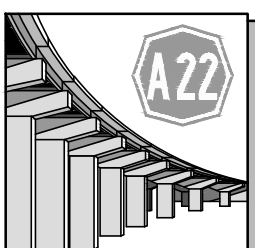


IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
*dott. ing. Roberto Bosetti*

# autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE  
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO  
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE  
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>E.5</b>                     | <b>STUDI SPECIALISTICI</b>  |
| <b>N.1.2.2.</b><br><b>1.1.</b> | PROGETTO DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE NEI SITI DELLA RETE NATURA 2000<br>ELABORATI DI PROGETTO<br>Relazioni<br>Relazione tecnica |

|                               |   |              |   |           |  |
|-------------------------------|---|--------------|---|-----------|--|
| 0                             | MAR. 2021   | EMISSIONE    | PRAGMA                                    | G. VOGEL  | C. COSTA   |
| REVISIONE:                    | DATA:   | DESCRIZIONE: | REDAZIONE:                                | VERIFICA: | APPROVAZIONE:  |
| DATA PROGETTO:<br>LUGLIO 2009 |  |              | <b>DIREZIONE<br/>TECNICA<br/>GENERALE</b> |           | IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA:   |
| NUMERO PROGETTO:<br>31/09     |   |              |   |           | <b>ORDINE DEGLI INGEGNERI<br/>DELLA PROV. DI BOLZANO</b><br><b>Dott. Ing. CARLO COSTA</b><br>Nr. 891<br><b>INGENIEURKAMMER<br/>DER PROVINZ BOZEN</b> |



**SOCIETA' PER AZIONI AUTOSTRADA DEL BRENNERO - TRENTO**

# autostrada del brennero

REALIZZAZIONE DELLA TERZA CORSIA NEL  
TRATTO COMPRESO TRA VERONA NORD (KM 223)  
E L'INTERSEZIONE CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

## RECEPIMENTO PRESCRIZIONI DECRETO DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>N</b>         | <b>PROGETTO DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE NEI SITI DELLA RETE NATURA 2000</b>  |
| <b>1.2.2.1.1</b> | Intervento nel SIC/ZPS "Vallazza" e nel SIC "Chiavica del Moro"<br>Intervento nel SIC/ZPS "Vallazza"<br>Elaborati di progetto<br>Relazione tecnica |

|                                     |  |              |               |   |               |
|-------------------------------------|--|--------------|---------------|---|---------------|
| 0                                   | aprile '12   | EMISSIONE    | Studio Pragma | G. Vogel  | C. Costa      |
| REVISIONE:                          | DATA:  | DESCRIZIONE: | REDAZIONE:    | VERIFICA:   | APPROVAZIONE: |
| DATA PROGETTO:<br><br>FEBBRAIO 2012 |  |              |               | IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA:<br><br> |               |
| NUMERO PROGETTO:<br><br>16/12       |  |              |               |   |               |

## INDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>INTERVENTO DI PROGETTO .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1      | OBIETTIVI DEL PROGETTO .....   | 3         |
| 2.2      | INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CATASTALE INTERVENTO ALL'INTERNO DEL SIC/ZPS IT20B0010 "VALLAZZA" ..... | 5         |
| 2.3      | MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA "QUADERNO DELLE OPERE TIPO DI INGEGNERIA NATURALISTICA" .....   | 7         |
| 2.4      | REALIZZAZIONE DELLA PALIFICATA .....   | 8         |
| 2.4.1    | <i>Interferenze con l'idrografia</i> .....   | 10        |
| 2.5      | CARATTERISTICHE DEL MATERIALE VEGETALE IMPIEGATO .....   | 11        |
| 2.6      | PERIODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI .....   | 15        |
| <b>3</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>  | <b>17</b> |

## 1 PREMESSA

La società Autostrade del Brennero SpA è proponente del progetto definitivo di “Realizzazione della terza corsia, nel tratto compreso tra Verona nord (km 223) e l’intersezione con l’autostrada A1 (km 314)”;

tale progetto è stato sottoposto all’esame della Commissione Tecnica di verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS presso il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ha espresso in data 16 dicembre 2010, n.615, il parere favorevole circa la compatibilità ambientale del progetto proposto.

La Regione Lombardia, nell’esprimere con Delibera di Giunta Regionale n.9/1496 del 30 marzo 2011, il parere favorevole in ordine alla compatibilità ambientale del progetto proposto nel capitolo 5.3 (Quadro delle prescrizioni) dell’Allegato 1 alla citata delibera indicava nel paragrafo *Progetto di compensazione ambientale.*:

*“h. in sede di approvazione del progetto definitivo sia prodotto dal proponente – tenendo conto dei piani di gestione del SIC “Vallazza” e della ZPS “Viadana, Portiolo, San Benedetto Po e Ostiglia”, e di concerto con Parco del Mincio e Provincia di Mantova in quanto gestori dei siti stessi, e sentiti i Comuni - un progetto di compensazione ambientale nell’area mantovana nell’intorno dell’autostrada, a partire dalla proposta operativa avanzata dall’Ente gestore del Parco del Mincio, consistente in azioni di potenziamento e riqualificazione naturalistica degli ambiti naturali protetti del SIC “Vallazza” e del SIC “Chiavica del Moro”:*

- 1. sistemazioni spondali con tecniche di ingegneria naturalistica;*
- 2. sistemazione di sentieri pedonali per la fruizione naturalistica completi di arredi (torri di avvistamento, percorsi protetti per osservazione, segnaletica ambientale, ecc.);*
- 3. sistemazione di zone umide mediante l’eliminazione della vegetazione alloctona ed il potenziamento delle specie autoctone, in particolare arbustive ed arboree;*
- 4. riqualificazione di manufatti quali chiuse, paratoie, caselli idraulici, fossi di scolo e di adduzione, ecc);*

*i. il progetto di compensazione ambientale dovrà tendere a favorire la realizzazione di nuove unità ecosistemiche e la deframmentazione ecologica, e comunque incentivare il mantenimento e ripristino di elementi naturali del paesaggio agrario quali siepi, filari, ecc., in coerenza con il disegno della rete ecologica regionale (RER) e con gli omologhi contenuti del PTCP della Provincia di Mantova; il progetto potrà pertanto prevedere – rispetto a quelli elencati al punto precedente - ulteriori e/o diversi interventi e azioni di potenziamento e/o formazione di ecosistemi sul territorio all’intorno della A22; esso dovrà definire inoltre:*

- 1. tempi e modalità di realizzazione degli interventi;*
- 2. un piano di manutenzione delle opere esteso per almeno cinque anni;*

*j. in considerazione dell'obiettivo impegno richiesto dalla ricerca e dall'acquisizione delle aree necessarie, nonché dalla definizione di accordi con una pluralità di soggetti, il progetto potrà essere dettagliato in fase di progettazione esecutiva e ulteriormente affinato in fase di costruzione della terza corsia;*

*k. per la redazione del progetto di compensazione ambientale e per l'affinamento degli interventi di mitigazione si faccia riferimento alle indicazioni e prescrizioni della normativa nazionale e regionale di settore, tra cui:*

- 1. i "Criteri ed indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento del rapporto fra infrastrutture stradali ed ambiente naturale" di cui al decreto regionale n. 4517 del 07.05.2007;*
- 2. per la ricucitura del contesto ecosistemico, la d.g.r. 8/8515 del 26.11.2008 "Modalità di attuazione della rete ecologica regionale", e la d.g.r. 8/10962 del 30.12.2009 "Rete ecologica regionale: approvazione degli elaborati finali";*
- 3. per l'attuazione delle opere, al "Quaderno tipo" delle tecniche di ingegneria naturalistica di cui alla d.g.r. 6/48740 del 29.02.2000;*
- 4. circa l'utilizzo di specie vegetali, il d. lgs 386/2003, il d. lgs 214/2005, la d.g.r. 8/7736 del 24.07.2008 in attuazione della l.r. 10/2008";*

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla Delibera di Giunta Regionale n.9/1496 del 30 marzo 2011 è stato previsto un "Progetto di compensazione ambientale" all'interno del territorio del SIC/ZPS "Vallazza":

La documentazione relativa al progetto al "Progetto di compensazione ambientale" all'interno del territorio del SIC/ZPS "Vallazza" risulta composta dagli elaborati elencati nella Relazione generale (elaborato 1.1.1).

Il presente documento (Relazione Tecnica) fa parte della documentazione richiesta per le opere minori di ingegneria naturalistica e in modo particolare agli interventi minori definiti alla lettera O: piccolo interventi nelle aree protette (parchi, riserve, oasi, ecc.) dell'allegato n.2 del "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" approvato con la DGR n.6/48740 del 29.02.2000.

## **2 INTERVENTO DI PROGETTO**

### **2.1 Obiettivi del progetto**

Per il perseguimento degli obiettivi di gestione delle linee guida strategiche del Piano di Gestione della riserva naturale "Vallazza" del SIC/ZPS IT 20B0010 "Vallazza" sono state individuate alcune "strategie" l'aumento della biodiversità.

Nel caso specifico il progetto proposto rientra tra gli interventi attivi (IA) che sono generalmente finalizzati a rimuovere/ridurre un fattore di disturbo ovvero a "orientare" una dinamica naturale. Tali interventi spesso possono avere carattere strutturale e la loro realizzazione è maggiormente evidenziabile e processabile. Nella strategia di gestione individuata per il sito gli interventi attivi hanno frequentemente lo scopo di ottenere un

“recupero” delle dinamiche naturali o di ricercare una maggiore diversificazione strutturale e biologica, cui far seguire interventi di mantenimento o azioni di monitoraggio; gli interventi attivi, in generale frequentemente del tipo “una tantum”, in ambito forestale possono assumere carattere periodico in relazione al dinamismo degli habitat e dei fattori di minaccia.<sup>1</sup>

Gli obiettivi di questo progetto sono in linea con la scheda d'azione IA - 16 del Piano di Gestione della riserva naturale “Vallazza” del SIC/ZPS IT 20B0010 “Vallazza”.

Per quanto riguarda il SIC/ZPS IT 20B0010 “Vallazza” la tipologia d'azione è quella degli Interventi Attivi, Scheda Azione IA-16 – Rinaturazione di argini in cemento - del Piano di Gestione del SIC/ZPS IT 20B0010 “Vallazza” approvato con delibera n.12 del 16 marzo 2011 dall'assemblea consortile del Parco del Mincio.

L'obiettivo dell'intervento di compensazione è la realizzazione di una copertura dell'argine con rinforzo al piede e la piantagione di alberi e arbusti.

Per la definizione della soluzione progettuale sono stati condotti colloqui preliminari con i funzionari dell'Ente Parco del Mincio e dell'Agenzia Interregionale per il Po (A.I.Po) in qualità di autorità idraulica, che hanno consentito di prendere conoscenza dell'insieme delle esigenze connesse all'intervento, compresa quella di mantenimento della stabilità e della funzionalità idraulica dell'argine.

L'intervento prevede la realizzazione di una palificata in legname a parete doppia al piede dell'argine con l'inserimento di talee e piantumazione di essenze rampicanti.

Il risultato atteso dall'intervento proposto è la creazione di nuovi habitat.

La figura 2.1 riporta la Scheda azione IA – 16 allegata al Piano di Gestione del SIC/ZPS IT 20B0010 “Vallazza”.

---

<sup>1</sup> Piano di Gestione della riserva naturale “Vallazza” del SIC/ZPS IT 20B0010 “Vallazza”

|   |   |                                    |
|---|---|------------------------------------|
| <b>Scheda Azione</b><br>IA-16                             | <b>Titolo dell'azione</b>   | Rinaturazione di argini in cemento |
| <b>Tipologia azione</b>                                   | Interventi Attivi (IA)  |                                    |
| <b>Obiettivi dell'azione</b>                              | Eliminazione dei tratti cementificati per spezzare l'isolamento tra l'acqua ed il substrato, ricostruendo il rapporto con la falda ed il corso d'acqua.   |                                    |
| <b>Descrizione dello stato attuale</b>                    | Tutto l'argine sinistro del Mincio tra Valdaro e Gattamarca si presenta parzialmente cementificato per una lunghezza di 1.800 m   |                                    |
| <b>Indicatori di stato</b>                                | m di argine rinaturato  |                                    |
| <b>Descrizione dell'azione</b>                            | Si propone la realizzazione di un "campo catalogo" di opere di ingegneria naturalistica. Questi interventi saranno realizzati previa demolizione del relativo tratto di argine in cemento ed avranno come scopo principale quello di mantenere la funzionalità idraulica dell'argine. Le tipologie d'opera proposte dal "catalogo" sono: <ul style="list-style-type: none"> <li>• idrosemina a spessore;</li> <li>• piantagione di alberi e arbusti;</li> <li>• copertura diffusa con rinforzo al piede;</li> <li>• realizzazione di materassi rinverditi con talee.</li> </ul> |                                    |
| <b>Risultati attesi</b>                                   | Creazione di nuovi habitat.   |                                    |
| <b>Soggetti competenti e/o da coinvolgere</b>             | Parco del Mincio<br>AIPO  |                                    |
| <b>Priorità</b>   | bassa   |                                    |
| <b>Stima dei costi</b>                                    | € 300.000,00  |                                    |
| <b>Riferimenti programmatici e linee di finanziamento</b> | Fondazione Cariverona<br>Fondazione Cariplo<br>LIFE+  |                                    |

Figura 2.1: Scheda azione IA - 16

## 2.2 Inquadramento territoriale e catastale intervento all'Interno del SIC/ZPS IT20B0010 "VALLAZZA"

L'area vasta, rappresentata cartograficamente all'interno tavole E7C4, E7C5, E7D5 e E7D4 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia, è ubicata nel territorio del Comune di Mantova sull'argine che divide il fiume Mincio dal canale Fissero Tartaro nel tratto compreso tra la località Valdaro e la località Gattamarca all'interno del SIC/ZPS IT 20B0010 "Vallazza" e del Parco del Mincio.

In particolare si prevede la realizzazione di un intervento di rinaturalizzazione lungo l'argine cementato sinistro del fiume Mincio partendo dal canale diversivo sviluppandosi verso l'abitato di Gattamarca.

Al fine di identificare lo stato di fatto dell'area interessata al progetto proposto è stato effettuato nel mese di marzo 2012 un rilievo topografico che ha permesso la redazione delle tavole 1.2.2.2.1 (Planimetria stato di fatto) e 1.2.2.2.2 (Sezioni stato di fatto).

In questo tratto la sponda dell'argine è coperta da lastre in cemento con inclinazione pari a 30° sull'orizzontale, alla cui base si trova una scarpa in cemento di spessore 30 cm e di larghezza 1,80 m e un fossato largo circa 2 metri, parzialmente interrato ove si sono instaurate specie arboree, arbustive e rampicanti. Questa copertura è stata realizzata per scongiurare il pericolo di sifonamento della sponda, ma al contempo ha sottratto una fascia in cui la vegetazione pioniera (soprattutto arbusti, rovi e specie erbacee) poteva espandersi e la fauna poteva trovare riparo e cibo. La sponda appare in alcuni tratti vegetata da rovi e specie erbacee, in corrispondenza di fratture della copertura in cemento che hanno reso possibile l'attecchimento delle radici.

In corrispondenza di fratture della copertura in cemento, che hanno reso possibile l'attecchimento delle radici si nota la presenza di specie erbacee e rampicanti quali il luppolo (*Humulus lupulus*), il rovo (*Rubus ulmifolius*) e la carice (*Carex elata/acutiformis*).

Alla base dell'argine, all'interno del fossato parzialmente riempito di materiale terroso sono cresciuti numerosi arbusti di amorfa fruticosa (*Amorpha fruticosa*) e salice cinereo (*Salix cinerea*) si nota inoltre la sporadica presenza di qualche pianta di olmo (*Ulmus minor*), di platano (*Platanus hybrida*) e salice bianco (*Salix alba*) (Figura 2.2).





*Figura 2.2: Fotografia dell'area di intervento in cui si può vedere la vegetazione presente lungo la sponda e nella parte sottostante in corrispondenza del fossato interrato.*

Per un inquadramento catastale dell'area di intervento si rimanda agli elaborati 1.2.1.2.4, 1.2.2.2.5.A, 1.2.2.2.5.B, 1.2.2.5.A, 1.2.2.5.B.

### **2.3 Modalità di realizzazione dell'opera "Quaderno delle opere tipo di ingegneria naturalistica"**

Nel presente paragrafo si riportano, in linea generale, le modalità di realizzazione dell'opera secondo quanto riportato nel "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" della Regione Lombardia relative alla realizzazione della palificata viva di sostegno<sup>2</sup>.

L'opera in progetto è una palificata doppia in legname con innesto di talee sul fronte, piantumazione di essenze rampicanti e semina di specie erbacee sulla parte superiore, secondo le indicazioni del "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" tali opere vengono realizzate con un piano di posa realizzato a reggipoggio con un'inclinazione di circa 10°.

La prima fila di legname viene generalmente posata parallelamente al pendio corrente realizzando gli appoggi e i fissaggi con tondini in ferro tra legni successivi. La seconda fila di tondame si posa ortogonalmente alla prima (trasverso) alla quale sarà fissata utilizzando tondini di ferro. Gli strati successivi di legname vengono sistemati ripetendo lo schema descritto, ponendo i diversi ordini in posizione più arretrata, in modo che il

---

<sup>2</sup> Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" della Regione Lombardia

fronte dell'opera abbia un'inclinazione di circa 20-30°. I diversi ordini di legname traverso devono essere collocati in posizione sfalsata tra di loro, al fine di migliorare la stabilità dell'opera.

Dopo aver posizionato 2 o 4 ordini di legname, si procede al riempimento con inerti provenienti da scavo e terreno vegetale opportunamente compattato. Le talee vanno poste negli interstizi tra il tondame orizzontale, dovranno sporgere di circa 25 cm dal fronte della palificata ed essere interrate per  $\frac{3}{4}$  della loro lunghezza in modo da consentire il radicamento.

L'altezza di questo genere di opere può variare da 1-1,5 m per le palificate a parete semplice a 2-2,5 m per quelle a parete doppia, poiché la capacità consolidante delle piante si limita a 2-3 m di profondità.

Per evitare che le piene trasportino via il materiale fine dagli interstizi tra le talee, problema che potrebbe verificarsi anche per l'opera corrente, quando le talee non sono ancora ben radicate e non riescono a trattenere il terreno, si consiglia generalmente di chiudere gli stessi interstizi con ciottoli, in modo da formare una barriera tra l'acqua e il terreno oppure di ricorrere all'utilizzo del geotessile, in quest'ultimo caso si dovrà avere l'accortezza di perforare il tessuto infiggendo le talee nel terreno retrostante al fine di consentire lo sviluppo dell'apparato radicale. Nella realizzazione di tali opere si prevede, inoltre, un sistema di drenaggio costituito da materiale grossolano nella parte bassa della palificata e tubi drenanti fessurati al fine di allontanare l'acqua che altrimenti potrebbe portare all'instabilità della struttura.

La vita dell'opera varia a seconda del materiale vegetale utilizzato: se viene usato legname di larice la durata sarà di circa 20-40 anni, mentre più durature sono le opere con tondame di castagno.

## **2.4 Realizzazione della palificata**

Nel presente paragrafo si descriverà nel dettaglio le modalità di esecuzione dell'opera secondo i criteri espressi nel "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" e riportati nel paragrafo precedente.

Non potendo eliminare la copertura in cemento per motivi di sicurezza, si provvederà al riporto di terreno e alla rivegetazione in corrispondenza della parte bassa delle lastre di cemento tramite l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica; in particolare il progetto prevede la costruzione di una palificata doppia in legname con inserimento di talee di salice e piantumazione e semina di essenze rampicanti ed erbacee sulla sommità, da costruirsi sfruttando come appoggio la sponda presente. L'opera andrà ad appoggiarsi sulla scarpa dell'argine di larghezza 1,80 m ed avrà un'altezza di 1,75m.

La zona è soggetta alle piene del fiume Mincio, che portano improvvisi innalzamenti e abbassamenti del livello idrico, inoltre l'opera è appoggiata ad un piano impermeabile che ostacola la regolare filtrazione dell'acqua nel suolo; è opportuno, quindi, provvedere al riempimento della palificata con terreno e pietrame per agevolare i moti di filtrazione, avendo l'accortezza di porre del materiale grossolano sul fondo della palificata in modo da scongiurare problemi di instabilità dell'opera.

La pendenza del rinterro sopra l'opera dovrà essere limitata, evitando che l'abbassamento del livello idrico conseguente al ritiro dopo un evento di piena non provochi instabilità del terreno e per evitare al contempo il dilavamento provocato dalla pioggia proveniente dal ruscellamento sulla sponda.

L'opera in oggetto verrà realizzata con una palificata doppia in legname con innesto di talee sul fronte, piantumazione di essenze rampicanti e semina di specie erbacee sulla parte superiore. Per la palificata verranno utilizzati tronchi di castagno di diametro pari a 20 cm e di lunghezza pari a 2-3 m, collocando i traversi ogni 1,20 m. Lo spazio tra un traverso e l'altro verrà riempito con terreno e pietrame ove verranno posizionate delle talee di *Salix alba* (4-5 talee ogni metro). Le talee dovranno sporgere di circa 25 cm dal fronte della palificata ed essere interrate per  $\frac{3}{4}$  della loro lunghezza, in modo da consentire il radicamento. Nella parte frontale si stenderà del geotessile, al fine di evitare il dilavamento del terreno in occasione delle piene del fiume Mincio durante il periodo appena successivo alla costruzione dell'opera. Si dovrà perforare il geotessile infiggendo le talee nel terreno retrostante per consentire lo sviluppo radicale delle piante.

I salici resistono per lunghi periodi alla sommersione, che però non deve mai superare le 6-7 settimane; per questo motivo, in caso di utilizzo come protezione di sponda, è opportuno che vengano piantati al di sopra del livello della portata media. Nel progetto in esame non si prevedono problemi per le talee, poiché l'area golenale non è soggetta a lunghi periodi di sommersione.

La struttura poggerà con la sua parte retrostante sulla sponda in cemento, mentre la parte frontale sarà inclinata di 20°. L'opera verrà costruita senza eliminare la canaletta e la scarpa in cemento dell'argine e quest'ultima fungerà da base per la palificata. Affinchè la base sia inclinata a reggipoggio, come descritto nel "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" della Regione Lombardia, il primo ordine di correnti viene poggiato solo nella parte frontale, in modo che il primo ordine di traversi appoggi sui correnti nella parte frontale e direttamente sulla scarpa in cemento nella parte retrostante, conferendo all'opera un'inclinazione di circa 7°.

Il terreno sottostante la scarpa dell'argine è consolidato dal peso ingente della struttura in cemento costruita parecchi decenni fa, quindi si presume che un aumento di peso dovuto alla costruzione di una palificata in legname e terreno di dimensioni limitate (base 1,80 m e altezza 1,75 m) non possa portare a cedimenti apprezzabili.

Per aumentare la stabilità della palificata evitando traslazioni dell'opera, frontalmente verranno posti dei piloti in ferro di diametro 30 mm e di lunghezza di 2 m, distanti tra loro 1 m.

Sulla sommità vi sarà una fascia orizzontale di larghezza pari a circa 4 metri, su cui si semineranno essenze erbacee autoctone e si andrà a seminare *Clematis vitalba* e piantare piantine di *Humulus lupulus* alternati su due file distanti tra loro 2 m e con un sesto di impianto pari a 2 m. La pendenza del rinterro sopra l'opera non potrà discostarsi dall'orizzontale per due motivi principali:

- se l'inclinazione del terreno di riporto è eccessiva, potrebbe crearsi un fenomeno di dilavamento e erosione del terreno stesso, dato dalla pioggia proveniente dalla sponda in cemento;
- l'opera potrebbe essere interessata da piene in cui l'altezza dell'acqua potrebbe, in casi estremi, superare l'altezza dell'opera stessa e conseguentemente si avrebbero problemi di instabilità del terreno all'abbassarsi del livello dell'acqua.

Per non incorrere allo scivolamento e all'erosione del terreno di riporto, si preferisce mantenere una pendenza di 0° sull'orizzontale e procedere alla semina di specie erbacee e alla piantumazione di essenze rampicanti in modo da favorirne la stabilità.

Trattandosi di un'opera collocata su un pendio artificiale impermeabile in cemento, è opportuno evitare che le acque si accumulino portando all'instabilità dell'opera. Verrà posizionato uno strato di pietrame e ghiaia per drenaggio (diametro da 2 a 15 cm circa) di spessore pari a circa 15 - 20 cm sia tra la sponda e l'opera, sia sotto l'opera stessa per facilitare l'allontanamento dell'acqua che altrimenti potrebbe portare all'instabilità della palificata. Il materiale più grossolano andrà posto a contatto con il cemento, mentre il materiale più fine fungerà da filtro tra il riempimento ed il pietrame. Per aumentare la capacità drenante della palificata, verranno usati come riempimento terreno vegetale di varia granulometria misto a pietrame.

Si sottolinea che, date le dimensioni ridotte dell'opera, non è necessaria l'analisi statica come da check-list per le opere minori di ingegneria naturalistica all. 2 del "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica".

Per un'analisi dettagliata della struttura e delle dimensioni della palificata si rimanda alle tavole 1.2.2.2.3.A, 1.2.2.2.3.B e 1.2.2.2.4.

#### **Materiali impiegati:**

- Tondame scortecciato di castagno di diametro pari a 20 cm e lunghezza 2-3 m;
- Tondini in ferro con diametro pari a 14 mm, piloti diametro 30 mm;
- Talee (*Salix alba*);
- Rampicanti: *Clematis vitalba* e *Humulus lupulus*;
- Sementi di specie erbacee;
- Materiale per drenaggio: ciottoli, ghiaione e ghiaia fine (diametro 2 -15 cm circa, meglio se scheggioni di cava irregolari);
- Geotessile contro il dilavamento del terreno di riempimento;
- Materiale per riempimento: terreno vegetale a granulometria varia e pietrame.

#### *2.4.1 Interferenze con l'idrografia*

L'opera si colloca lungo la sponda in cemento del fiume Mincio, all'interno di una zona golenale che viene sommersa per pochi giorni all'anno per un'altezza massima di qualche metro.

La portata del Mincio nei pressi dell'area di intervento è regolata principalmente da tre opere idrauliche quali la chiavica e controchiavica di Formigosa, l'impianto idrovoro di Formigosa e la botte a sifone di Formigosa, che assieme ad altre opere idrauliche presenti più a monte regolano il flusso delle acque tra il fiume Mincio, il canale Fissero – Tartaro e il Diversivo del Mincio.

La copertura in cemento della sponda è stata realizzata per porre in sicurezza l'abitato di Formigosa dalle piene del fiume Mincio e dal possibile sifonamento dell'argine. Per motivi di sicurezza e in accordo con l'AIPO, la sponda in cemento non verrà modificata o abbattuta, ma si procederà solamente a rivegetare la sua parte inferiore tramite la costruzione di una palificata doppia in legname con innesto di talee e piantumazione di rampicanti sulla sommità.

La palificata occuperà una fascia di larghezza pari a 1,80 metri a partire dalla copertura in cemento della sponda ed avrà un volume totale di circa 1200 m<sup>3</sup>, trascurabile in proporzione alla superficie di circa 20 ha della golenale. Dall'analisi delle volumetrie in gioco, si evince che l'opera in progetto non interferirà con la laminazione del fiume Mincio all'interno dell'area golenale e non ostacolerà il corso delle acque in condizione di piena.

Si sottolinea che l'opera in progetto, non ha come fine la sicurezza idraulica o la stabilità della sponda del fiume Mincio, ma si prefigge come unico scopo quello ecologico - paesaggistico della rivegetazione di un tratto di argine cementato.

## **2.5 Caratteristiche del materiale vegetale impiegato**

La "Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia" indica i criteri da seguire per la scelta delle specie, il periodo e il metodo di piantumazione; inoltre vengono descritti gli indici di attecchimento e le specie utilizzabili per i diversi ambienti presenti in Lombardia.

Le specie vegetali erbacee, arbustive e arboree da utilizzare nei lavori di ingegneria naturalistica devono essere compatibili con le caratteristiche ecologiche dell'area di intervento, al fine di evitare l'introduzione di specie estranee all'ambiente che potrebbero alterare i processi evolutivi delle piante. Sono state prese in considerazione, quindi, le specie citate nella tabella riferita alla "Pianura Lombarda - Vegetazione azonale golenale" dell'allegato 1 "Indicazioni di massima circa le specie autoctone da utilizzare per gli interventi di recupero ambientale ed ingegneria naturalistica in Regione Lombardia".

Dopo un'attenta analisi delle specie proposte dall'allegato 1 della suddetta direttiva e del Quadro conoscitivo del Piano di gestione della riserva naturale "Vallazza" e del S.I.C./Z.P.S. IT 20B0010 "Vallazza", si è deciso di inserire talee di *Salix alba* (4-5 talee ogni metro) all'interno degli interstizi tra il tondame orizzontale della palificata. Il *Salix alba* viene descritto nell'allegato n. 4 "Indici di attecchimento delle talee delle principali specie legnose impiegate nei lavori di ingegneria naturalistica in Lombardia" della "Direttiva sull'impiego dei

materiali vegetali negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia” come specie adatta ai fini dell’ingegneria naturalistica, con un indice medio di attecchimento in pieno campo del 70%.

Il *Salix alba* è un albero alto fino a 25 m, dalla chioma aperta e i rami sottili, flessibili e tenaci, corteccia giallastra o grigio-rossastra. Le foglie sono lanceolate-acuminatae, con stipole caduche e piccole, picciolate e finemente seghettate sono pelose su ambo le facce da giovani. Le foglie adulte hanno pagina superiore poco pelosa o glabra, di sotto hanno densa peluria che conferisce una colorazione argentea. Le infiorescenze sono costituite da amenti, distinti in femminili e maschili. Gli amenti maschili sono lunghi fino a 7 cm, presentano due stami e antere gialle; gli amenti femminili sono pedunculati e più esili di quelli maschili. I frutti sono costituiti da capsule glabre e subsessili che, a piena maturazione, si aprono in due parti liberando dei semi cotonosi (ovverosia semi dotati di un "pappo" bianco cotonoso). Il genere *Salix* comprende circa 300 specie caratterizzate da rapido accrescimento e scarsa longevità, caratteristiche che troviamo pienamente nel salice bianco.

Il *Salix alba* è comune nei luoghi umidi e lungo i corsi d'acqua fino a 1000 metri di altitudine in tutta Europa. Il salice bianco viene utilizzato per consolidare i terreni di ripa e le pendici franose, ed il suo legno, leggero e non molto pregiato, viene utilizzato nell'industria cartaria. Utilizzato come combustibile brucia in fretta, producendo un buon calore per un tempo limitato. Il salice bianco era utilizzato come sostegno per le viti avendo una crescita veloce, le piante in circa 3/4 anni erano in grado di dare i primi pali, i rami piccoli non venivano usati per legare le viti in quanto ha un legno rigido e fragile.



**Figura 2.3: *Salix alba***

Sopra alla struttura verranno piantumate essenze rampicanti autoctone. Le specie prese in considerazione sono quelle citate nel “Quadro conoscitivo” del Piano di gestione della riserva naturale “Vallazza” e del

S.I.C./Z.P.S. IT 20B0010 "Vallazza": *Rubus ulmifolius*, *Humulus lupulus*, *Clematis vitalba* e *Calystegia sepium*. Tra queste è stato deciso di non seminare la *Calystegia sepium* a causa del suo comportamento infestante che potrebbe provocare problemi alle altre piante. Si procederà alla messa a dimora di *Clematis vitalba* e di *Humulus lupulus* su due file distanti 2 metri tra loro e con un sesto di impianto di due metri (Tavola 1.1.2.1.3).

Il luppolo (*Humulus lupulus*) è una pianta a fiore (Angiosperma) appartenente, come la canapa (*Cannabis Sp.*), alla famiglia delle Cannabaceae; ordine delle Urticali. Pianta perenne, con rizoma ramificato dal quale si estendono esili fusti rampicanti che possono raggiungere i 7 metri d'altezza.

Le foglie sono cuoriformi, picciolate, opposte, munite di 3-5 lobi seghettati. La parte superiore si presenta ruvida al tatto, la parte inferiore è invece resinosa. Essendo una specie dioica, i fiori, unisessuali e di colore verdognolo, sono presenti su individui separati. I fiori maschili (o staminiferi) sono riuniti in pannocchie pendule e ciascuno presenta 5 tepali fusi alla base e 5 stami; i fiori femminili (o pistilliferi) presentano un cono membranoso che circonda un ovario munito di 2 lunghi stimmi pelosi. Si trovano raggruppati alle ascelle di brattee fogliacee, costituendo un'infiorescenza dalla caratteristica ed inconfondibile forma a cono. La fioritura avviene in estate. L'impollinazione è anemofila (trasporto per mezzo del vento) e in settembre-ottobre, con la maturazione dei semi, le brattee assumono una consistenza cartacea che aumenta la dimensione del cono. I frutti sono degli acheni di colore grigio-cenere. Il luppolo predilige ambienti freschi e terreni fertili e ben lavorati. Cresce spontaneamente sulle rive dei corsi d'acqua, lungo le siepi, ai margini dei boschi, dalla pianura fino ad un'altitudine di 1.200 metri se il clima non è troppo ventoso ed umido. La sua presenza è molto comune nell'Italia settentrionale.



**Figura 2.4: *Humulus lupulus***

La *Clematis vitalba* L. è una pianta arbustiva delle Ranunculaceae a distribuzione oloartica nota anche col nome comune di vitalba che deriva da vite alba (vite bianca). In Italia è presente su tutto il territorio sino a circa 1300 m in incolti, boschi di latifoglie, macchie temperate.

Mostra un comportamento rampicante con fusti ramificati, che si allunga anche oltre i 20 metri sugli alberi, sviluppando alla base tronchi legnosi anche piuttosto grossi. Il profumo, quasi impercettibile, è vagamente simile a quello del biancospino. Fiorisce tra maggio ed agosto a seconda della quota.

È una pianta velenosa per la presenza di alcaloidi e saponine, sostanze presenti anche in altri generi della famiglia, che si accumula soprattutto negli organi più vecchi.



**Figura 2.5: Clematis vitalba**

Il materiale vegetale (talee di salice bianco, e le piantine di luppolo e vitalba) da utilizzare per il rinverdimento della palificata e il mascheramento dell'arginatura in cemento verranno fornite dal *Centro Nazionale per la Biodiversità Forestale* del Corpo Forestale dello Stato.

Tale materiale, dotato di tutte le certificazioni necessarie è caratterizzato da elevata biodiversità derivante dalla metodologia di raccolta dei semi utilizzati per la produzione delle piantine.

Per ottenere l'immediato consolidamento del materiale terroso posto nella parte superiore della palificata si procederà con la semina a spaglio con idoneo miscuglio di sementi a seconda delle caratteristiche ecologiche del luogo. Nell'allegato 1 "Indicazioni di massima circa le specie autoctone da utilizzare per gli interventi di recupero ambientale ed ingegneria naturalistica in Regione Lombardia" della suddetta direttiva, le specie di vegetazione erbacea golenale utilizzabili nella pianura lombarda sono: *Agropyron repens*, *Arrhenatherum elatius*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex acutiformis*, *Carex elata*, *Carex gracilis*, *Carex riparia*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula ulmaria*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudoacorus*, *Phragmites australis* e *Tipha latifolia*<sup>3</sup>. Per le specie erbacee, utilizzate prevalentemente come seme, è indispensabile valutarne la disponibilità di

---

<sup>3</sup> Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia – Allegato 1



mercato; la loro applicabilità pratica implica l'impiego di miscugli dei quali dovrà essere valutata la quantità relativa delle singole specie.

Seguendo le indicazioni del "Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica" della Regione Lombardia, la semina avverrà nella seguente modalità.

I semi utilizzati dovranno disporre del certificato di provenienza e la composizione della miscela varierà in funzione delle condizioni climatiche e della stazione vegetazionale di riferimento. La quantità di sementi varierà tra 30 e 60 g/mq.

Per quanto riguarda le modalità di esecuzione, per prima cosa si prepara il letto di semina eliminando i ciottoli tramite rastrellatura, poi si semina la miscela di sementi in modo manuale o meccanico. In presenza di terreni poveri è opportuno l'utilizzo di fertilizzanti e concime organico o inorganico.

La Tabella 2.1 riporta le percentuali delle essenze erbacee seminate nella parte superiore della palificata.

| <b>Essenze erbacee seminate</b> | <b>%</b>   |
|---------------------------------|------------|
| <i>Agropyron repens</i>         | 10         |
| <i>Arrenatherum elatius</i>     | 12         |
| <i>Brachypodium pinnatum</i>    | 10         |
| <i>Carex acutiformis</i>        | 3          |
| <i>Carex elata</i>              | 3          |
| <i>Carex gracilis</i>           | 3          |
| <i>Carex riparia</i>            | 3          |
| <i>Dactylis glomerata</i>       | 12         |
| <i>Filipendula ulmaria</i>      | 4          |
| <i>Glyceria maxima</i>          | 20         |
| <i>Phragmites australis</i>     | 20         |
| <b>TOTALE</b>                   | <b>100</b> |

**Tabella 2.1: Percentuale delle essenze erbacee seminate**

## **2.6 Periodo di esecuzione dei lavori**

Il periodo più indicato per la raccolta del materiale vivo è quello di riposo vegetativo delle piante, ma il periodo di intervento può anche non coincidere se vengono adottati opportuni accorgimenti di conservazione (celle frigorifere).

Per l'esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica devono essere evitati i mesi invernali, in particolare da metà dicembre a metà febbraio, a causa delle gelate e i mesi estivi perché troppo asciutti; in linea di massima i periodi migliori sono la primavera e l'autunno. Nella figura sottostante si può vedere la tabella con i periodi consigliati per le piantagioni e le semine nella pianura lombarda come descritti dall'allegato 2 "Indicazioni di massima sui periodi di esecuzione delle opere di recupero ambientale e di ingegneria naturalistica in Regione Lombardia" della "Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia".

PIANURA LOMBARDA E PIANALTO

|                         | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| PIANTINE IN CONTENITORE |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| PIANTINE A RADICE NUDA  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| TALEE                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| SEMINE ERBACEE          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Figura 2.6: Indicazioni di massima sui periodi di esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica nella pianura lombarda e nel Pianalto (Fonte "Direttiva sull'impiego dei materiali vegetali negli interventi di ingegneria naturalistica in Lombardia")

Per l'organizzazione del cronoprogramma della fase di cantiere è necessario controllare anche il periodo di riproduzione e nidificazione della fauna presente in loco, per evitare di arrecare disturbo durante i mesi in cui gli animali sono più vulnerabili. A tal fine è stata redatta una tabella con i periodi di riproduzione e nidificazione delle specie presenti nelle vicinanze seguendo le indicazioni degli areali potenziali delle specie elencate nell'allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE e nell'allegato 2 della Direttiva 92/42/CEE e di altre specie di interesse naturalistico della Tavola 7 - Carta degli areali faunistici, Piano di gestione della riserva naturale "Vallazza" e del SIC/ZPS IT0B0010 "Vallazza" (Relazione sintetica di inquadramento N 1.2.1.1).

Dall'analisi effettuata si evidenzia come per le specie nidificanti potenzialmente presenti negli areali faunistici interessati dall'intervento in progetto i periodi riproduttivi si concentrino durante il periodo primaverile ed estivo.

Per la *Rana latastei* e il *Triturus carnifex* il periodo riproduttivo è concentrato tra i mesi di febbraio, marzo e aprile.

Per il *Lanius collurio*, la *Nycticorax nycticorax*, l'*Ardeola rallides* e l'*Egretta garzetta* il periodo riproduttivo si concentra tra la metà di aprile fino alla fine di luglio; per *Helix pomatia* il periodo riproduttivo va dalla metà di aprile alla metà di giugno.

Se si prendono in considerazione sia le indicazioni di massima sui periodi di esecuzione delle opere di ingegneria naturalistica nella pianura lombarda, sia i periodi di riproduzione e nidificazione delle specie presenti si può concludere che il periodo più indicato per lo svolgimento dei lavori va da settembre a metà dicembre per le piantagioni di piantine in contenitori, da metà ottobre a metà dicembre per le piantagioni di piantine a radice nuda e per gli innesti delle talee, mentre da settembre a metà ottobre e da metà febbraio a fine marzo per la semina di specie erbacee.

Da una stima del manuale del "Corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica" del Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica di Arabba (aprile 1994), la produzione giornaliera, per le opere

di ingegneria naturalistica in legname e pietrame a cassone, risulta essere di circa 8 - 12 mc/giorno con una squadra composta da 1 operaio specializzato, 2 operai qualificati, 3 operai comuni e l'utilizzo di un escavatore o di un ragno per l'esecuzione degli scavi, dei riempimenti e per il movimento dei tronchi. Gli interventi di ingegneria naturalistica di questo tipo vengono spesso realizzati in luoghi poco accessibili, con pendenze elevate, in alcuni casi con necessità di installare teleferiche per il trasporto dei tronchi e soggetti a frane superficiali o a erosione provocata dal trasporto solido eccessivo dei torrenti montani. I tempi stimati dipendono anche dall'accessibilità della zona di intervento, dalla pericolosità data dalla presenza di versanti in frana o di interventi all'interno di alvei.

Il volume della struttura in progetto è di circa 1200 mc, quindi secondo questa stima sarebbero necessari circa 100 giorni di lavoro per portare a termine l'opera. I tempi per la realizzazione dell'opera in progetto saranno sicuramente minori, poiché a tergo e sotto alla palificata non è presente un versante naturale, ma in cemento, quindi non sarà necessario alcuno scavo di sbancamento, inoltre non saranno necessarie misure di cautela particolare, avendo un'accessibilità buona, non essendo in presenza di versanti in frana e non dovendo lavorare all'interno di alvei fluviali. All'occorrenza si potrà utilizzare un numero di operai e di macchinari superiore rispetto a quello della succitata stima in modo da terminare i lavori entro metà dicembre, posticipando l'inerbimento, che non è possibile eseguire da metà ottobre a metà febbraio (Figura 2.6).

Si prevede che il tempo effettivo di durata dei lavori sia pari a circa 75gg naturali con la semina delle specie erbacee da effettuare verso metà o fine febbraio. In Tabella 2.2 si può vedere il diagramma di Gantt del presente progetto.

| OPERAZIONE                          | ottobre | novembre | dicembre | gennaio | febbraio |
|-------------------------------------|---------|----------|----------|---------|----------|
| Decespugliamento                    | ■       |          |          |         |          |
| Costruzione della palificata        | ■       | ■        | ■        |         |          |
| Innesto di talee di salice          | ■       | ■        | ■        |         |          |
| Piantumazione di essenze rampicanti |         | ■        | ■        |         |          |
| Inerbimento                         |         |          |          |         | ■        |

Tabella 2.2: Diagramma di Gantt

### 3 BIBLIOGRAFIA

- Manuale tecnico di ingegneria naturalistica, Regione del Veneto, Assessorato Agricoltura e Foreste;
- Corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica atti, Vivaio forestale regionale di Sospirolo (BL) 14-29 aprile 1994;

Realizzazione della terza corsia nel tratto compreso tra Verona Nord (km 223) e l'intersezione con l'autostrada A1 (km 314) - Recepimento prescrizioni decreto di compatibilità ambientale - N. Progetto di compensazione ambientale nei siti della Rete Natura 2000

---

- Direttiva sui criteri per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica (Regione Lombardia);
- Quaderno opere tipo di ingegneria naturalistica (Regione Lombardia);
- Piano di gestione della riserva naturale "Vallazza" e del SIC/ZPS ITOB0010 "Vallazza".

**Siti internet**

Habitat Italia: <http://vnr.unipg.it/habitat/index.jsp>;

Gisbau: <http://www.gisbau.uniroma1.it/ren.php>;