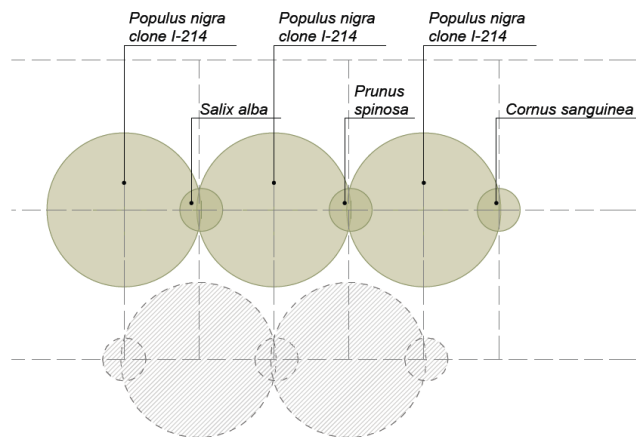


Figura 29. Composizione del sesto d'impianto P01 -01

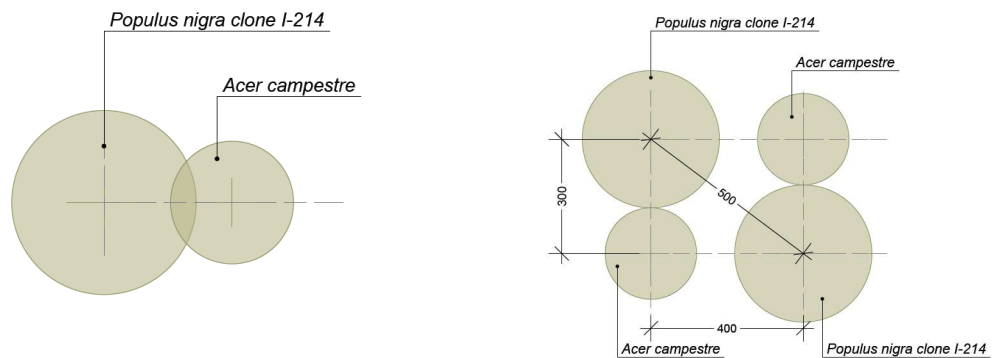


Figura 30. Composizione del sesto d'impianto P1-02 a sinistra e P1-03 a destra

#### 4.6.3.3.2 Area P2

In quest'area è prevista la messa a dimora di 342 piante di cui 220 pioppi.

Le specie arboree scelte sono: *Populus nigra* (Pioppo nero), *Carpinus betulus* (Carpino bianco).

Per le specie arbustive: *Frangula alnus* (Frangola), *Salix alba* (Salice bianco), *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 21.

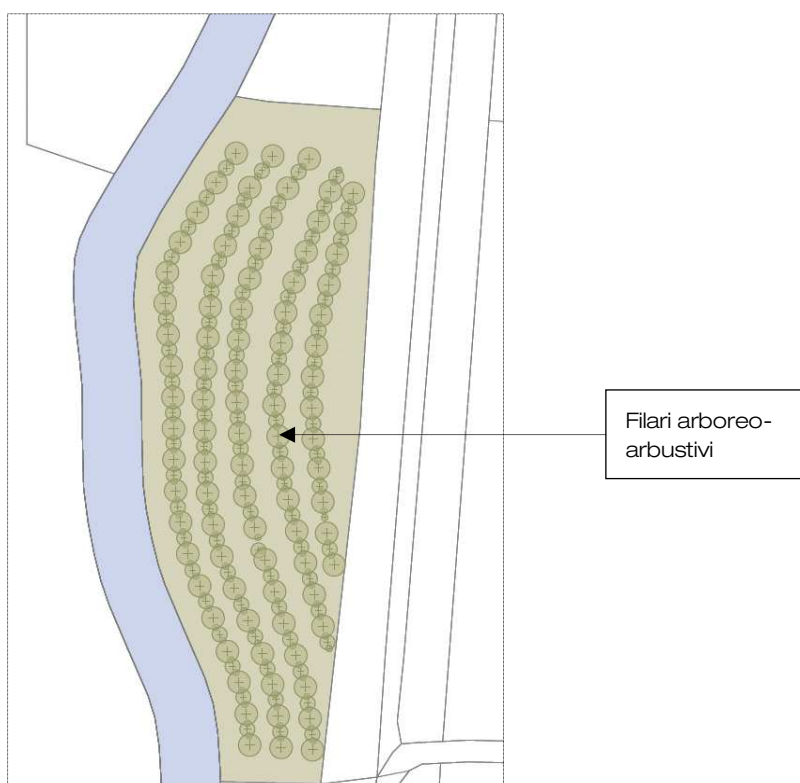


Figura 31. Planimetria di progetto dell'area P2

Tabella 21. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area P2-01.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	25,73	88
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	24,56	84
<i>Frangula alnus</i>	Frangola	16,67	57
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	16,67	57
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo selvatico	16,37	56

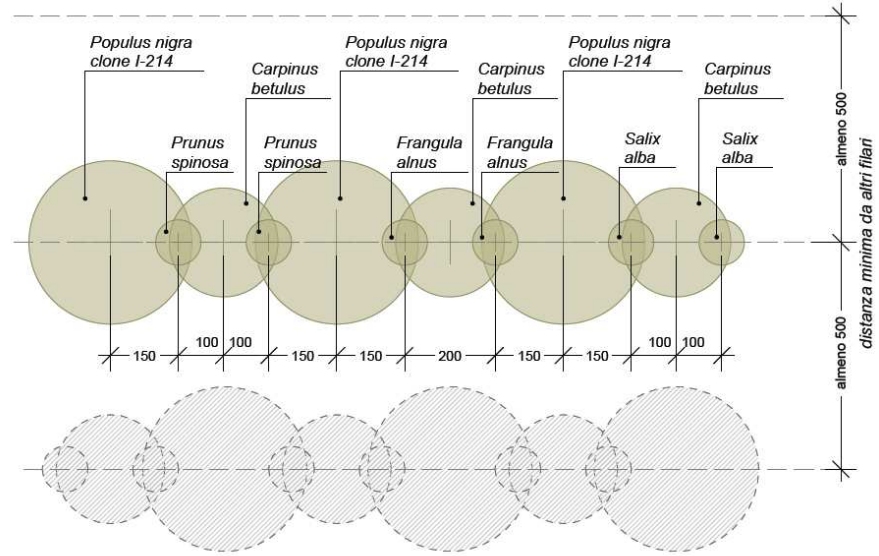


Figura 32. Composizione del sesto d'impianto P2-01

#### 4.6.3.3.3 Area P3

In quest'area è prevista la messa a dimora di 811 piante di cui 220 pioppi.

Le specie arboree scelte sono: *Populus nigra* (Pioppo nero), *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune), *Alnus glutinosa* (Ontano nero).

Per le specie arbustive: *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Frangula alnus* (Frangola).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 22.

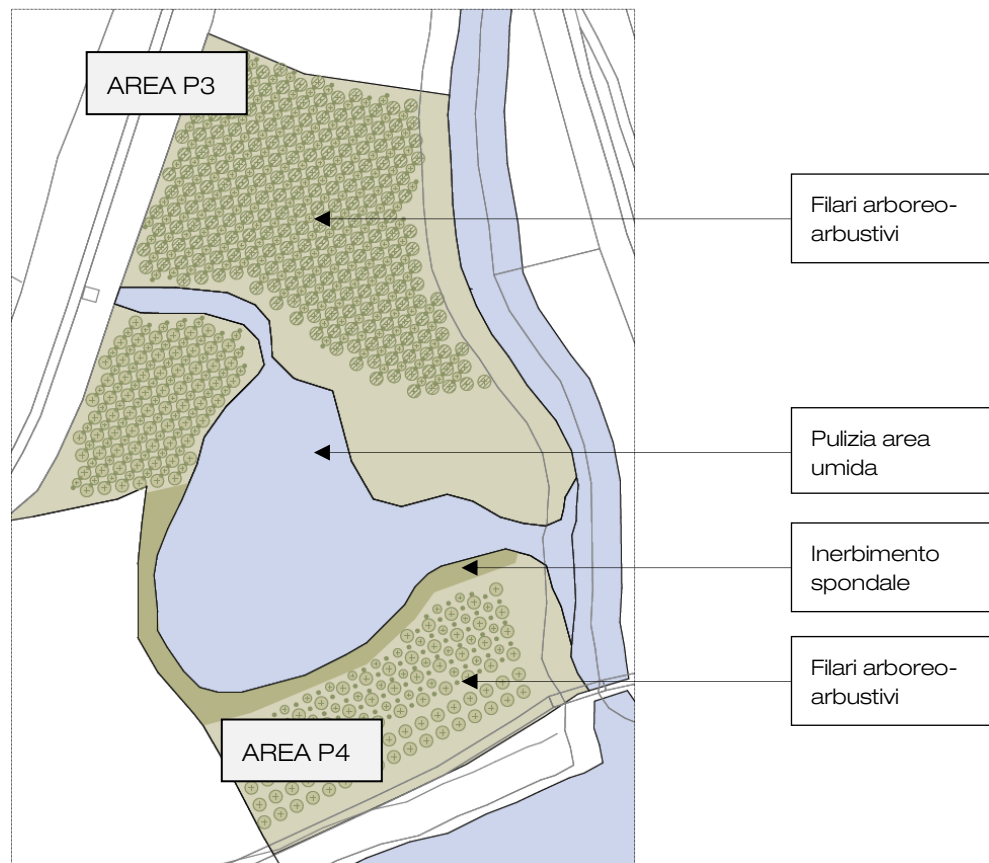


Figura 33. Planimetria di progetto delle aree private P3 e P4

In quest'area è già presente un impianto di pioppi pertanto durante le operazioni di messa a dimora delle nuove piantine occorrerà prestare attenzione a non danneggiare la vegetazione esistente.

Si dovrà porre particolare attenzione a non danneggiare l'apparato radicale, il tronco e la chioma. Per quanto riguarda la protezione degli apparati radicali, normalmente non direttamente visibili a chi effettua le lavorazioni, si dovrà porre particolare attenzione a tutte le operazioni che comportano degli scavi nelle vicinanze delle piante da salvaguardare. In particolare, gli scavi effettuati in un raggio di circa 1-2,5 m dal fusto (in funzione della specie e della dimensione della pianta) dovranno, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori, essere eseguiti manualmente, al fine di verificare la presenza e la localizzazione di grosse radici che, se danneggiate o eliminate, possono portare pericolose malattie per l'albero o problemi per la sua stabilità. Per quanto



#### 4.6.3.3.4 Area P4

In quest'area è prevista la messa a dimora di 445 piante.

Le specie arboree scelte sono: *Populus nigra* (Pioppo nero), *Ulmus minor* (Olmo campestre), *Quercus robur* (Farnia), *Carpinus betulus* (Carpino bianco), *Fraxinus excelsior* (Frassino comune), *Alnus glutinosa* (Ontano nero).

Per le specie arbustive: *Viburnum opulus* (Pallon di maggio), *Frangula alnus* (Frangola).

Il numero esatto di ciascuna specie utilizzata è riportata in Tabella 23.

Tabella 23. Indicazione delle specie da mettere a dimora nell'area P4.

Nome latino	Nome comune	%	N° individui
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	9,44	42
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre	7,19	32
<i>Quercus robur</i>	Farnia	11,91	53
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco	7,42	33
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino comune	11,91	53
<i>Alnus glutinosa</i>	Ontano nero	7,42	33
<i>Frangula alnus</i>	Frangola	22,47	100
<i>Viburnum opulus</i>	Pallon di maggio	22,25	99

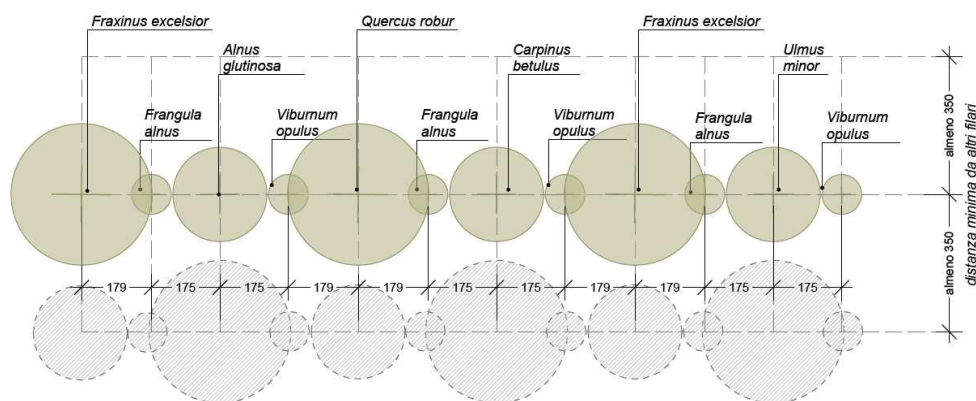


Figura 35. Composizione del sesto d'impianto P4-02

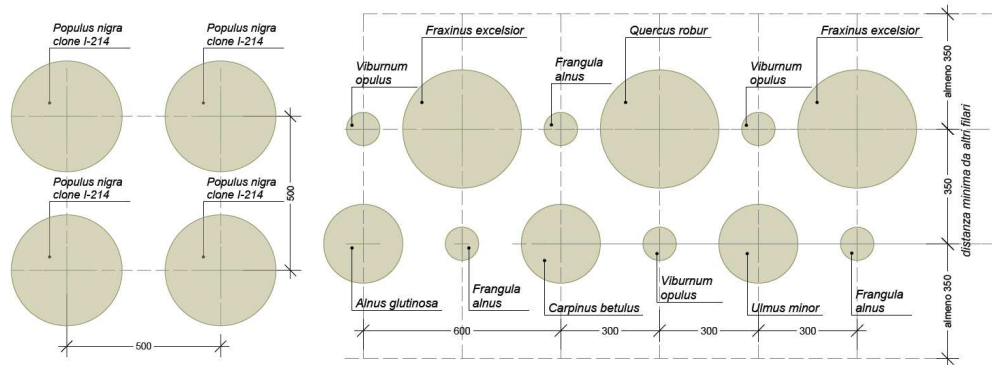


Figura 36. Composizione del sesto d'impianto P4-02 e P4-03

#### 4.6.3.4 Inerbimento della scarpata nell'area P1

Nell'area P1 è previsto l'inerbimento della scarpata posta lungo tutta la sagoma dell'area attraverso la messa a dimora di graminacee, leguminose ed arbusti sparsi. La tecnica prevista è lo spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi ed acqua (idrosemina) che necessita delle operazioni preliminari descritte di seguito.

#### 4.6.3.5 Sfalcio della vegetazione infestante

L'attuale mancanza di una fascia vegetata lungo la scarpata favorisce lo sviluppo di vegetazione infestante in ragione della molta luce che giunge al suolo.

La scarpata dovrà pertanto essere pulita mediante sfalci e scotico dove necessario, e mediante la rimozione di ciottoli, materiali più grossolani, radici ed eventuali rifiuti.

Si sottolinea che detriti e materiali materiali di risulta andranno raccolti e trasportati con mezzi idonei nelle discariche autorizzate o su aree appositamente predisposte.

#### 4.6.3.6 Rastrellatura e preparazione del terreno

Dopo le operazioni di pulizia sono da prevedere l'esecuzione di rastrellamento e successivamente di compattazione del terreno per preparare il letto di semina.

#### 4.6.3.7 Idrosemina

La tecnica scelta per la messa a dimora della vegetazione è l'idrosemina localizzata eseguita a mano o con mezzi meccanici con idonee specie in miscuglio.

Lo spargimento della miscela di sementi ed acqua è effettuato con un'apposita macchina specializzata, l'idroseminatrice dotata di botte, nella quale sono continuamente miscelati i materiali per evitarne la sedimentazione gravitativa. La miscela viene espulsa mediante pompe con pressione adeguata per non danneggiare le sementi stesse e sparsa sulla superficie in strati dello spessore di 0.5÷2 cm.

La miscela contiene: semi di specie erbacee con certificazione di origine (20÷60 gr/mq), acqua (1÷30 l/mq), concimi organici e/o inorganici (50÷200 gr/mq), ammendanti (60÷300 gr/mq), collanti (colloidi organici, colloidi argillo-umici, polimeri di



sintesi, 10÷100 gr/mq), fitoregolatori (ormoni vegetali). Il collante ha la funzione di legare insieme sementi, concimi e ammendanti e far aderire la miscela al terreno.

Il periodo più indicato per l'operazione di idrosemina è ottobre-novembre quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

Durante le fasi di esecuzione si dovranno adottare tutte le misure necessarie alla protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti, ammendanti e collanti e dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza dalle macchine idroseminatrici.

#### 4.6.4 Altre lavorazioni

All'interno dell'area P3 è presente un'area umida che viene regolarmente invasa dalle acque del fiume Gambara al superamento del livello di minimo. Tale area, che non gode di un frequente ricambio d'acqua, risulta attualmente degradata.

Si prevedono quindi:

- Una pulizia generale dell'area attraverso il recupero di detriti, rifiuti, pezzi di tronchi,... e il loro trasporto con mezzi idonei nelle discariche autorizzate o su aree appositamente predisposte;
- La messa a dimora attraverso idrosemina di canneto per una fascia di circa 2-3 m e cariceto lungo la sponda Sud e Sud-Ovest secondo le indicazioni fornite nell'elaborato grafico All.4.6f e dalla Direzione Lavori durante le fasi di cantiere.

L'intervento non dovrà riguardare il risezionamento del fondo dell'area e si limiterà al massimo ad un leggero risezionamento del tratto di sponda da rivegetare con il canneto e il cariceto.

Le specie scelte sono: *Phragmites australis* e *Carex acutiformis*.

La tecnica utilizzata per la messa a dimora di canneto e cariceto lungo il tratto consiste nello spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi ed acqua. Tale tecnica necessita delle operazioni preliminari descritte di seguito.

##### 4.6.4.1 Sfalcio della vegetazione infestante

Attualmente la sponda è caratterizzata dalla presenza di vegetazione per lo più infestante che la rende soggetta ad erosione e franamento.

La sponda dovrà quindi essere pulita mediante sfalci e scotico dove necessario per la rimozione di radici che potrebbero compromettere la buona riuscita della semina, fermando e raccogliendo le erbe sfalciate entro 12 ore dal taglio in modo da evitare il rilascio nel corso d'acqua dei nutrienti immagazzinati nei tessuti vegetali.

##### 4.6.4.2 Rastrellatura e preparazione del terreno

Dopo le operazioni di pulizia, che comprendono anche la rimozione di eventuali ciottoli, materiali più grossolani e radici, sono da prevedere l'esecuzione di un'operazione di rastrellamento e successivamente di compattazione del terreno per preparare il letto di semina. I detriti ed eventuali materiali di risulta andranno raccolti e trasportati con mezzi idonei nelle discariche autorizzate o su aree appositamente predisposte.

#### 4.6.4.3 Idrosemina

La tecnica scelta per la messa a dimora della vegetazione spondale è l'idrosemina localizzata eseguita a mano o con mezzi meccanici con idonee specie in miscuglio.

Lo spargimento della miscela di sementi ed acqua è effettuato con un'apposita macchina specializzata, l'idrosemiatrice dotata di botte, nella quale sono continuamente miscelati i materiali per evitarne la sedimentazione gravitativa. La miscela viene espulsa mediante pompe con pressione adeguata per non danneggiare le sementi stesse e sparsa sulla superficie in strati dello spessore di 0.5÷2 cm.

La miscela contiene: semi di specie erbacee con certificazione di origine (20÷60 gr/mq), acqua (1÷30 l/mq), concimi organici e/o inorganici (50÷200 gr/mq), ammendanti (60÷300 gr/mq), collanti (colloidi organici, colloidi argillo-umici, polimeri di sintesi, 10÷100 gr/mq), fitoregolatori (ormoni vegetali). Il collante ha la funzione di legare insieme sementi, concimi e ammendanti e far aderire la miscela al terreno.

Il periodo più indicato per l'operazione di idrosemina è ottobre-novembre quando le temperature non sono troppo alte o basse e le piogge sono più frequenti.

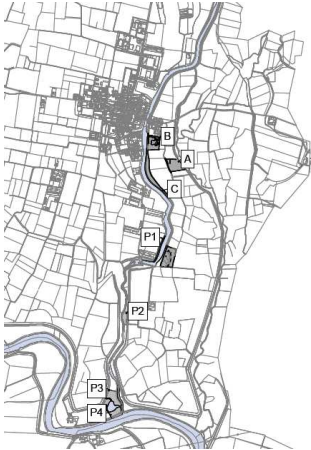
Durante le fasi di esecuzione si dovranno adottare tutte le misure necessarie alla protezione da agenti chimici presenti nei fertilizzanti, ammendanti e collanti e dovrà essere rispettata la distanza di sicurezza dalle macchine idrosemiatrici.

#### 4.6.5 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno in riferimento alle opere a verde si rimanda all'All. 6 Piano di manutenzione.

## 4.7 Ridefinizione delle greenways

Tabella 37. Breve sintesi dell'intervento di definizione di percorsi di fruizione.

Int.	Descrizione	Individuazione	Breve sintesi
	<p>DEFINIZIONE DI - PERCORSI DI FRUIZIONE</p>		<p>L'intervento prevede la definizione di alcuni percorsi di fruizione senza interessare la sistemazione dei percorsi in sè.</p> <p>Consiste nella installazione di segnaletica orizzontale e verticale, di elementi di arredo nei punti individuati con e di ristoro e di bacheche informative.</p> <p>I percorsi individuati sono stati studiati per ricollegarsi al sistema di greenways esistente.</p>

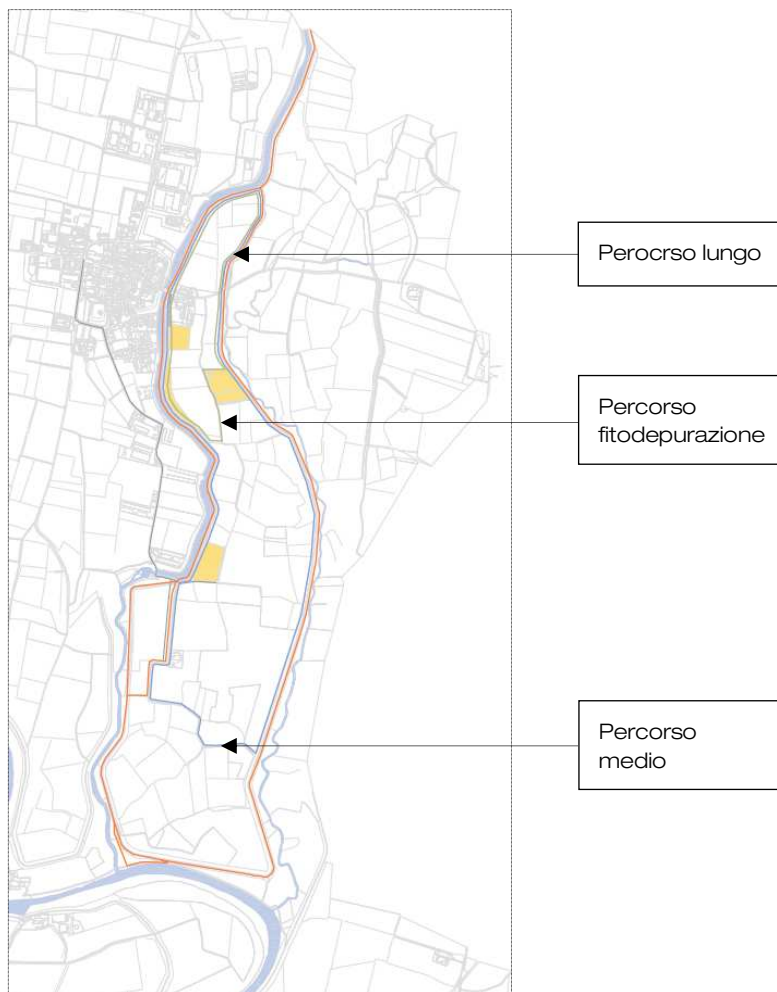


Figura 38. Planimetria di progetto percorsi di fruibilità

### 4.7.1 Descrizione dell'intervento

Al fine di garantire la massima fruibilità delle aree riqualificate con il progetto all'interno dell'area del parco da parte dei visitatori, è stata prevista la formazione di tre percorsi, suddivisi in aree tematiche, lungo i quali verrà disposta una cartellonistica descrittiva dei luoghi, delle attività del parco e della vegetazione circostante.

I percorsi saranno organizzati in anelli che ricalcheranno l'attuale sedime dell'argine secondo quanto indicato nell'elaborato grafico All.4.7. Per la loro definizione si è tenuto conto dei già esistenti accessi pedonali e carrai al parco. L'ingresso e la sosta delle auto nel parco saranno regolati dalla realizzazione dell'area di sosta.

La segnaletica e la cartellonistica informativa inviteranno i visitatori a lasciare le automobili in questa area attrezzata per proseguire poi a piedi, così da mantenere l'argine libero dai mezzi e scongiurare il più possibile il danneggiamento degli stessi. La parte nord dei tre percorsi attraverserà la pista ciclopedonale esistente che prosegue verso il comune di Fiesse, più a sud intersecheranno via Garibaldi in due punti, in corrispondenza dei quali verranno segnalati gli attraversamenti pedonali con le apposite strisce.

Alcune bacheche informative, poste in punti significativi, consentiranno inoltre di presentare il sentiero, le sue caratteristiche ed i punti fondamentali toccati.

Il primo anello tange l'area destinata a parco didattico e l'impianto di fitodepurazione di nuova formazione. Il secondo anello, più ampio, sarà caratterizzato da un percorso più naturale, fino al punto di maggior interesse paesaggistico ossia dove incontra le zone umide prima di arrivare al fiume Oglio. Il terzo anello seguirà il perimetro esterno dei due anelli minori scendendo fino all'Oglio, dove in un tratto di circa 600 m si scorgono la foce del Gambarà e la roggia del Molina.

In corrispondenza di scorci di notevole bellezza e dove la conformazione dall'argine lo permette, verranno inseriti dei punti di sosta costituiti da contenitori per la spazzatura.

Gli interventi proposti sono di tipo poco invasivo così da non compromettere la percezione complessiva del parco, con lo scopo di valorizzare e di far conoscere al meglio l'area del parco agli abitanti.

### 4.7.2 Segnaletica ed elementi di arredo

È prevista l'installazione di segnaletica orizzontale e verticale, di bacheche informative e di elementi di arredo (cestini portarifiuti).

La segnaletica permetterà in particolare di regolare alcuni passaggi pedonali, oltre che il rispetto di altre norme. Tutti i segnali dovranno essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16/12/1992 n. 4955, e conformi al D.L. 17 maggio 1996, n° 270 e s.m.i., così come prescritto nel Capitolato Speciale d'Appalto.

Le tre buone regole di progettazione cui deve rifarsi la segnaletica orizzontale di un attraversamento pedonale, sono infatti:

- Buona visibilità per il conducente che sopraggiunge, anche in condizioni di scarsa visibilità (di notte, condizioni meteorologiche avverse, ...);
- Facile percezione e riconoscimento, sia da parte del pedone che del conducente, anche in contesti diversi (urbano, extraurbano, strada locale o strada di scorrimento, ...);

- Elevata durata nel tempo delle caratteristiche dei materiali utilizzati.

Le “zebre” pedonali dovranno essere realizzate sia per gli attraversamenti pedonali semaforizzati che per quelli non semaforizzati, e dovranno essere facilmente riconoscibili, anche a distanza. Pertanto il loro spessore sarà di 50 cm, la distanza tra una striscia e l'altra di 50 cm. La loro ampiezza, seppure variabile in relazione al tipo di strada in cui sono poste ed ai flussi pedonali che le interessano, deve non essere inferiore ai 2,5 m, sia per una buona visibilità dei conducenti sia per la sicurezza del pedone. Per “rafforzare” la visibilità della segnaletica orizzontale dovranno inoltre essere utilizzati dei dispositivi integrativi di tipo retroriflettente (ad es. catarifrangenti, occhi di gatto) o luminosi (ad es. lampade led).

In fase realizzativa verranno comunque fornite ulteriori indicazioni per la realizzazione della segnaletica orizzontale rispetto a quelle che si riportano in questa fase.

Le bacheche saranno bifacciali in legno, collocate lungo i percorsi per migliorare la percorribilità lenta dei percorsi stessi e la fruizione turistica dell'intera zona. Permetteranno infatti in un secondo momento di apporre informazioni a fini ricreativi, didattici e associativi in riferimento agli interventi che verranno realizzati e ai loro obiettivi ambientali.

I cestini portarifiuti verranno ancorati a terra con staffe e ogni onere occorrente nei punti indicati in fase realizzativa dalla Direzione Lavori.

I cartelli segnaletici e informativi dovranno essere posizionati sul ciglio lato a campagna delle sommità arginali interessate in corrispondenza di cippi marmorei o di piazzole di sosta esistenti in modo da non intralciare il transito in sommità, gli interventi di manutenzione lungo il manufatto idraulico, la stabilità e la funzionalità idraulica dell'arginatura maestra.

#### 4.7.3 Il primo anno di manutenzione

Per la manutenzione del primo anno in riferimento agli elementi di arredo e alla segnaletica si rimanda all'All. 6 Piano di Manutenzione.

Tabella 24. Indicazioni segnaletica orizzontale e verticale

DESCRIZIONE	STANDARD	INFORMAZIONI ADDIZIONALI
<b>A</b> = Ampiezza delle strisce pedonali	Minimo 2,50 m	In caso di flusso pedonale > 200 pedoni/h e/o velocità dei veicoli in transito > 50 km/h aumentare l'ampiezza.
<b>S</b> = Spessore della singola striscia	0,50 m	
<b>D</b> = Distanza tra strisce successive	0,50 m	

ELEMENTO	TIPOLOGIA E POSIZIONAMENTO	INFORMAZIONI ADDIZIONALI
<p>Segnale di indicazione attraversamento pedonale.</p>  	<p>Il segnale localizza un attraversamento pedonale. È sempre a doppia faccia, anche se la strada è a senso unico, e va posto nei pressi dell'attraversamento in modo da essere ben visibile ai veicoli che sopraggiungono.</p> <p>Va posto almeno su un lato della carreggiata, consigliato su ambo i lati, e se presente sull'isola pedonale centrale.</p> <p>In alternativa può essere posto sospeso al di sopra della carreggiata.</p> <p>Il segnale deve essere utilizzato anche nel caso di attraversamenti pedonali posti in corrispondenza delle intersezioni (non semaforizzate o semaforizzate).</p> <p>Il segnale viene richiesto anche nel caso di attraversamenti pedonali semaforizzati poiché questo potrebbe essere spento o non funzionante (ossia non emettere la luce gialla lampeggiante).</p>	<p>deve essere posizionato in prossimità dell'attraversamento e deve essere visibile ad una distanza di almeno: o 60 m nel caso di strade con limite a 30 km/h o 100 m nel caso di strade con limite a 50 km/h o 140 m nel caso di strade con limite a 70 km/h. per migliorarne la visibilità il segnale può essere: o un segnale a luce propria, anche in combinazione con apposite sorgenti di luce, per l'illuminazione concentrata sulla segnaletica orizzontale "zebrata" (ad es. sospeso sopra la carreggiata) o integrato da lanterne gialle lampeggianti e/o pittogrammi animati rappresentanti pedoni in attraversamento.</p>
<p>Segnale di pericolo attraversamento pedonale</p> 	<p>Il segnale deve essere usato per presegnalare un attraversamento di pedoni, contraddistinto dall'apposita segnaletica sulla carreggiata (segnale di preavviso di attraversamento pedonale): o nelle strade extraurbane o in quelle urbane con limite di velocità superiore ai 50 km/h o nelle situazioni ritenute di particolare criticità.</p>	<p>deve essere posizionato a 150 m dall'attraversamento e deve essere visibile ad almeno 100 m di distanza nelle situazioni più "critiche" il segnale può essere ripetuto anche sulla carreggiata (segnaletica orizzontale) a monte dell'attraversamento.</p>

## 4.8 Cronoprogramma dei lavori

Il cronoprogramma dei lavori, di cui all'All.5.1.5 del progetto esecutivo, riporta lo sviluppo cronologico dei lavori, sottoforma di diagramma di Gantt, con esplicitati i collegamenti funzionali alle singole lavorazioni e la stima dei tempi necessari alla loro esecuzione.

Per la sua redazione sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- La disponibilità delle aree messe a disposizione per il progetto dal Comune di Volongo, come da Deliberazione della Giunta Comunale n. 1 del 20.01.2012 (le aree di cui al mapp.52 fg.5, mapp.61 fg.6, mapp.2 fg.6 e quota parte del mapp.98-99 fg.4 saranno disponibili a far data dal 11/11/2012);
- La tempistica degli interventi di messa a dimora delle specie erbacee, arboree ed arbustive che, affinché l'opera abbia successo, deve rispettare i periodi vegetativi delle diverse specie;
- Il rispetto dell'ordine di esecuzione delle diverse lavorazioni necessario soprattutto per salvaguardare la semina dei prati e la creazione delle aree boscate;
- Le disposizioni contenute nella Valutazione di Incidenza Ambientale redatta in sede di progettazione definitiva e delle prescrizioni contenute nei pareri degli Enti.



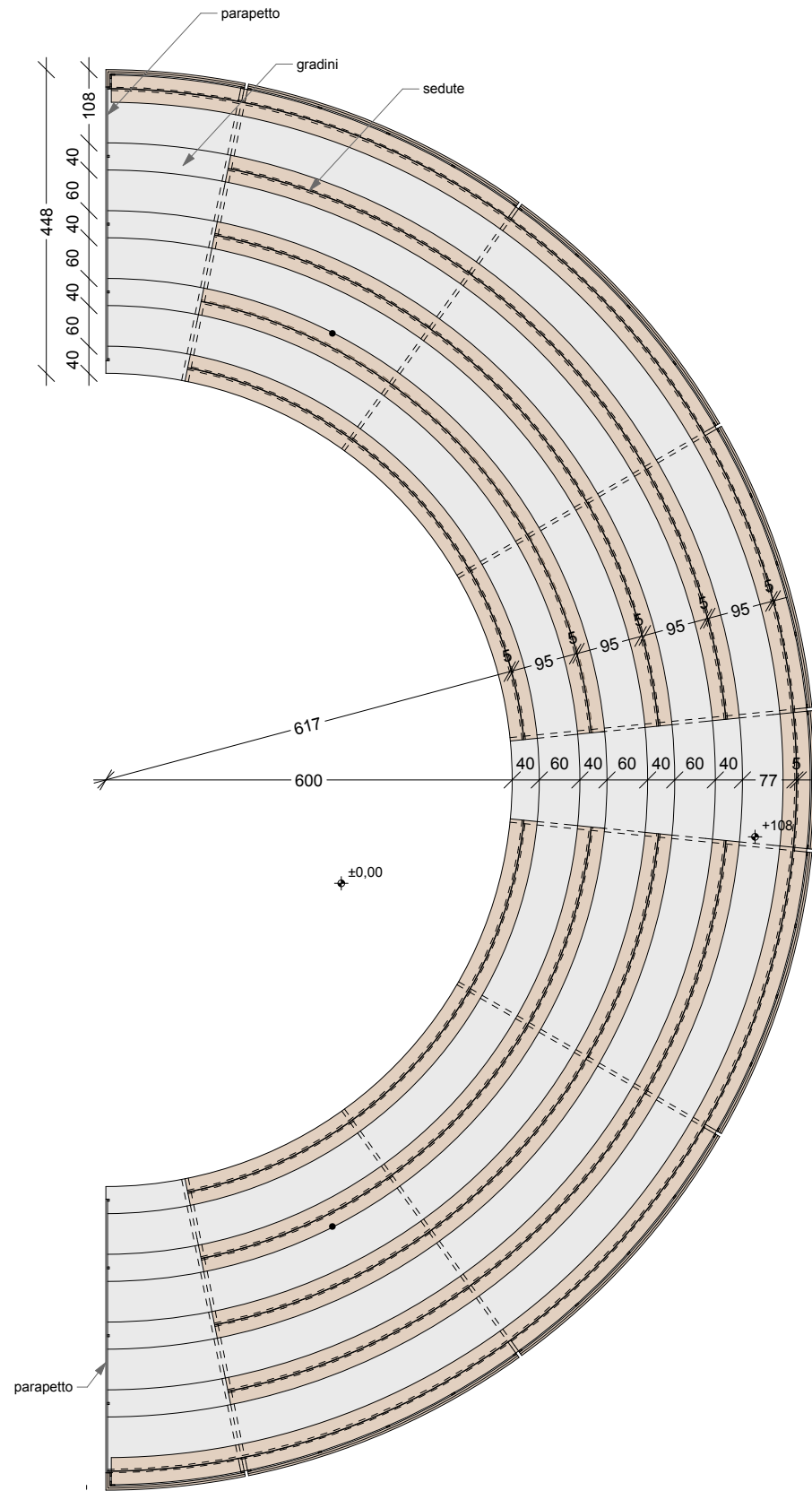
## 5 LE FORNITURE OGGETTO DEL LOTTO II

Il secondo lotto riguarda la fornitura di:

- Una tribuna in carpenteria metallica smontabile in moduli trasportabili, realizzata in montanti in tubi quadri in ferro zincato, correnti calandrati in tubo rettangolo, tubi rompitratta e piano di calpestio in lamiera bugnata, tutti i materiali zincati completi di bulloneria, comprese sedute in compensato marino sagomato, come da progetto e dalle indicazioni della DL. L'appoggio della tribuna avverrà in specifiche aree predisposte, e comunque a quota zero.
- Una casetta in legno modulare con sistema ad incastro e spessore minimo pareti di 32 mm, completa di fondo in legno con telaio e copertura in perline spessore minimo 20 mm, con copertura rivestita in tegola canadese grigliata, porte di larghezza minima 80 cm con maniglia e serratura con 3 chiavi, due finestre apribili a compasso, completa di monoblocco wc chimico in cellula bagno predisposta in legno con lavamani. Trattamento esterno impregnante e finitura interna a "cera". Dim. riferimento 4x4 m.

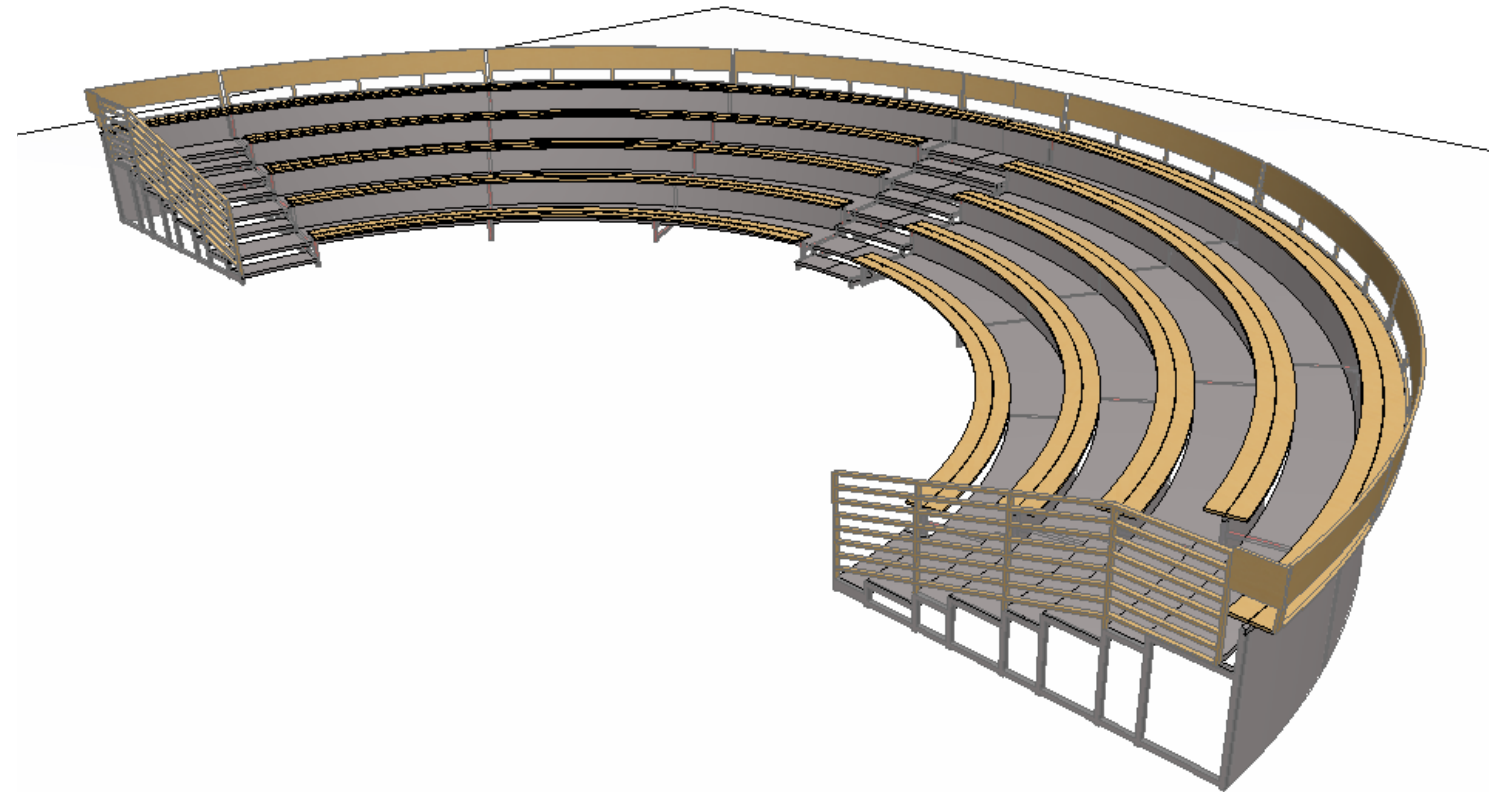
I due elementi di arredo avranno carattere stagionale, come sottolineato in sede di approvazione di progetto definitivo dalla Commissione per il Paesaggio. Saranno pertanto installati solo in occasione di manifestazioni, eventi, feste,... sulle aree appositamente predisposte all'interno del parco didattico e all'interno dell'area di interscambio. Le aree sono state previste in pavimentazione drenante in misto naturale su idoneo sottofondo atto a sopportare carichi carrabili. Andranno pertanto installate idonee strutture per la ripartizione dei carichi nel terreno sottostante.

Si allegano di seguito alcuni schemi esemplificativi dei due elementi di arredo.

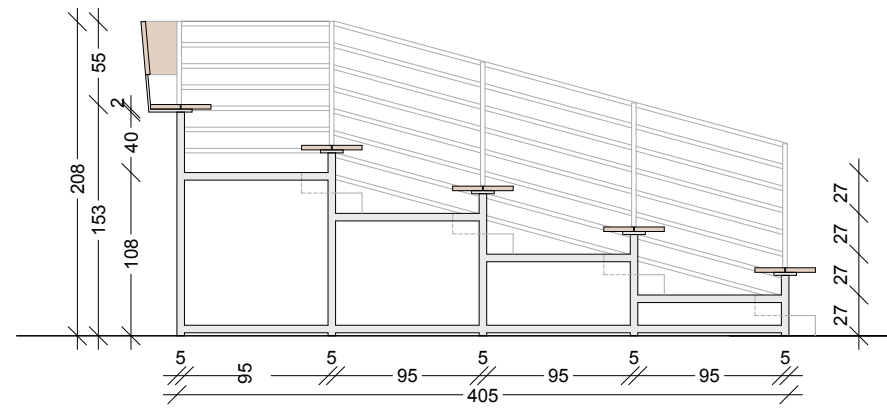


PIANTA  
scala 1:100

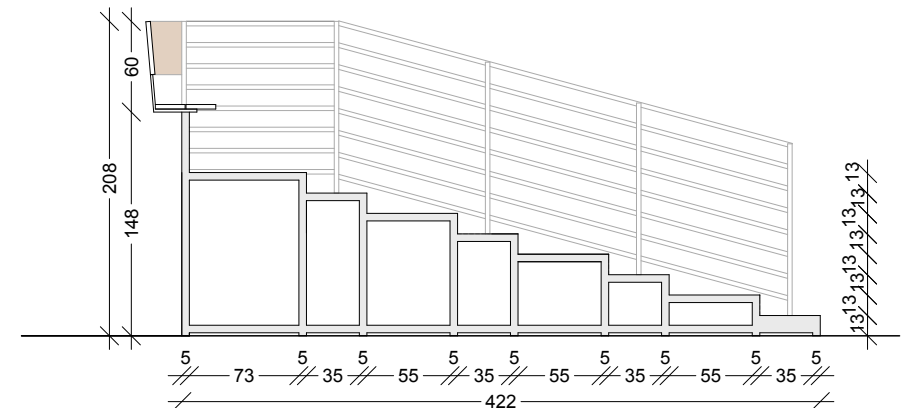
Tutte le quote sono espresse in centimetri.



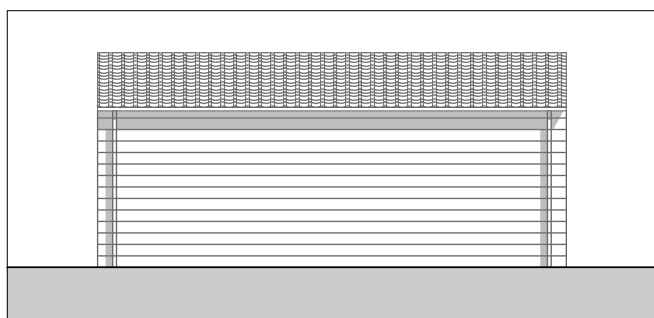
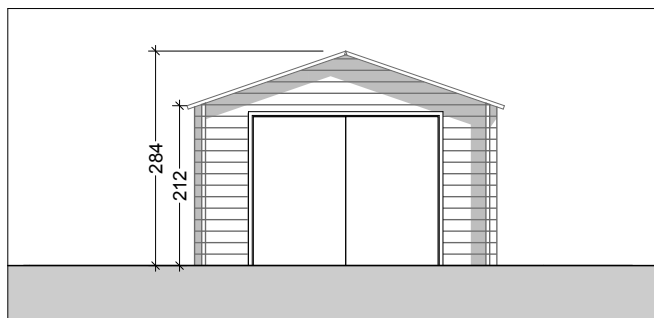
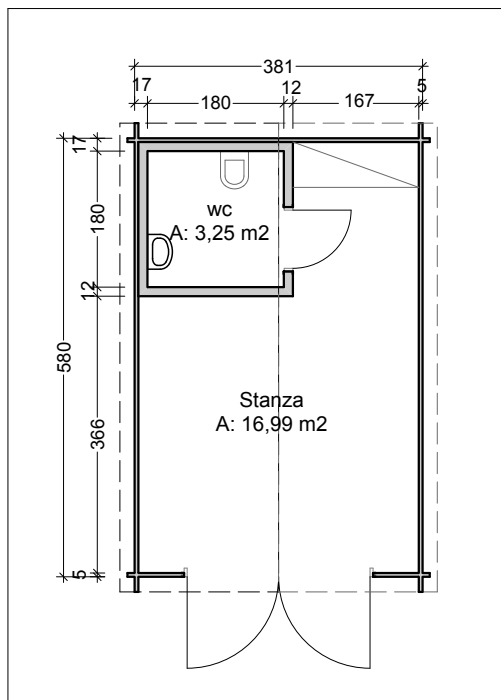
RENDER



SEZIONE SULLE SEDUTE  
scala 1:50



SEZIONE SUI GRADINI  
scala 1:50



MANUFATTO ADIBITO A SERVIZI  
scala 1 : 100

*Tutte le quote sono espresse in centimetri.*



ESEMPIO TIPOLOGIA MANUFATTO

## 6 GLI INTERVENTI OGGETTO DEL LOTTO III

Gli interventi oggetto del lotto III comprendono l'esecuzione delle manutenzioni dal secondo al quinto anno delle opere realizzate nell'ambito degli "Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambara nel tratto ricadente nel Comune di Volongo" del lotto I. In particolare sono compresi tutti gli interventi previsti dall'All.6 Piano di Manutenzione. I servizi riguardano la manutenzione generale degli interventi del lotto I, che si possono così elencare:

- Realizzazione di un impianto di fitodepurazione,
- Realizzazione di un parco didattico,
- Realizzazione di un bosco ripario,
- Realizzazione di un'area di interscambio,
- Realizzazione di interventi di forestazione,
- Realizzazione di un intervento di rivegetazione spondale,
- Definizione di percorsi di fruibilità.

Tutte le operazioni e gli interventi citati nel programma di manutenzione, se non espressamente indicato, saranno eseguibili da manodopera non specializzata avente le conoscenze sul funzionamento dei componenti riportate nel Manuale di Manutenzione, con particolare riferimento all'impianto di fitodepurazione.

I componenti individuati sono: opere a verde, opere di fitodepurazione, pavimentazioni, arredo urbano, la segnaletica e le canalizzazioni.

La manutenzione comprenderà sia la manutenzione ordinaria, sia la manutenzione straordinaria.

Per le opere a verde, che sono, assieme alla realizzazione dell'impianto di fitodepurazione, la parte più rilevante nell'ambito dei lavori di cui al lotto I, sono stati previsti controlli e interventi di dettaglio per il mantenimento di quanto verrà realizzato.

In particolare scopo della manutenzione ordinaria è il mantenimento nel tempo della funzionalità della tipologia di inverdimento prevista, mediante le lavorazioni agronomiche ordinarie, richieste in misura e modo diverso in funzione della tipologia di inverdimento prevista, delle condizioni stagionali, dell'andamento climatico.

La manutenzione ordinaria (agronomica) comprenderà tutte le lavorazioni necessarie al mantenimento funzionale delle opere a verde, quali:

- irrigazioni;
- concimazioni;
- allontanamento di infestanti arboree e/o di eventuale vegetazione indesiderata;
- rasature di tappeti erbosi;
- sfalci di associazioni prative;
- potature di contenimento;
- potature a scopi estetici/funzionali;
- trattamenti fitosanitari.

La manutenzione straordinaria verrà invece effettuata in occasione di particolari situazioni che dovessero manifestarsi durante la vita del sistema quali, ad esempio,

eventi meteorologici avversi di carattere straordinario, insorgenze straordinarie di fitopatologie o altro.

Per le opere di fitodepurazione gli interventi gestionali da eseguire comunque indipendentemente dal sottoprogramma dei controlli e delle prestazioni riportato nel piano di manutenzione sono lo smaltimento del fango intrappolato del manufatto in uscita dal sedimentatore e il decespugliamento con rimozione dei culmi di canna sulla superficie delle vasche a flusso subsuperficiale SFS-h con attrezzatura meccanica e manuale e pulizia dai residui della vegetazione ogni anno a primavera.

Adeguate manutenzione andrà prevista, secondo quanto riportato nel piano di manutenzione, anche per le pavimentazioni in misto naturale e in grigliato. Le prime potranno essere oggetto di rinnovo del quantitativo di materiale ghiaioso in funzione dell'utilizzo, di frequenti rastrellature e operazioni di pulizia da rifiuti, fogliame e vegetazione infestante, di controlli dello stato del sottofondo. Le seconde invece andranno irrigate regolarmente per il mantenimento del manto erboso e saranno oggetto di controllo frequente al fine di rilevare eventuali deformazioni, cedimenti del sottofondo e sconnessione degli elementi di rivestimento che potrebbero compromettere l'integrità degli elementi stessi.

Saranno soggetti a controllo anche gli elementi di arredo da mantenere in buone condizioni al fine di evitare fenomeni di deterioramento degli stessi e la sostituzione.

Per quanto riguarda la segnaletica e le canalizzazioni, mentre la prima dovrà essere mantenuta in buono stato in conformità alle caratteristiche prescritte dalla normativa in materia, le seconde dovranno essere mantenute tali e sgombre da eventuale fogliame e rifiuti che potrebbero compromettere la corretta raccolta delle acque meteoriche e di irrigazione, oltre che il loro corretto deflusso.

Per maggiori dettagli si rimanda al piano di manutenzione e al capitolato speciale d'appalto – lotto III.

In generale saranno da evitare sovraccarichi da macchinari e/o materiali, urti ed impiego di attrezzature a punta o a taglio non adeguate e tutte le aree e i percorsi dovranno risultare costantemente ripuliti da rifiuti di ogni genere. Gli interventi infatti prevedono:

- Raccolta, asportazione di ogni materiale di qualsiasi natura o dimensione presente, ordinariamente e straordinariamente anche a seguito di afflussi eccezionali;
- Spazzamento e raccolta di tutto il fogliame caduto, con frequenza costante durante tutto l'arco dell'anno sulle superfici pavimentate, con un unico intervento autunnale sulle superfici al prato al momento della completa defogliazione degli alberi; Raccolta costante delle ramaglie cadute sia sulle aree verdi che pavimentate (anche in seguito ad eventi meteorici);
- Vuotamento dei cestini portarifiuti;
- Controllo, pulizia ed eventuale disostruzione delle scoline;
- Segnalazione eventuali guasti o disfunzionalità.

Nel piano di manutenzione non sono specificate le operazioni di irrigazione ordinarie e di emergenza che, come riportato nel capitolato speciale d'appalto, sono a carico dell'Impresa e da effettuarsi differenziate per periodo e tecnica di esecuzione in base al genere e alla specie per tutte le opere a verde al fine di garantire il buon accrescimento delle stesse.

## 7 QUADRO ECONOMICO DI SPESA

I costi per:

1. l'esecuzione dei lavori di realizzazione e delle manutenzioni del primo anno degli "Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambarà nel tratto ricadente nel Comune di Volongo" (**lotto I**), per il cui dettaglio si rimanda all'elenco prezzi e al computo metrico estimativo, sono pari a € 352.660,32, ad inclusione degli oneri per la sicurezza;
2. la fornitura di n.1 tribuna in carpenteria metallica e di n.1 casetta in legno (**lotto II**), per il cui dettaglio si rimanda al computo metrico estimativo, sono pari a € 50.980,43;
3. l'esecuzione dei lavori di manutenzione dal secondo al quinto anno delle opere realizzate nell'ambito degli "Interventi di riqualificazione del corso d'acqua Gambarà nel tratto ricadente nel Comune di Volongo" (**lotto III**), per il cui dettaglio si rimanda all'elenco prezzi e al computo metrico estimativo, sono pari a € 94.359,25.

L'importo delle somme a disposizione dell'amministrazione è pari ad € 252.000,00, ad inclusione delle spese per l'esecuzione dei monitoraggi, delle spese di divulgazione ed informazione e dell'IVA.

Si riporta di seguito il quadro economico.

A.	<b>SOMME A BASE D'ASTA (LOTTO I)</b>	
A.1	Interventi di riqualificazione lungo il Gambara Formazione di cariceto e canneto	€ 28.953,90
A.2	Interventi di riqualificazione percorsi per la fruizione e per il sistema informativo del parco	€ 21.588,39
A.3	Realizzazione di interventi di fitodepurazione a servizio dell'impianto di depurazione del Comune di Volongo (INTERVENTO A)	€ 118.827,31
A.4	Realizzazione di un parco didattico (INTERVENTO B)	€ 45.818,87
A.5	Realizzazione di un bosco ripario lungo l'argine sinistro del fiume Gambara (INTERVENTO C)	€ 7.277,40
A.6	Realizzazione di un'area di interscambio a servizio delle attività alieutiche e della fruibilità generale del progetto (INTERVENTO D)	€ 72.611,69
A.7	Realizzazione di interventi di riforestazione in aree private (INTERVENTO P1)	€ 7.788,42
A.8	Realizzazione di interventi di riforestazione in aree private (INTERVENTO P2)	€ 1.710,00
A.9	Realizzazione di interventi di riforestazione in aree private (INTERVENTO P3)	€ 6.520,51
A.10	Realizzazione di interventi di riforestazione in aree private (INTERVENTO P4)	€ 2.225,00
A.11	Somme per la manutenzione di tutti gli interventi per il primo anno	€ 28.838,83
A.12	Oneri per la sicurezza (non assoggettabili a ribasso)	€ 10.500,00
<b>A.</b>	<b>Somme a base d'asta</b>	<b>€ 352.660,32</b>



<b>B.</b>	<b>ELEMENTI ARCHITETTONICI TEMPORANEI IN FORNITURA (LOTTO II)</b>		
B.1	Elementi architettonici temporanei in fornitura	€	50.980,43
<b>B.</b>	<b>Elementi architettonici temporanei in fornitura</b>	<b>€</b>	<b>50.980,43</b>

<b>C.</b>	<b>SOMME PER LA MANUTENZIONE DAL SECONDO AL QUINTO ANNO (LOTTO III)</b>		
C.1	Somme per la manutenzione di tutti gli interventi del secondo anno	€	24.770,33
C.2	Somme per la manutenzione di tutti gli interventi del terzo anno	€	23.196,31
C.3	Somme per la manutenzione di tutti gli interventi del quarto anno	€	23.196,31
C.4	Somme per la manutenzione di tutti gli interventi del quinto anno	€	23.196,31
<b>C.</b>	<b>Somme per la manutenzione dal secondo al quinto anno</b>	<b>€</b>	<b>94.359,25</b>

<b>A.+B.+C.</b>	<b>IMPORTO DEI LAVORI</b>	<b>€</b>	<b>498.000,00</b>
-----------------	---------------------------	----------	-------------------

Le somme a disposizione dell'amministrazione sono le seguenti:

<b>D.</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	
D.1	Spese Tecniche (oneri previdenziali inclusi, iva esclusa)	€ 31.200,00
D.2	Spese per l'esecuzione dei monitoraggi (oneri previdenziali inclusi, iva esclusa)	€ 18.360,00
D.3	Spese di divulgazione e informazione (oneri previdenziali inclusi, iva esclusa)	€ 20.000,00
D.4	Indennizzi ai proprietari per il mancato reddito	€ 20.000,00
D.5	Azione di ripopolamento ittico di specie autoctone	€ 2.000,00
D.6	Spese generali dell'Ente (RUP, spese di gara)	€ 20.000,00
D.7	IVA al 21% su A. + B. + C. + D.1+D.2+D.3	€ 119.187,60
D.8	Imprevisti e arrotondamenti	€ 21.252,40
<b>D.</b>	<b>Somme a disposizione dell'amministrazione</b>	<b>€ 252.000,00</b>
<b>A.+B.+C.+D.</b>	<b>TOTALE</b>	<b>€ 750.000,00</b>