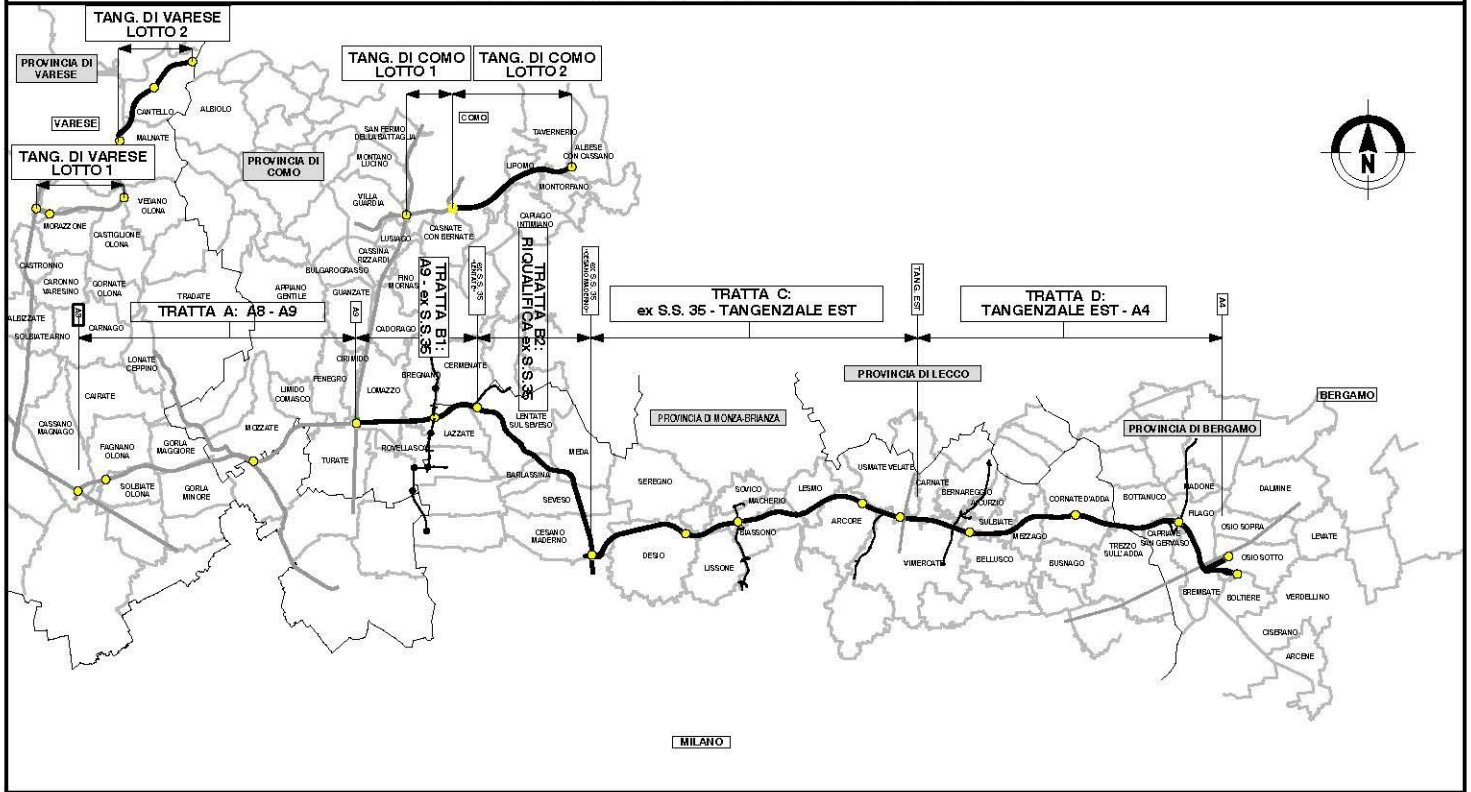


QUADRO DI UNIONE GENERALE



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

PROGETTO ESECUTIVO GENERALE DI PROGETTO OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTI DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
E	AM	GE	000	GE00	000	RS	006	A

DATA Agosto 2023

SCALA

CONCEDENTE



CONTRAENTE GENERALE

PEDELOMBARDA NUOVA S.c.p.A.

DATA

REVISIONE

25 Luglio 2023	Emissione	A01
18 Agosto 2023	Emissione	A02

ELABORAZIONE PROGETTUALE

PROGETTISTI

Proger s.p.a.



**RESPONSABILE
INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE**

Ing. Carlo Listorti

Redatto

Arch. A. Kipar

Visto

Ing. M. Larosa

Aprovato

Ing. M. Sandrucci

CONCESSIONARIO



PROGETTISTA



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO
E OPERE CONNESSE

PROGETTO ESECUTIVO

TRATTE B2, C, TRMI10/TRMI17/TRCO06

TRATTA B2 & C

OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

Sommario

1. PREMESSA.....	6
2. QUADRO NORMATIVO	6
2.1 Descrizione degli elaborati	8
3. LINEE GUIDA	11
3.1 Criteri generali.....	11
3.1.1 Premessa.....	11
3.1.2 Le mitigazioni in rapporto al quadro territoriale.....	11
3.1.3 Le mitigazioni in rapporto al paesaggio.....	15
3.1.4 L'identità e la sicurezza autostradale	18
4. CRITERI PROGETTUALI.....	20
4.1 Il controllo degli impatti diretti	20
4.1.1 Impatto acustico	20
4.1.2 Impatto sulla qualità dell'aria – captazione, assorbimento, dispersione degli inquinanti.....	21
4.1.3 Impatto sulla qualità delle acque	24
4.1.4 Impatto visivo	25
5. Ambiente biotico.....	27
5.1 Alterazione ambienti primari	27
5.2 Frammentazione habitat.....	30
6. Paesaggio.....	33
6.1 Identità dei luoghi e qualità paesaggistica.....	33
7. Nuove centralità	37
7.1 Valorizzazione del sistema delle relazioni.....	37
8. Identità dei luoghi e sicurezza stradale	38
8.1 Valorizzazione delle soglie e delle sequenze visuali	38
9. Aree di cantiere	40
9.1 Mitigazioni.....	40
9.2 Mitigazioni ambientali cantieri oggetti di migliorie	41
9.3 Descrizione degli interventi previsti.....	41
9.4 Descrizione degli interventi previsti.....	42
10. LE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI	43
10.1 Premessa.....	43
10.2 Funzioni ecologico ambientali della vegetazione.....	44
10.2.1 Interazione della vegetazione con gli inquinanti atmosferici.....	44
10.2.2 Regolazione del mesoclima	46
11. Analisi della vulnerabilità del territorio.....	47

12.	Analisi fitosociologica della vegetazione esistente	49
12.1	Querco-carpineto dell'alta pianura,.....	52
12.2	Quercete di rovere e/o farnia delle cerche moreniche occidentali	53
12.3	Quercete di rovere e/o farnia del pianalto.....	54
12.4	Castagneto delle cerchie moreniche occidentali.....	56
12.5	Orno-ostrieto primitivo di forra.....	57
12.6	Aceri-frassineti tipico	58
12.7	Pineta di pino silvestre planiziale	59
12.8	Alneto di ontano d'impluvio	60
12.9	Robinieto puro.....	61
12.10	Robinieto misto.....	62
12.11	Saliceto arbustivo ripario – saliceto di salice bianco	64
12.12	Betuleto planiziale di brughiera.....	65
12.13	Rimboschimento planiziale e collinare (formazioni a bagolaro e impianti di conifere)	66
13.	Le consociazioni vegetazionali adottate.....	66
13.1	Querco-carpineto.....	68
13.2	Alneto di ontano nero.....	69
13.3	Fasce arboreo arbustive ornamentali.....	70
13.4	Alberi e arbusti ornamentali	71
13.5	Specie rampicanti	72
13.6	Componente erbacea	72
13.7	Prato stabile.....	73
13.8	Prato fiorito.....	74
13.9	Specie erbacee igrofile.....	75
14.	Localizzazione delle consociazioni vegetazionali	76
15.	Interventi su vegetazione esistente	80
16.	DESCRIZIONE DEI TIPOLOGICI.....	82
17.	Tipologie e impianto delle consociazioni vegetazionali	85
17.1	Filare arboreo	86
17.2	Fascia arboreo-arbustiva	87
17.3	Fascia arbustiva.....	88
17.4	Fasce arbustive ornamentali.....	88
17.5	Macchia arboreo-arbustiva di interesse faunistico	89
17.6	Bosco.....	89
17.7	Prato arborato	90
17.8	Prato stabile.....	90

17.9	Prato fiorito.....	90
17.10	Specie erbacee igrofile.....	91
17.11	Specie rampicanti	91
18.	Tipologie di mitigazione delle opere stradali	91
19.	Opere di ingegneria naturalistica	95
20.	Tipologie di mitigazione area di cantiere	98
20.1	Duna semplice	98
20.2	Duna con arbusti h>3m.....	98
20.3	Filare doppio arboreo	99
20.4	Fascia arbustiva di arbusti h>3m	99
20.5	Fascia arbustiva di ripa h<3m	100

1. PREMESSA

La seguente relazione tratta lo sviluppo delle opere di mitigazione all'interno del progetto esecutivo, perlopiù in continuità con quanto già descritto all'interno del progetto definitivo del 2018.

Il presente elaborato riguarda il progetto delle mitigazioni ambientali per le seguenti tratte:

Tratte autostradali (Provincia Monza e Brianza):

- B2 da Lentate sul Seveso a Cesano Maderno (9,5 km)
- C da Cesano Maderno all'interconnessione con la Tangenziale Est/A51 di Vimercate (16, 5 km)

Opere connesse:

- TRCO6 Lentate sul Seveso (MB) – SP32 Novedrate (CO)
- TRMI10 Sovico – Monza (MB)
- TRMI17 Vimercate-s.p.45 Arcore (MB)

2. QUADRO NORMATIVO

Qui di seguito si riporta un elenco delle principali normative nazionali, regionali e provinciali a cui ha fatto riferimento il progetto esecutivo degli interventi di inserimento paesistico – ambientale, ripristino, delle tratte autostradali in oggetto:

Distanza impianti vegetali ai bordi autostradali e stradali

- D.P.R. 495/1992 Titolo II Costruzione e tutela delle strade
- D.P.R. 495/1992 Titolo II Art 26 Fasce di rispetto fuori dai centri abitati

Visuale libera stradale

- DECRETO 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"
- DECRETO 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Interferenze

- D.P.C.M. 8 luglio 2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici.
- Metodologia di calcolo per le fasce di rispetto degli elettrodotti. G.U. 5-07-08 n.160

Ambiente

- Dir. 79/409/CEE – 2 aprile 1979 "Uccelli" Protezione degli uccelli selvatici e regolamentazione dello sfruttamento;
- Dir. 92/43/CEE – 21 maggio 1992 "Habitat" Conservazione habitats naturali e seminaturali, flora e fauna selvatica;
- L. n. 183 del 18 maggio 1989, recante "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo;
- L. n. 124 del 14 febbraio 1994, recante "Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla Biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992;

- DPR del 8 settembre 1997, n. 357, recante il regolamento di attuazione della direttiva 92/43/CEE;
- D.M. del 3 aprile 2000 Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE.
- L del 6 dicembre 1991, n. 394 (legge quadro sulle aree protette)
- Legge Regionale 31 marzo 2008, n. 10 "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea" (BURL n. 14, 1° suppl. ord. del 04 Aprile 2008)
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), approvato nel marzo del 2001 da Regione Lombardia (integrato e aggiornato nel gennaio 2008 con la DGR VIII/6447).

Rete ecologica

- Legge Regionale 16 agosto 1993 , N. 26 "Norme per la protezione della fauna selvatica e per la tutela dell'equilibrio ambientale e disciplina dell'attività venatoria" (BURL n. 33, 1° suppl. ord. del 19 Agosto 1993)
- PTCP Tutela e sviluppo dell'ecosistema
Provincia Monza e Brianza PTCP luglio 2013;
Provincia di Como PTCP agosto 2006;
Provincia di Varese PTCP novembre 2007;
Provincia di Bergamo PTCP aprile 2004.
- DGR n. 8/8515 del 26 novembre 2008 Modalità per l'attuazione della Rete Ecologica Regionale in raccordo con la programmazione territoriale degli Enti locali

Paesaggio

- Studio di Impatto Ambientale del Progetto Preliminare del tracciato autostradale e successive integrazioni richieste nell'ambito delle procedure di Via
- Linee guida per l'esame paesistico dei progetti Approvate con d.g.r. 8 novembre 2002 N. 7/11045, ai sensi dell'art. 30 delle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137"
- D.G.R. del 15 marzo 2006 n.8/2121 Criteri e procedure per l'esercizio delle funzioni amministrative in materia di tutela dei beni paesaggistici in attuazione della legge regionale 11 marzo 2005 n.12
- Piani di sistema - Infrastrutture a rete- del Piano Territoriale Paesistico Regionale
- D.d.g. 7 maggio 2007 - n. 4517 Criteri ed indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento del rapporto fra infrastrutture stradali ed ambiente naturale

Parchi e aree protette

- Legge Regionale 30 novembre 1983, N. 86 "Piano generale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale" (BURL n. 48, 2° suppl. ord. del 02 Dicembre 1983)

- Legge Regionale 16 luglio 2007, N. 66 "Testo unico delle leggi regionali in materia di istituzione dei parchi" (BURL n. 29, 2° suppl. ord. del 19 Luglio 2007)
- Legge Regionale 11 marzo 2005, N. 12 "Legge per il governo del territorio" (BURL n. 11, 1° suppl. ord. del 16 Marzo 2005)
- **D.d.g. 12 settembre 2017 - n. 10892** Approvazione, ai sensi degli articoli 84 e 85 della l.r. 12/2005, della modulistica utile alla predisposizione degli atti e delle determinazioni che gli enti locali lombardi debbono assumere nei procedimenti paesaggistici di loro competenza

Aree boschive

- Legge Regionale 28 ottobre 2004, N. 27 "Tutela e valorizzazione delle superfici, del paesaggio e dell'economia forestale" (BURL n. 44, 1° suppl. ord. del 29 Ottobre 2004)
- D.G.R. 8/675/2005 Criteri per la trasformazione del bosco e per i relativi interventi compensativi e successive modifiche e integrazioni
- Regolamento Regionale 20 luglio 2007, N. n. 5 "Norme forestali regionali" (BURL n. 30, 1° suppl. ord. del 24 Luglio 2007)

Speci vegetali di riferimento

- Legge Regionale 31 marzo 2008 n. 10 Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione

Vincoli ambientali e paesistici

- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137"
- Il Piano Territoriale Regionale, in base alla l.r. 12/2005, ha proceduto ad integrare ed aggiornare il precedente Piano Territoriale Paesistico Regionale approvato nel 2001, in linea con la "Convenzione Europea del paesaggio" e con il D. Lgs. 42/2004.
- Dal d.lgs. n. 63 del 2008 Ulteriori disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione ai beni culturali pubblicato su G.U. n. 84 del 9 aprile 2008. Apporta modifiche alla definizione dei beni paesaggistici (art.134):
- In merito agli aspetti autorizzativi D.L. 21 giugno 2013, convertito, con modificazioni, dalla **L. 9 agosto 2013** n. 91, convertito, con modificazioni, **L. 7 ottobre 2013, n. 112**, D.L. 31 maggio 2014, n. 83, convertito, con modificazioni, dalla **L. 29 luglio 2014, n. 106**.

Cantieri

- D.Lgs. 163/2006 Manuale di Gestione Ambientale dei Cantieri (allegato XXI, Art. 10, comma 1).

2.1 DESCRIZIONE DEGLI ELABORATI

Elaborati generali

Relazione generale opere di mitigazione ambientale

Tipologici ambientali

Suddivisi in:

- tipologie di impianto delle consociazioni vegetazionali

- tipologie di impianto in presenza di *Anoplophora Chinensis*
- tipologie di mitigazione delle opere stradali
- esempi di aggregazione delle tipologie in rapporto al contesto

Linee guida per la realizzazione e la manutenzione delle opere a verde Relazione descrittiva delle tecniche agronomiche di riferimento per l'impianto e la manutenzione delle tipologie di impianto nelle diverse consociazioni vegetazionali.

Abaco essenze vegetali Riportante una scheda per ogni essenza vegetale utilizzata nelle tipologie di impianto delle consociazioni vegetazionali.

Relazione paesaggistica ai sensi del DLgs 42/2004 e ss.mm.ii.

Elaborati di tratta

Relazione specialistica Composta da inquadramento territoriale, descrizione degli interventi di mitigazione e schede descrittive degli interventi impostata per progressiva stradale.

Documentazione fotografica, divisa per tratte con cartografia dei puntatori.

Planimetrie d'insieme Tavole 1:5000, divise per tratte.

Planimetrie di dettaglio Tavole 1:1000

Tavole di inquadramento territoriale della tratta, impaginate insieme al profilo per meglio evidenziare l'andamento del tracciato autostradale in rapporto al contesto, e per un'immediata comprensione dei tratti in rilevato, trincea, galleria o viadotto.

La planimetrie riportano gli elementi del contesto più significativi dal punto di vista ambientale, quali: corsi d'acqua, parchi regionali, parchi locali, PLIS, aree a tutela speciale, nuclei storici, beni di interesse storico. A questi si aggiunge un uso semplificato del suolo con la residenza, l'industria/artigianato/commercio, e i ricettori sensibili dal punto di vista acustico.

Le tavole riportano gli interventi di ripristino vegetazione esistente nelle aree di cantiere, sopra le gallerie artificiali, e in alcuni punti interni agli svincoli o relativi alle opere stradali adiacenti al tracciato.

Planimetrie degli interventi di mitigazione e compensazione ambientale Tavole 1:5000, divise per tratte.

Queste tavole riportano in modo completo le opere di mitigazione progettate, le opere di ripristino ambientale e della vegetazione esistente nelle aree di cantiere e sopra le gallerie.

Le mitigazioni sono riportate con dei simboli grafici rappresentativi dell'oggetto rappresentato, ogni simbolo è riportato in legenda, è associato ad una sigla che fa riferimento alle tipologie di impianto delle consociazioni vegetazionali dei tipologici ambientali.

Schede superfici mitigazioni ambientali

Si tratta di schede in formato A4. Ogni scheda ha come intestazione il codice WBS riportato nelle planimetrie d'insieme al 5000, il tipo di intervento di mitigazione proposto (vedi legenda planimetrie d'insieme), la consociazione vegetale relativa al territorio attraversato e l'ambito (agricolo, urbano/perturbano o naturalistico) da cui dedurre quali essenze vegetali adottare. Oltre a queste indicazioni generiche ogni scheda riporta in dettaglio le quantità di ogni singola tipologia di mitigazione circoscritta in quell'areale (esempio: Filare singolo/doppio arboreo di I/II/III grandezza, Fascia arboreo arbustiva con alberi di I/II/III grandezza, Fascia arbustiva di arbusti h<3m, ecc.).

Sezioni trasversali mitigazioni ambientali 1:5000 Le sezioni trasversali all'asse autostradale sono state estese al contesto immediatamente adiacente e riportano gli interventi di mitigazione.

Dettaglio planimetrico mitigazioni ambientali in scala 1:1000 Planimetrie di dettaglio relative agli interventi a verde della Gallerie Seveso e Baruccanetta.

3. LINEE GUIDA

Qui di seguito vengono esposti i criteri generali e i criteri specifici che hanno orientato il progetto. Nella prima parte si affrontano i criteri adottati in rapporto al quadro territoriale, al quadro del paesaggio e per l'utente stradale.

Nel paragrafo successivo si affronteranno i criteri specifici adottati per la mitigazione degli impatti diretti, la valorizzazione del sistema ambientale, la ricomposizione delle reti ecologiche, la valorizzazione dell'identità dei luoghi e della qualità paesaggistica, la percezione e la sicurezza dell'utente autostradale, la mitigazione e il ripristino delle aree di cantiere.

3.1 CRITERI GENERALI

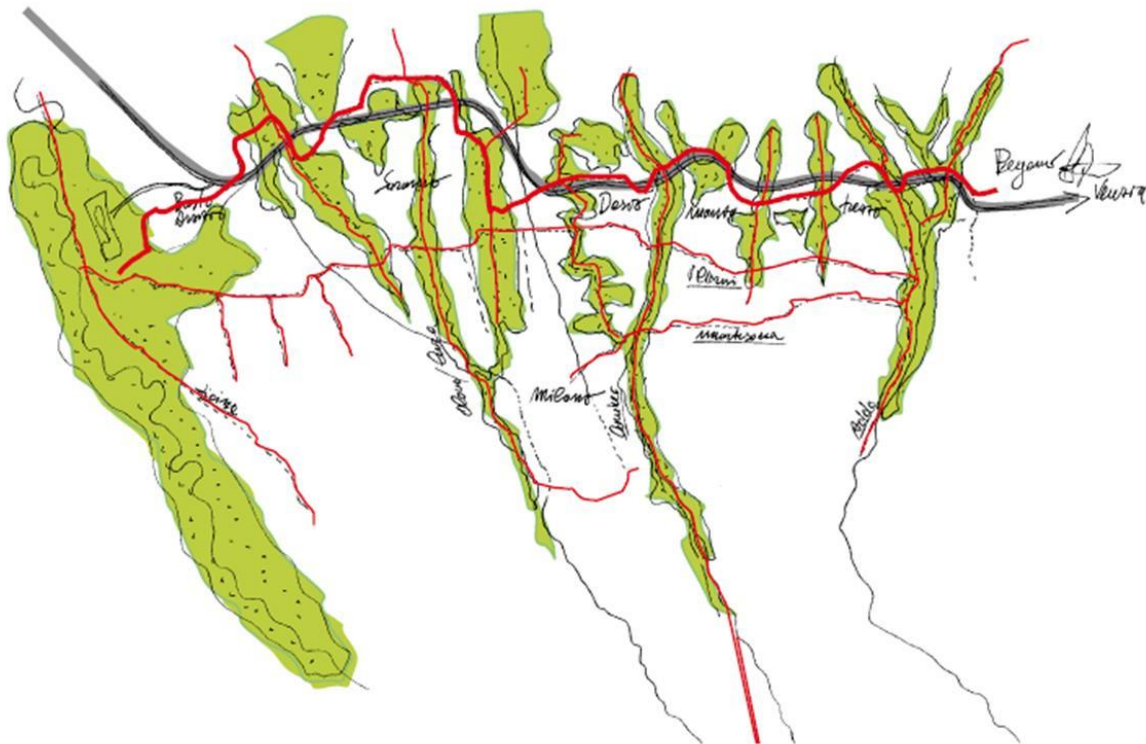
3.1.1 Premessa

Se si definisce il carattere di un territorio come derivato “ dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”¹, appare evidente che la costruzione di una nuova infrastruttura autostradale determina sempre l'alterazione e la trasformazione di rapporti antropici/ambientali storicamente consolidati e stabilmente percepiti dalle popolazioni. Il richiamo a tale definizione di paesaggio assume particolare rilievo se si considera che la nuova infrastruttura collegherà 5 province (Bergamo, Monza e Brianza, Como e Varese) e attraverserà un territorio abitato da circa 4 milioni di persone. Il quadro di riferimento del paesaggio della “città infinita a Nord di Milano” è quello della provincia urbana, densamente abitata, cresciuta in modo disordinato, in cui ben poco rimane del paesaggio “originario”. Se il quadro di riferimento sociale, urbanistico e ambientale lascia stupefatto per gli effetti prodotti sul paesaggio lombardo nell'ultimo ventennio, la costruzione di una nuova infrastruttura è sicuramente ancora percepita quale elemento di nuova “perturbazione” dell'ambiente storico/sociale.

I progettisti delle mitigazioni ambientali hanno intuito la grande opportunità che la realizzazione delle opere “complementari” della nuova autostrada offrono, per innescare e/o potenziare processi di riqualificazione, sia a scala territoriale sia a scala locale. Concordemente ai piani regionali, provinciali e locali, le opere di mitigazione e di compensazioni rappresentano uno strumento decisivo per l'attuazione, reale, di politiche di riassetto territoriale e di riequilibrio ambientale. L'obiettivo è dunque un modello di intervento capace di offrire un supporto attivo al ri-orientamento del territorio, che trasformi le singole indicazioni di piano in un insieme di interventi concreti, capaci di innescare un processo di profonda riqualificazione dei territori attraversati e, più specificamente, di evidenziare e promuovere le possibilità evolutive dei singoli ambiti territoriali.

3.1.2 Le mitigazioni in rapporto al quadro territoriale

¹ La Convenzione Europea del Paesaggio ratificata con legge 2 gennaio 2006 n. 14 8GU n. 16 del 20 gennaio 2006, Suppl. ord. n. 16, art.1



Schematizzazione del territorio attraversato da Pedemontana

Fin dalle prime analisi del tracciato “Pedemontano” disposto in direzione prevalente est-ovest, ci si è accorti che esso interferirà con la gran parte delle linee di permeabilità vegetazionale, disposte in direzione nord-sud, che costituiscono la struttura dell’ecomosaico lombardo. Linee coincidenti principalmente con i corsi d’acqua che procedono dalle alpi verso la pianura. Considerando poi che le tipologie di tracciato prevalenti sono le trincee, l’evidenza della positura principale dell’asse autostradale ha condizionato e orientato il progetto delle mitigazioni verso opere dirette non alla sola mitigazione dei singoli ambiti locali (periurbano naturale ecc) quanto ad un’azione di nuovo collegamento vegetazionale di vasta scala, trasversale alle linee di permeabilità suddette.

Dal punto di vista ambientale, la disposizione dell’asse infrastrutturale orienta in modo univoco la possibilità di orchestrare un grande intervento di collegamento trasversale tra i maggiori elementi di connettività ecologico-ambientale. Le politiche del paesaggio estese – come raccomanda la Convenzione – all’intero territorio, possono contribuire in maniera considerevole a migliorare l’efficacia delle misure di protezione dei parchi e delle aree protette, riducendo i rischi del loro isolamento e potenziandone la capacità d’irraggiamento sul contesto territoriale. **Si è privilegiata quindi un’azione di collegamento vegetazionale disposto su gran parte del tracciato**, rispetto alle componenti locali non sempre “minori” quali, ad esempio, la continuità delle visuali di percezione del paesaggio disposte prevalentemente in direzione opposta (nord-sud).

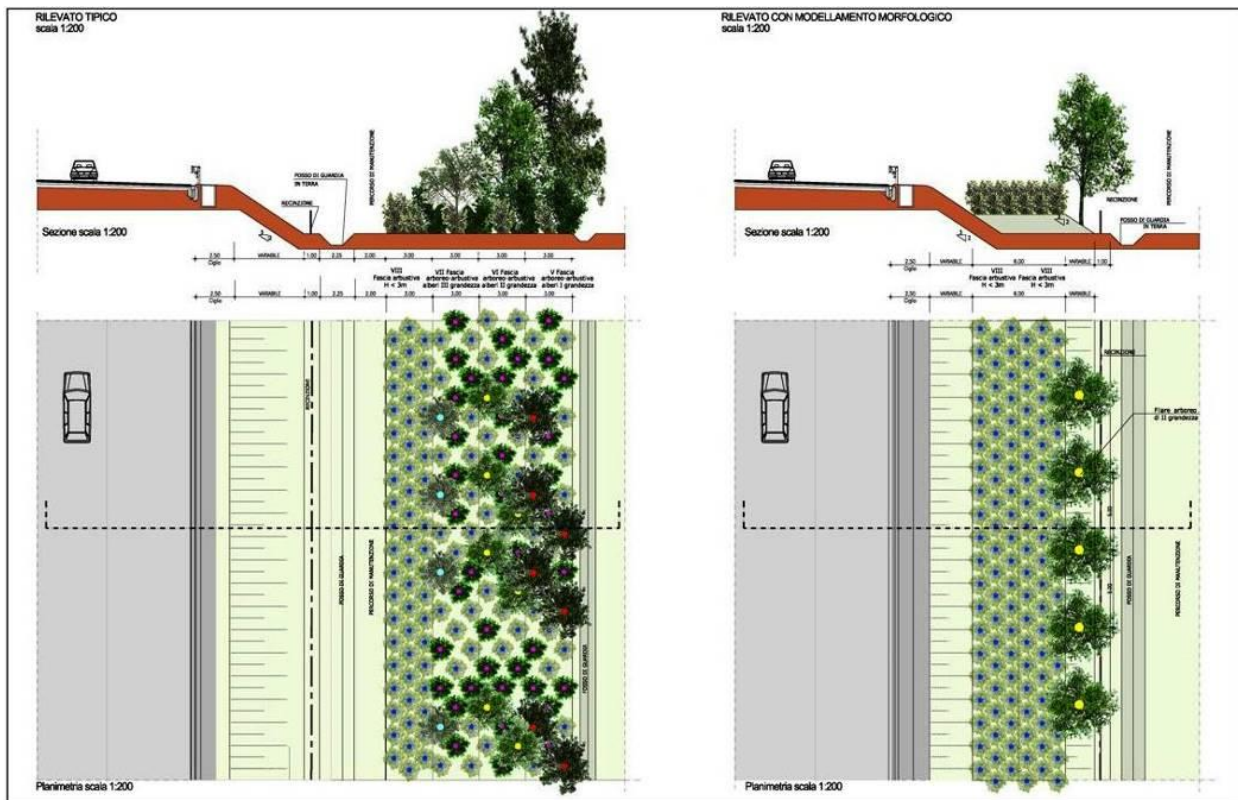


Foto aerea della conurbazione Cesano Maderno - Desio

La linea della nuova infrastruttura viaria, nel suo procedere curvilineo, indaga spesso tratti – o addirittura territori – in cui non è riconoscibile l’ambito di riferimento, dove sfuggono i criteri antropici di sfruttamento delle risorse naturali e le regole di occupazione territoriale. Porzioni di territorio in cui risulta evidente l’innescò di fenomeni “esponenziali” di degrado derivati dall’abbandono agricolo e soprattutto produttivo, nonché da logiche insediative che hanno come risultato il **crescente consumo o compromissione di suolo**. Suolo di quello stesso paesaggio lombardo che non è bene riproducibile ma, sempre, trasformabile.

I progettisti hanno considerato le possibili azioni di “separazione” e di “riunione” del territorio, non come elementi sempre necessari, da disporre in rapporto ai nuovi segni generati dall’infrastruttura, ma quali **elementi reali di “mediazione” tra l’assetto territoriale esistente e la perturbazione delle aree interferite dall’infrastruttura**. Entrare nel territorio lombardo, a forte compromissione, ha spesso significato ridefinire i quadri d’insieme in cui quel tessuto può essere di nuovo riconoscibile, orientarne la trasformazione e arginare nuove occasioni di degrado. Il modello di intervento ha quindi considerato gli elementi perturbativi generati dall’infrastruttura sul territorio come elementi attivi ai fini della riqualificazione e della ridefinizione di quelle soglie che permettono la **percezione della variazione del paesaggio** e quindi della sua qualità d’insieme.

Scelta l’azione principale del collegamento vegetazionale a scala territoriale, si è poi considerato l’aspetto progettuale di come relazionare tale collegamento alle singole componenti del paesaggio interferito, sia biotico sia antropico. Una nuova linea di verde trasversale è stata pensata **come un nuovo oggetto di moderazione tra i tessuti**, per rafforzare il collegamento dei parchi e dei PLIS locali, proteggere i territori agricoli, orientare e guidare nuovi progetti di difesa e conversione ecologica degli spazi degradati, costruire un quadro di condizioni per un’estesa e durevole riqualificazione ecologico/ambientale del territorio Pedemontano. Se le opere di compensazione realizzano un esteso quadro di consolidamento ambientale, le opere di mitigazione hanno dovuto confrontarsi con una vastissima diversità di territori attraversati e quindi con numerose criticità da risolvere. Attraverso l’adozione di tipologie ambientali principali (caratteristiche delle specie vegetali e sesto d’impianto) gli interventi **a verde sono declinati e intervallati in rapida successione**, sia per permettere la risoluzione di singole emergenze (es. mascheramenti) sia per essere polifunzionali (es. permeabilità visiva, collegamento vegetazionale, captazione e assorbimento inquinanti ecc.).



Studi per fasce arboreo arbustive polivalenti

La complessità degli ambiti e delle azioni di mitigazione da promuovere hanno richiesto una progettazione puntuale delle opere a verde. Si è assunto come dato progettuale la necessità di **variare in continuazione l'adozione dei singoli tipologici, contestualmente alla variazione delle esigenze mitigative e all'ambito di appartenenza**. Non si è quindi adottato un criterio omnicomprensivo di tipologie estese a lunghi tratti di intervento. Tale metodologia avrebbe offerto un'indubbia riduzione di complessità ma non avrebbe risolto efficacemente l'imponente pluralità di esigenze di riqualificazione delle caratteristiche locali del paesaggio. Gli elementi di connettività vegetazionale (fasce polivalenti – boschi – prati arborati) sono stati localizzati in modo sempre mutevole, sia formalmente (configurazione vegetazionale), sia a livello consociativo (in rapporto alle diverse consociazioni fitosociologiche di riferimento), per rispondere efficacemente alle singole peculiarità e criticità locali.

Il risultato di questa scelta progettuale è una mitigazione complessa, che sembra sfuggire a logiche unitarie, sempre riconoscibili, ma che prefigura un quadro di azioni contestuali alle caratteristiche di grande disomogeneità dei territori attraversati e introduce efficacemente il progetto esecutivo.

Le aree intercluse sia dai tracciati autostradali (svincoli e interconnessioni), sia dalla viabilità connessa sono state utilizzate ai fini del riequilibrio ambientale degli output della nuova infrastruttura. Le aree non soggette alla realizzazione di vasche di laminazione per l'infrastruttura stessa, sono state trattate tutte con specifico progetto, secondo criteri differenti, in relazione agli ambiti interferiti.

In ambito **boschivo** sono stati attuati la riqualificazione della vegetazione esistente e il rifacimento delle superfici arboree cantierizzate, ai fini del **contenimento delle polveri, della minimizzazione delle alterazioni dei microclimi locali (umidità del terreno)** e per contrastare la diffusione di

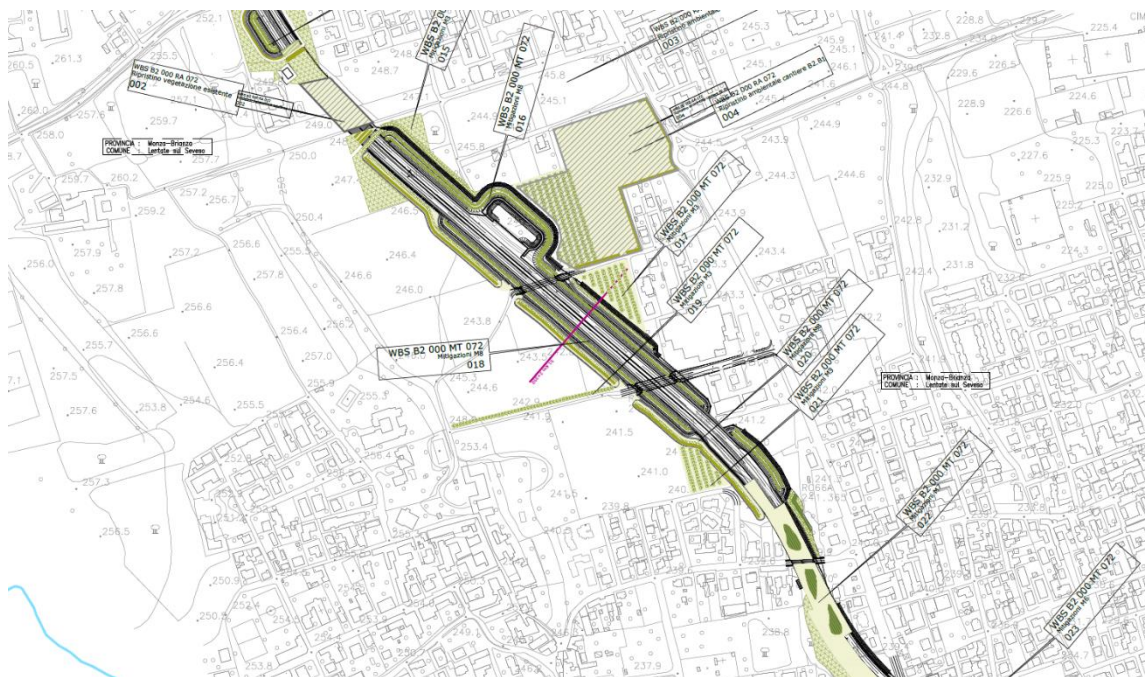
specie alloctone, già fortemente presenti nelle superfici boscate interessate. In ambito **urbano** e periurbano si è operata la realizzazione massiva di copertura vegetazionale con fasce polivalenti e areali a bosco o prato arborato a **effetto “tampono”**, per la captazione e limitazione della diffusione degli inquinanti aeriformi, oltre che per la **mitigazione della componente visiva**.

In ambito **agricolo** le aree intercluse sono state trattate con tipologie a verde differenziate (fasce, fasce e filari arboreo e arbustivi) per la copertura dei suoli in **relazione alla loro giacitura rispetto alle visuali paesistiche prevalenti**. Là dove era necessario mettere in connessione l'area in oggetto con il sistema delle reti ecologiche, sono state previste puntuali e mirate opere di deframmentazione faunistica.

3.1.3 *Le mitigazioni in rapporto al paesaggio*

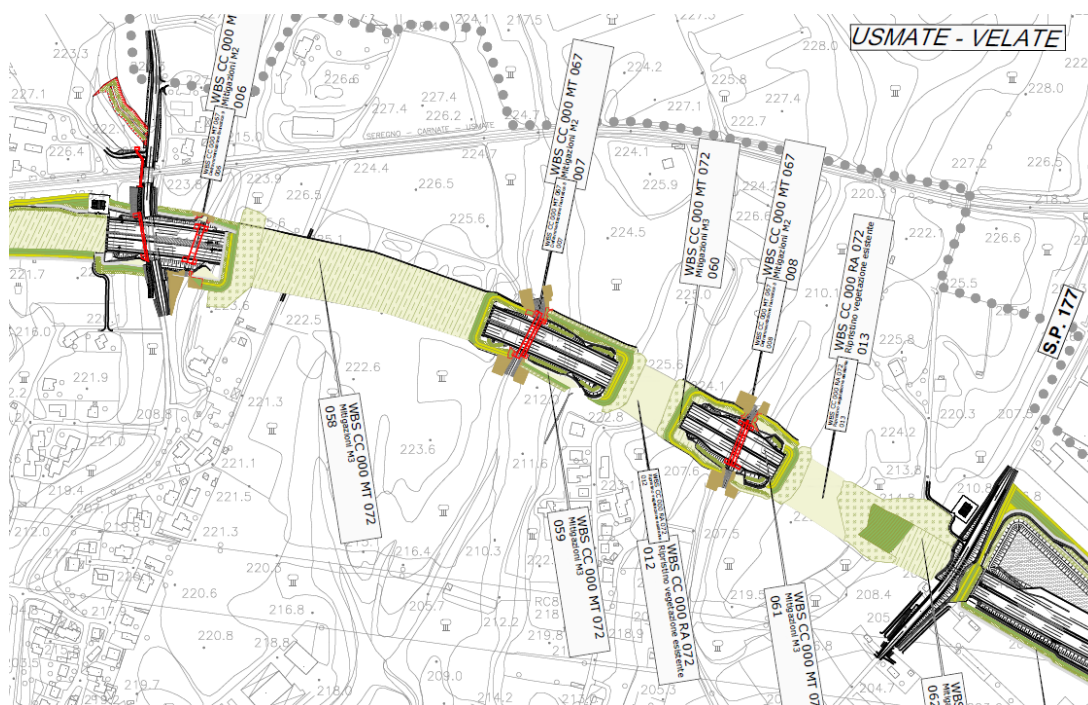
Il progetto di mitigazione ha considerato **la modellazione dei terreni quale elemento fondamentale per la ricomposizione delle morfologie** interferite dall'infrastruttura. I movimenti di terra sono stati previsti per rispondere a una pluralità di obiettivi quali: la mitigazione diretta verso i centri urbani, la creazione di parchi di frangia urbana, la connessione trasversale, la ricopertura delle gallerie parzialmente fuori terra, la protezione delle colture agricole, la mitigazione delle aree di cantiere, l'integrazione alla mitigazione acustica e, in modo diffuso, la riconnessione della rete vegetazionale attraverso un supporto vegetale. Nei parchi di frangia e nelle aree al di sopra di gallerie artificiali sono stati previste modellazioni morbide, più adeguate ad accompagnare la morfologia naturale dei terreni e la progettazione dei parchi di frangia urbana. Particolare attenzione si è data alle ricostruzioni delle morfologie dei terrazzamenti fluviali e degli imbocchi in galleria, che sono stati studiati in rapporto ai singoli contesti vegetazionali e formali. Le modellazioni progettuali dei terreni saranno quindi un elemento fondante per la riqualificazione delle identità morfologiche distintive del paesaggio locale e, tema non minore, un contributo per riequilibrare il bilancio delle terre di scavo – e quindi delle emissioni in atmosfera – nelle fasi di cantierizzazione. Facendo una sovrapposizione del tracciato sull'orditura delle consistenze vegetazionali in ambito agricolo e dell'orografia naturale dei suoli, si evidenzia che localmente il tracciato è in contrasto con i quadri percettivi d'insieme (evidenze vegetazionali, orditura agricola, pendii tagliati trasversalmente ecc.). Per queste aree il progetto ha valutato la necessità di ricomposizione del paesaggio attraverso elementi vegetazionali disposti secondo la tessitura e l'orografia esistente. Sono stati previsti interventi di **ricomposizione mediante l'impianto vegetazionale disposto autonomamente rispetto al tracciato, ma concordemente alla struttura morfologica e orografica del contesto**. Tali interventi, oltre ad assicurare localmente l'effetto tampono vegetazionale, mirano alla ricomposizione del paesaggio in accordo al quadro percettivo d'insieme.

Negli attraversamenti dei corpi idrici, il progetto di mitigazione ha privilegiato la protezione e il consolidamento delle componenti vegetazionali esistenti che costituiscono i presidi di naturalità di alto valore ecosistemico e di qualità del quadro percettivo d'insieme, in riferimento alla tutela dei beni ambientali previsto dalla Legge 42/2004. Si sono favorite, cioè, **azioni di riqualificazione e consolidamento delle componenti vegetali esistenti lungo gli assi stessi dei corpi fluviali** (50-300 mt), piuttosto che interventi diretti al “mascheramento” dei manufatti previsti. Gli interventi in alveo sono stati dettati dalle sistemazioni idrauliche che hanno proposto anche interventi di ingegneria naturalistica ai sensi del DGR 29.02.2000, mentre le opere di mitigazione si sono rivolte alla predisposizione di elementi vegetazionali utili ai fini dell'inserimento paesaggistico e della ri-naturalizzazione degli elementi naturali interferiti.



Tratta B2: Studi di ricomposizione morfologico percettiva, in relazione alla tessitura agricola

Il progetto di mitigazione ha valutato ad uno ad uno gli impatti attesi dall'infrastruttura e ha scelto di privilegiare azioni rivolte alla deframmentazione faunistica e alla riconnessione vegetazionale mediante predisposizione di piste di riconnessione forestale e di fasce arbustive a protezione dei lembi boschivi interferiti.

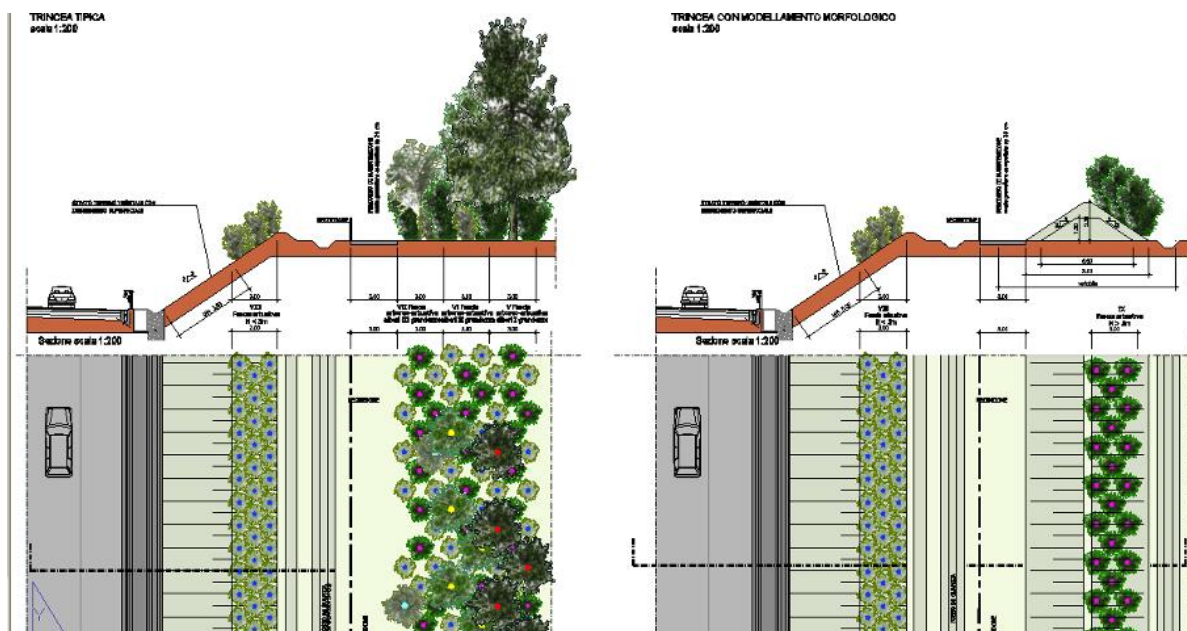


Esempio riconnessione rete forestale boschi Arcore

Ai fini della compensazione delle superfici detratte dall'infrastruttura, il progetto di mitigazione ha previsto la forestazione "sostitutiva" per gli ecosistemi locali, comprendendo aree di frangia attigue ai tracciati.

Analizzando i territori agricoli appare evidente che la rete agroforestale sia in stato residuale di forte degrado o sia addirittura assente nei terreni con colture intensive. Le caratteristiche complessive di funzionalità agricola sono fortemente limitate dall'abbandono per la detrazione di terreni a favore dall'espansione dell'edificato produttivo e residenziale oltre che, più recentemente, da quello della grande distribuzione commerciale. Il territorio Pedemontano è quello che ha subito i più dirompenti fenomeni di conurbazione in Lombardia nell'ultimo ventennio. L'agricoltura di questa fascia territoriale ha sempre sofferto la povertà delle risorse idriche. Il progetto delle mitigazioni ha privilegiato invece **la continuità vegetazionale (fasce polifunzionali e areali arborei) per contribuire principalmente alla funzionalità dell'ecosistema attuato attraverso la connessione dei singole formazioni vegetali residuali**. Con riferimento alle linee guida del programma agroambientale regionale attuativo del reg. (cee) 2078/92, i progettisti hanno privilegiato la consistenza vegetazionale delle fasce polivalenti ai fini della riconnessione e rifondazione della rete agroforestale e a parziale protezione delle colture. Tale scelta risulta altrettanto efficace alla ricomposizione del quadro paesaggistico d'insieme nei territori agricoli di più vasta estensione.

In un quadro positivo di fruizione diffusa, il progetto di mitigazione ha riconosciuto particolare attenzione a degli elementi funzionali quali **le piste di manutenzione**. Tali elementi nascono al di fuori delle recinzioni stradali, ai fini della manutenzione delle trincee e dei rilevati stradali, oltre che delle formazioni vegetazionali previste dal progetto stesso. Queste piste non sono pensate come elementi connettivi, ma sono funzionali alla riconnessione della rete poderale e possono facilmente contribuire a **nuove linee di permeabilità** pubblica locale. Tali elementi di connettività sono presidi per territori che sarebbero difficilmente difendibili da fenomeni di degrado generati dalla frammentazione autostradale, come nel caso di discariche abusive e progressivo abbandono del territorio. In aree boscate, essi sono mirati alla ricongiunzione delle piste forestali interferite, permettendo una più semplice politica di gestione forestale da parte degli enti addetti.

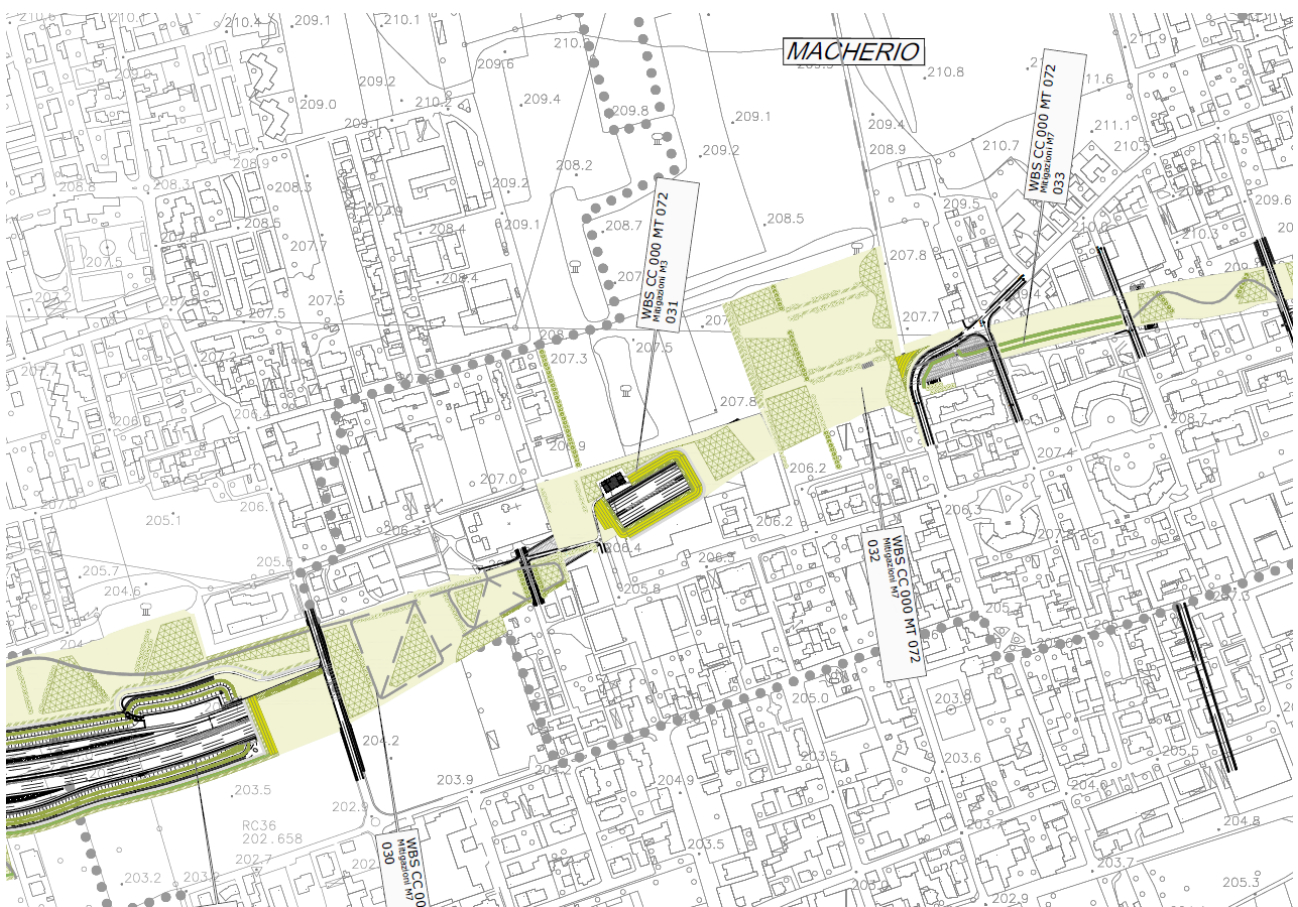


Fasce polifunzionali con pista di manutenzione

I nuovi tracciati stradali in ambiti urbanizzati modificano sempre l'identità dei tessuti interferiti, trasformandoli da tratti periferici dischiusi verso lo spazio aperto a aree di frangia, cinte dalla nuova infrastruttura. Allo stesso modo, la dismissione di porzioni di rete viaria esistenti a favore di nuove vie ad alto scorrimento determina, in alcuni casi, la liberazione di frange urbane dall'aderenza

diretta all'infrastruttura. Nelle aree di margine dell'urbanizzato, il sistema delle relazioni spaziali e umane subisce un mutamento che normalmente produce fenomeni di abbandono e di migrazione dai luoghi di interesse pubblico.

I progetti di mitigazione hanno rivolto la massima attenzione alla riqualificazione sostenibile delle aree di frangia generate dalla nuova infrastruttura. Sono stati progettati nuovi parchi pubblici locali, quali luoghi di ridefinizione del sistema delle relazioni sociali e di più generale offerta pubblica fruitiva. Si è puntato alla connessione diretta tra i tessuti abitati e il territorio aperto, alla loro qualità compositiva, in modo da farli percepire non come spazi interclusi, ma come veri e propri luoghi di riqualificazione urbana a verde pubblico. Si è pensata la creazione di nuovi spazi come interazione di una rete estesa alla scala locale, ove i parchi possano concorrere in misura notevole all'arricchimento del patrimonio naturale culturale su cui si basa la qualità del territorio e, inversamente, la qualità complessiva del territorio può influenzare positivamente le condizioni ambientali ed il futuro dei parchi stessi.



Tratta C Studio per riconnessione di aree pubbliche di quartiere su galleria artificiale- Macherio

3.1.4 L'identità e la sicurezza autostradale

I dati quantitativi sulle tipologie stradali delle tratte principali evidenziano che oltre l'80% dei suoi 87 chilometri sono localizzati sotto il livello della campagna. Questo dato impone ai progettisti la necessità di pensare il progetto come mitigazione dell'impatto non solo sul paesaggio ma anche sulla percezione interna dell'utente autostradale.

È chiaro che l'utente autostradale avrà poche sequenze visuali aperte sul paesaggio, avrà a disposizione la segnaletica stradale ma sicuramente per ampi tratti avrà il problema dell'identificazione del luogo preciso che starà percorrendo. Un secondo aspetto progettuale è

quello della sicurezza. Fin dall'inizio della progettazione si è pensata la sistemazione a verde come elemento utile alla "segnalazione" degli imbocchi e delle piazzole di sosta, in modo da offrire dei **punti di riferimento "riconoscibili"** per la presenza di essenze arbustive che per colore o portamento potessero offrire punti di riferimento visuali all'utente che guida un veicolo. La progettazione si è sviluppata tenendo in forte considerazione la sistemazione delle trincee naturali, dei tratti in prossimità degli imbocchi in galleria, facendo risaltare **elementi vegetali riconoscibili dall'osservatore in movimento** e quindi estesi per lunghi tratti, con l'impiego di essenze vegetali alternate a blocchi, riconoscibili per la loro evidenza di specie e di colore. Tali essenze sono state scelte tra le specie di tipo "ornamentale" quali "cultivar" di specie autoctone, ma comunque tutte con caratteristiche di estrema riconoscibilità cromatica e di persistenza delle foglie. Sempre ai fini **dell'identificazione del territorio** si è scelto di programmare anche una sistemazione delle rotonde di connessione secondo una differenziazione tra rotonde in zone urbane e tra rotonde in zone urbane e periurbane. Per questi elementi legati agli svincoli e alle strade connesse si è scelto di non predisporre un disegno univoco, mentre si è pensata una organizzazione di massima che potesse lasciare la possibilità d'intervento a questi ultimi.

È facile intuire che la creazione di una nuova autostrada in territorio molto stratificato storicamente, determina necessariamente che l'ente gestore autostradale si possa proporre come valido interlocutore per la realizzazione di importanti azioni imprenditoriali. Ciò a causa delle possibilità derivate dalla proprietà di vastissime aree intercluse che ricadono su tutti i suoi tracciati e di cui è necessario l'esproprio. Allo stato attuale del progetto si è scelto di procedere alla piantumazione estensiva di tali aree per permettere comunque all'ente gestore di fare scelte imprenditoriali successive, purché orientate al riequilibrio ecologico.

Come precedentemente accennato le aree che diventeranno di proprietà dell'ente attuatore – aree già piantumate o aree in cui è prevista la piantumazione ai fini mitigativi e compensativi – andranno a formare un tessuto di riferimento per tutte le politiche in atto e future, per lo sviluppo ambientale lombardo.

Appare evidente che la gestione di queste aree sarà da valutare attentamente, non sotto il profilo della semplice manutenzione, quanto invece come un vero e proprio piano imprenditoriale per lo **sviluppo e la gestione di superfici forestali di vasta scala**. Anche qui, immaginando il futuro assetto autostradale, date le economie che presseranno per l'acquisizione di aree in prossimità dei tracciati e, quindi, la realizzazione di nuovi insediamenti, si presuppone che la gestione oculata di superfici forestali avrà importanti ripercussioni sulla qualità dell'assetto ambientale territoriale nonché sulla qualità stessa dei luoghi compresi tra quadri di futuri nuovi insediamenti. È evidente, quindi, che un piano di gestione forestale esteso alle aree a margine o intercluse dall'infrastruttura – che tagliano l'intero territorio Pedemontano – pone un'occasione irrinunciabile per la corretta gestione di questi beni.

4. CRITERI PROGETTUALI

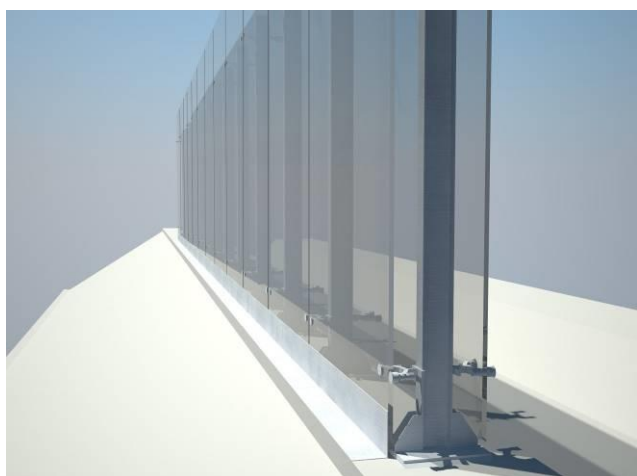
4.1 IL CONTROLLO DEGLI IMPATTI DIRETTI

Nel presente paragrafo sono contenute le linee guida progettuali per l'inserimento ambientale di mitigazione degli impatti diretti: acustico, sulla qualità dell'aria, sulla qualità delle acque e visivi.

4.1.1 *Impatto acustico*

Il progetto di mitigazione deve garantire il rispetto delle norme vigenti. Il sistema degli interventi a verde previsti ha nella riduzione dell'impatto acustico un'esternalità positiva rilevante, soprattutto nelle zone in cui il tracciato è più vicino al sistema insediativo.

La capacità delle barriere verdi di ridurre il rumore è relativamente bassa e dipende dalla disposizione geometrica degli alberi e dalle loro caratteristiche vegetazionali (compattezza e persistenza degli apparati fogliari) e varia tra 0,1dB/m (200-400 Hz) e 0,2 dB/m (3200-6400 Hz). (Bernatsky, Robinette). Per avere risultati significativi, nell'ordine di una riduzione di 5-10 dB, è necessario realizzare barriere compatte di dimensione di 50-100 metri. Il controllo acustico con elementi vegetali appare una via non praticabile vista l'esiguità dei suoli a disposizione, a causa delle caratteristiche del territorio, fortemente antropizzato.



Barriere caratteristiche in cristallo e metallo

Barriere fonoassorbenti

La scelta delle dimensioni è strettamente legata a motivi funzionali: condizioni fondamentali sono la lunghezza e soprattutto la continuità, per evitare "perdite" acustiche; lo spessore è legato al tipo di materiale e al grado di efficacia che si intende raggiungere; l'altezza è legata al tipo di sorgente e alle eventuali altre funzioni della barriera, soprattutto per gli effetti visivi. Il colore è un completamento importante della barriera, giacché consente di evitare la monotonia e di attenuare l'aggressività di alcuni materiali. Mediante l'adozione di tipologie differenziate in base al contesto e alle emergenze ambientali e paesaggistiche, si è privilegiato l'impiego di tipologie tamponate o elementi trasparenti capaci di garantire la non opposizione visuale. Le tipologie in cristallo sono

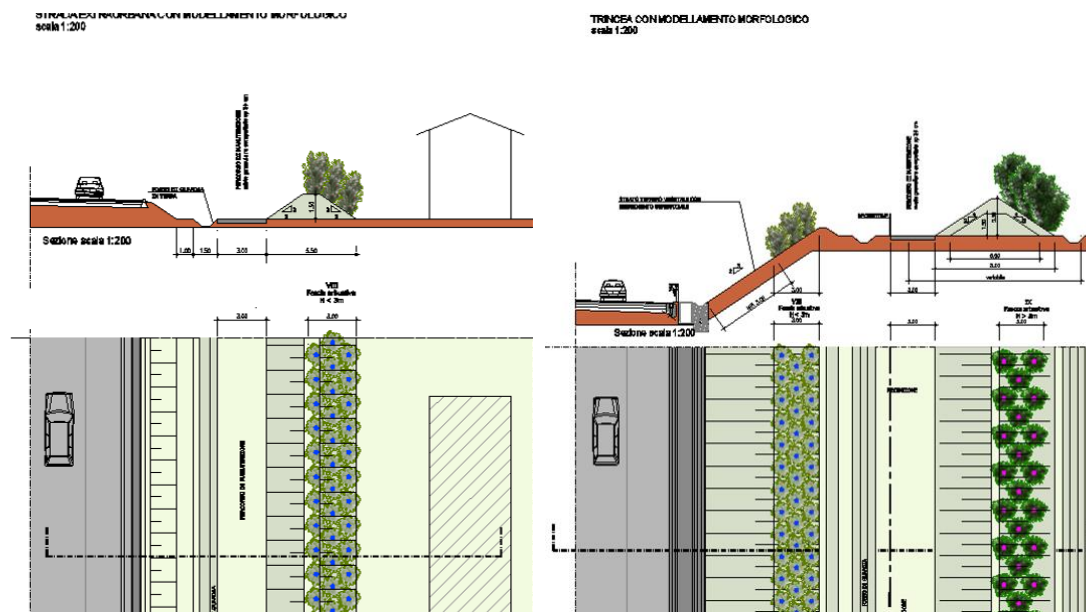
state previste in funzione delle sequenze visuali (attraversamento in viadotto di aree protette) e in prossimità di centri abitati con tracciato in rilevato, ai fini della riduzione del cono d'ombra prodotto. Gli altri pannelli, in metallo, sono stati pensati con trattamento equivalente sulle due superfici e sono stati prescelti per le loro caratteristiche di neutralità rispetto alle diversità dei contesti urbanizzati ed agricoli. Si veda a questo proposito la "Relazione generale acustica".

Tratte: Principali e opere connesse.

Dune antirumore

In relazione alle fasce di riconnessione ecologica per il miglioramento dell'effetto tampone si è previsto l'utilizzo di duna lineare a prato di altezza 2,5 mt coperta verso lo spazio aperto da fascia arboreo/arbustiva di dimensioni di 3/6 mt. (collegamento vegetazionale). L'effetto fonoassorbente è legato alla sua vicinanza diretta alla sede stradale.

Ambito: Agricolo - periurbano



Tratte: Principali e opere connesse

4.1.2 Impatto sulla qualità dell'aria – captazione, assorbimento, dispersione degli inquinanti

Le concentrazioni di inquinanti sono legate alla geometria del tracciato (rilevato, viadotto, trincea e sottopasso) e alla presenza di barriere fonoassorbenti che ne ostacolano la dispersione. Le situazioni maggiormente critiche sono gli svincoli e gli imbocchi delle gallerie ove si accumula il carico inquinante per effetto di "tunneling" dovuto all'incanalarsi dei moti d'aria. Tale effetto negativo è agevolato dalla presenza delle barriere fonoassorbenti che ostacolano il fenomeno di dispersione degli inquinanti.

Attraverso l'utilizzo di masse vegetali è possibile esercitare azioni per controllare il vento e veicolarlo orientando la sua azione alla mitigazione delle emissioni gassose, facilitandone la dispersione o il filtraggio.

La dispersione degli inquinanti è ottenuta mediante l'impiego di masse arboreo-arbustive in grado di convogliare e di aumentare la velocità del vento in aree determinate, lungo il tracciato

autostradale, al fine di favorire la formazione di moti turbolenti che rimescolino l'aria inquinata ampliando l'estensione delle aree di ricaduta e diminuendone la concentrazione.

La vegetazione svolge importanti funzioni di miglioramento della qualità dell'aria, fungendo da elemento filtrante di polveri e sostanze gassose, e costituendo passivamente un prezioso rilevatore della loro presenza. Un primo effetto è riferibile alla riduzione dei movimenti di aria che favorisce la caduta a terra delle particelle inquinanti sospese. Un secondo effetto, relativamente più importante, è riconducibile alla immobilizzazione più o meno prolungata, da parte delle piante – con meccanismi fisici o biochimici – di alcuni metalli pesanti o di altri inquinanti atmosferici (Scudo, 2003; Sicurella, 2003).

La conformazione, la densità, lo spessore, la struttura verticale della massa arborea e arbustiva variano a seconda dell'effetto che si vuole provocare per mitigare l'impatto delle emissioni gassose e delle polveri, facilitandone il filtraggio o piuttosto la dispersione, grazie all'azione combinata del vento.

La forma e la struttura delle foglie e della corteccia determinano la capacità degli alberi di catturare le particelle che poi vengono dilavate dalla pioggia e diluite nel terreno (si veda cap. "Funzioni ecologico-ambientali della vegetazione").

Tabella riassuntiva effetti captazione assorbimento e regolazione climatica (fonte Land s.r.l)

L'azione svolta da un metro quadro di vegetazione in un'ora nel ridurre i principali inquinanti:

- Monossido di carbonio (CO) 2.500 µgr
- Cloro (Cl) 2.000 µgr
- Fluoro(F) 100 µgr
- Ossidi di azoto (NOx) 2.000 µgr
- Ozono (O3) 80.000 µgr
- PAN 2.000 µgr
- Anidride solforosa (SO2) 500 µgr
- Ammoniaca (NH3) 400 µgr
- Particelle 4.000 µgr

Qualità dell'aria: 1 albero assorbe 0,4 kg/anno di inquinanti atmosferici (O3, PM10, NO2, SO2, CO)

Cambiamento climatico: 1 albero assorbe 30 kg/anno di anidride carbonica

Raffrescamento estivo: 1 albero assorbe calore pari a 27 milioni di kcal/anno, pari alla potenza di 1,2 condizionatori funzionanti 24 ore su 24

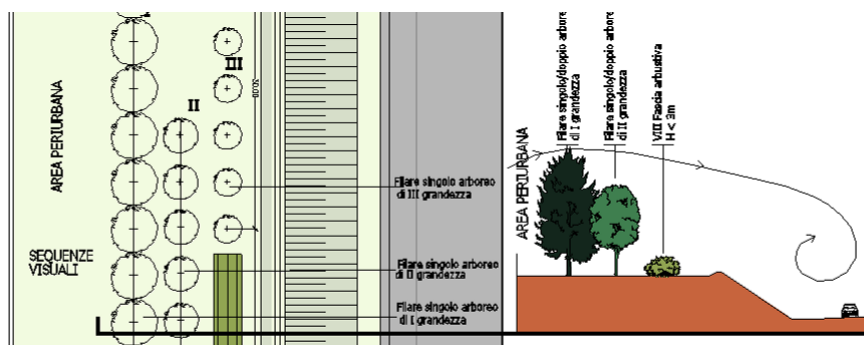
Riduzione delle spese di condizionamento fino al 30% per presenza di alberi in prossimità delle abitazioni

Barriera vegetazionale a effetto duna per la dispersione degli inquinanti

Barriera arborea/arbustiva di spessore variabile, parallela all'asse autostradale con effetto "duna". La massa arborea, con un'adeguata sezione di forma curvilinea dal lato di provenienza del vento dominante e con una geometria più rigida dal lato opposto, costituisce una barriera che modifica il flusso del vento, aumentandone la velocità alla quota superiore, inducendo un moto turbolento sulla piattaforma stradale. L'aumento della velocità determina anche una superficie più ampia di ricaduta degli inquinanti.

Ambito: Agricolo – Periurbano - Naturale

Tratte: Principali e opere connesse



Duna vegetale

Fasce tampone di captazione e assorbimento inquinanti aeriformi

Le fasce tampone sono state impiegate sia sotto forma di fasce arboreo-arbustive dim. 3/6/9 mt, sia di prati arborati. La vegetazione di larghezza variabile, localizzate il più vicino possibile alla sede stradale per sfruttarne la capacità di abbattimento delle sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera, consente di contenere le emissioni gassose e le polveri sottili in prossimità di aree sensibili come i centri abitati.

Ambito: Urbano - Periurbano

Tratte: Principali e opere connesse

Fasce arboreo arbustive su scarpata

In aree con scarsa disponibilità di terreni ai lati dell'infrastruttura in rilevato, le fasce sono rappresentate da fasce arbustive di 3/6 mt e sono state localizzate sulle scarpate stradali.

Ambito: Periurbano

Tratte: Principali e connesse

Formazioni boscate lineari tampone

Le formazioni boscate sono state impiegate a protezione delle aree naturali protette. Esse offrono una maggiore capacità di abbattimento degli inquinanti perché sommano la componente arbustiva.

Ambito: Naturale

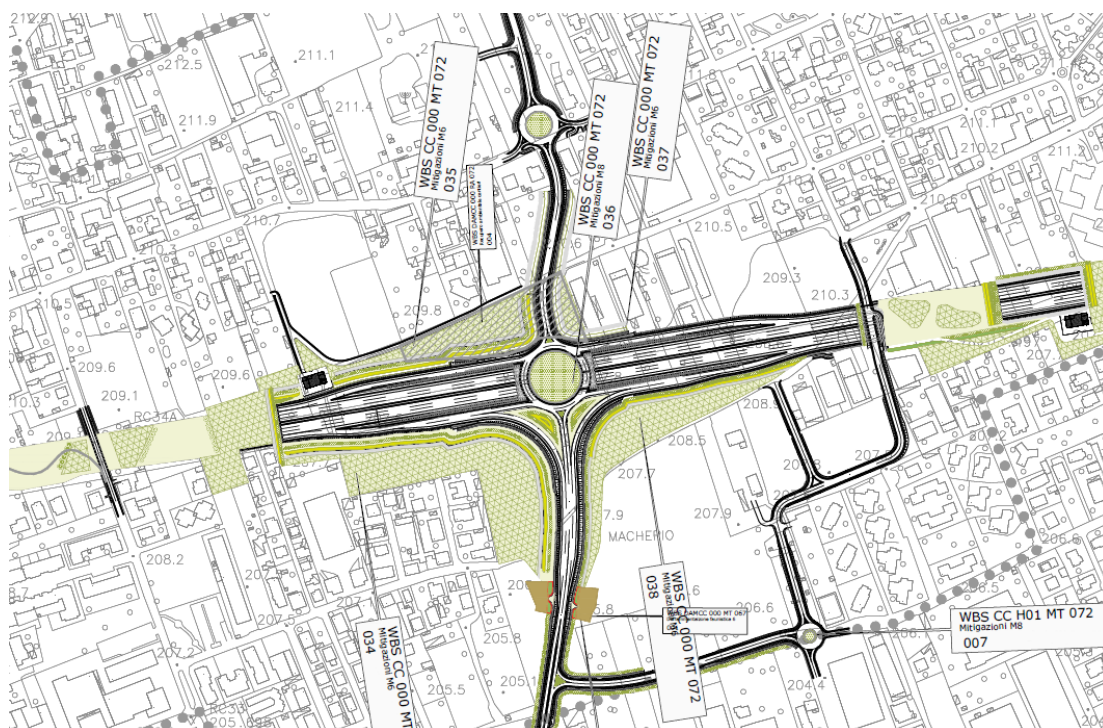
Tratte: Principali

Formazioni boscate in aree di svincolo

Intorno agli areali di svincolo si registra una maggiore concentrazione di inquinanti per il rallentamento e incolonnamento dei veicoli. La massiccia piantumazione delle aree intercluse dagli svincoli svolge un'immediata funzione di riequilibrio della qualità dell'aria. Per questo tipo di intervento sono stati privilegiati gli svincoli in aree periurbane.

Ambito: Urbano – Agricolo

Tratte: Principali



Tratta C Studio per svincolo di Macherio- Prato arborato a effetto tampone

Fasce arboreo arbustive su imbocchi di gallerie

Le altre situazioni critiche sono gli imbocchi delle gallerie ove si registra una maggiore concentrazione di carichi inquinanti. Le fasce tampone sono state sempre impiegate almeno sotto forma di fasce arboreo-arbustive dim. 3/6/9 mt sia ai fini del miglioramento della qualità dell'aria, sia per la ricongiunzione vegetazionale e per l'inserimento del manufatto nel paesaggio. Nelle aree dove gli imbocchi sono privi di vegetazione al contorno, la realizzazione di sistemi di barriere vegetali produce effetti positivi perché contribuisce ad aumentare la ventilazione, facilitando il rimescolamento degli inquinanti.

Ambito: Urbano – Agricolo

Tratte: Principali

4.1.3 *Impatto sulla qualità delle acque*

La complessa articolazione del tracciato con prevalenza di trincee comporta necessariamente difficoltà tecniche ed economiche per quanto concerne l'applicazione, sull'intero sviluppo dell'infrastruttura, di tipologie tradizionali di smaltimento di acque di dilavamento delle piattaforme autostradali. Sono stati progettati sistemi di trattamento interrati sotto la piattaforma stradale e sistemi a cielo aperto, di laminazione, che assicurano la corretta portata di smaltimento verso i ricettori (ai sensi del DCR Lombardia del 15/01/2002), il rispetto dei criteri di trattamento delle acque di prima pioggia (L.R. 62/85) e l'abbattimento significativo del carico inquinante. Le vasche a cielo aperto sono costruite in depressioni artificiali collegate alle vasche di trattamento delle acque di prima pioggia e quindi a fossi di guardia longitudinali al tracciato. Tra i sistemi previsti dal progetto idrologico per la messa in sicurezza della sede stradale, sono presenti canali di drenaggio, bacini di dispersione e vasche di fitodepurazione. Questi ultimi, anche se sono stati

trattati strettamente come canali di scolo delle acque di drenaggio, funzionali al sistema autostradale, rappresentano invece, in un pianalto principalmente asciutto, una risorsa importante ai fini ecologici per la creazione di nuove aree umide e quindi per l'attivazione di micro-ecosistemi.

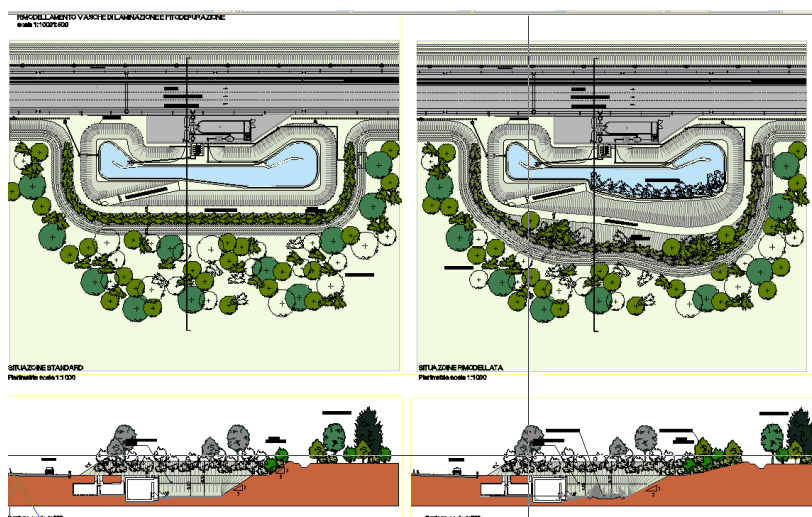
L'aspetto critico è la vicinanza alla sede stradale, fonte di inquinamento e disturbo per la fauna. I dispositivi di trattamento delle acque di drenaggio hanno come obiettivo la limitazione della impermeabilizzazione di suoli appartenenti a più bacini idrografici, e il contenimento del carico inquinante rilasciato verso sistemi naturali o agricoli.

Fasce arboreo arbustive a protezione dal rischio di sversamento.

Quale contributo di presidio agli sversamenti accidentali, il progetto ha previsto fasce tampone di separazione delle strade dai reticoli idrografici minori.

Ambito: Naturale – corpi idrici minori

Tratte: Principali e connesse



Modellazione e sistemazione a verde delle sponde delle vasche

Vasche di laminazione e vasche di fitodepurazione.

Le vasche di lagunaggio e fitodepurazione sono state trattate con apparati vegetali principalmente composti di graminacee (specie con buona capacità di trattenimento degli inquinanti nell'apparato radicale), arginelli permeabili in pietrame (rallentamento del flusso di portata) e arginelli impermeabili (settorializzazione). Le stesse vasche sono state perimetrate da sistemi vegetali lineari e da fasce arbustive di protezione delle scarpate interne, fino al bacino di allagamento.

Ambito: Agricolo, naturale

Tratte: Principali

4.1.4 Impatto visivo

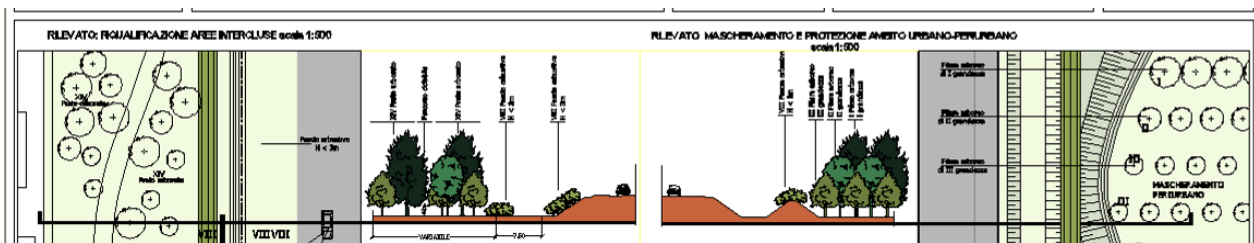
Per le tipologie di tracciato prevalentemente in trincea l'azione tipica di mascheramento verso l'infrastruttura è stata limitata alle emergenze di edificati a contatto diretto con l'infrastruttura. Le tipologie stradali prevalenti, ricavate al di sotto del piano campagna permettono di intervenire limitatamente con azioni mitigative dell'impatto visivo. Sono state limitate le barriere vegetali al solo

scopo di mitigazione visiva, per l'esigenza di mantenere i quadri percettivi del paesaggio il più possibili intatti, senza occultamento delle visuali.

Dune addossate a gallerie o muri fuori terra.

Nei tratti autostradali periurbani, in prossimità delle emergenze di muri o gallerie fuori terra, si sono adottati movimenti terra direttamente accostati ai manufatti. Essi sono stati pensati con pendenze morbide, per modulare con gradualità l'impatto con le emergenze verticali fuori terra. Tale soluzione è stata adottata dove erano disponibili aree di risulta tra l'edificato. Il sistema della duna accoppiato alle fasce arboreo arbustive permette infatti il mascheramento dell'edificato oltre che l'azione captativa delle sostanze inquinanti.

Ambito: Urbano e periurbano



Schemi di mitigazione visiva del tracciato in rilevato

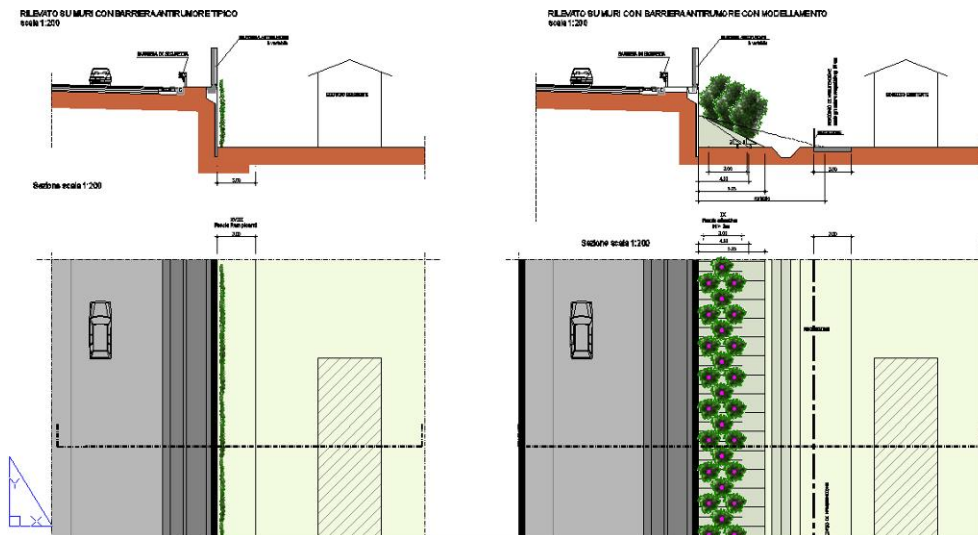
Barriere arboreo arbustive su scarpata in rilevato.

In aree con scarsa disponibilità di terreni ai lati dell'infrastruttura in rilevato, le barriere sono rappresentate da fasce arbustive di 3/6 mt e sono state localizzate sulle scarpate stradali esterne. La piantumazione è realizzata sui rilevati più alti ed è particolarmente adatta all'inserimento dell'opera all'interno dei tessuti urbanizzati.

Ambito: Urbano e periurbano

Sistemi vegetali rampicanti su muri fuori terra.

In casi limite di emergenze di muri o gallerie fuori terra con scarsissima disponibilità di terreni perimetrali, si sono adottati sistemi vegetali rampicanti con sviluppo radicale ai piedi del manufatto stradale. Tale sistema presenta delle criticità legate alla manutenzione che deve controllarne periodicamente lo sviluppo, ma permette la mitigazione avendo a disposizione fasce minime (3 mt) di terra. Esso è stato adottato principalmente su muri esposti a nord, dove le fasce arboreo arbustive hanno più difficoltà di attecchimento.



Schemi di integrazione tra rampicanti e muri fuori terra

5. AMBIENTE BIOTICO

5.1 Alterazione ambienti primari

Il tracciato autostradale si sovrappone a questa rete naturale o semi-naturale composta di un insieme di fattori irripetibili, o riproducibili nel lungo periodo, che costituiscono la rete ambientale sul territorio: le terre agricole, i boschi, i corsi d'acqua, le riserve ambientali, i parchi. Il progetto di mitigazione si è posto l'obiettivo di definire azioni volte all'integrazione delle perdite irreversibili nelle aree critiche.

Le trasformazioni della struttura del paesaggio naturale indotte dall'interferenza del tracciato stradale alterano il mosaico biotico ed il suo funzionamento, non solo rispetto al problema puntuale dell'area critica individuata, ma anche modificando il funzionamento molto complesso dell'intero eco-mosaico territoriale.

Le modifiche dell'equilibrio del sistema ambiente apportate dall'infrastruttura consistono in:

- effetto di insularizzazione (impoverimento del valore biotico);
- effetto barriera (limitazione della mobilità delle specie);
- disturbo dell'ecosistema dei campi/siepi;
- limitazione della mobilità lungo le aste fluviali (impoverimento del valore biotico);
- alterazione dei microclimi (variazione di habitat);
- irrigidimento dei margini (perdita di naturalità e mobilità di specie).

Per l'attraversamento di zone boscate con formazioni d'alto fusto, si sono applicate le disposizioni previste dalla l.r. 8/1976 (art. 24). I progettisti hanno valutato sia gli effetti di impatto diretti (vegetazione rimossa), sia quelli indiretti, derivanti dalle modificazioni ambientali e microclimatiche provocate dall'apertura del tracciato.

Fasce arboreo / arbustive di riconnessione

E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

Il progetto ha previsto la creazione di un nuovo corridoio vegetazionale per compensare la rottura delle relazioni ambientali dovute al tracciato autostradale. Con questa azione si vuole ripristinare la coerenza del sistema e la mobilità delle specie, utilizzando prevalentemente il sedime dei rilevati e le aree limitrofe della strada. Ai fini della mitigazione in relazione ai diversi ambiti di vegetazione potenziale si è proposta la differenziazione delle fasce arboree e arbustive su tre diverse matrici: ambito paesaggistico, vegetazione potenziale e tipologia d'impianto. Tale aspetto oltre ad essere un chiaro indirizzo ecologico, è volto anche all'inserimento paesaggistico e quindi alla leggibilità e coerenza con il contesto.

Ambito: Naturale

Ricostruzione dei margini boscati.

La forma e le caratteristiche del margine di una macchia (come ad esempio il limite fra il bosco planiziale e i terreni agricoli o il limite fra l'argine di un corso d'acqua e una zona urbanizzata) è molto importante per mantenere il livello di naturalità della matrice. Mantenere una configurazione complessa favorisce la resilienza dell'habitat naturale a modifiche. Inoltre, il mantenimento di una "fascia di rispetto" fra il naturale e l'artificiale facilita le connessioni fra una macchia e l'altra, al contrario di conformazioni con margini rigidi, lineari e non progressivi che favoriscono la formazione di isole ecologiche povere di diversità.

Ambito: Naturale

Elementi lineari di ricucitura vegetazionale

La ricucitura è l'azione fondamentale di progetto per garantire la continuità alle matrici ambientali tagliate dal tracciato del Pedemontana. Sono stati individuati e ricollegati gli elementi vegetazionali esistenti, in corrispondenza dei punti di continuità fra i due lati del tracciato (imbocchi di gallerie artificiali). Attraverso l'intensificazione di corridoi si vuole mettere in relazione macchie non interconnesse e scarsamente collegate, al fine di massimizzare le potenzialità dei singoli elementi.

Per le aree boscate esistenti, tagliate dalle tratte principali sono state previste fasce arbustive di 3/6 mt ai fini della protezione dei nuovi margini boscati. Tale intervento permette la protezione e il movimento faunistico oltre che l'effetto tampone contro la diffusione degli inquinanti, causa di principale regressione dell'ambiente biotico.

Interventi sulla riqualificazione delle superfici boschive interferite

Nei boschi di pregio e in quelli compresi in aree protette il progetto ha previsto la riqualificazione dei lembi interferiti per una fascia di 30 mt. dal bordo autostradale. Tali interventi saranno da realizzarsi in accordo con gli enti gestori e non comporteranno l'esproprio. Per la descrizione delle caratteristiche degli interventi si rimanda al capitolo delle consociazioni vegetazionali, paragrafo "Interventi sulla riqualificazione delle superfici boschive interferite".

Ingegneria naturalistica per il consolidamento dei versanti boscati.

Al fine di minimizzare gli impatti sui sistemi ambientali e idrici attraversati dal tracciato autostradale in oggetto, sono stati previsti interventi di ingegneria naturalistica per la realizzazione di interventi di consolidamento e riqualificazione spondale in ambiente idrico (si veda progetto "Idraulica e idrologia per i corpi idrici"), ma anche di consolidamento e rinaturalizzazione dei versanti boscati,

interferiti dalle fasi di cantiere per la costruzione di imbocchi in galleria naturale. Il tipo individuato è la cordona viva adatta al consolidamento di versanti scoscesi superiori al 20%.

Ambito: Naturale

Ambiente idrico fiumi

Per gli attraversamenti dei fiumi (Olona – Lambro – Adda) il progetto ha privilegiato la protezione e il consolidamento delle componenti vegetazionali esistenti che costituiscono i presidi di naturalità di alto valore ecosistemico e di qualità del quadro percettivo d'insieme. Si sono favorite, cioè, azioni di riqualificazione e consolidamento delle componenti vegetali che ricoprono i terrazzi fluviali lungo gli assi stessi. Gli interventi in alveo sono stati dettati dalle sistemazioni idrauliche che hanno proposto anche interventi di ingegneria naturalistica ai sensi del DGR 29.02.2000, mentre le opere di mitigazione si sono rivolte alla predisposizione di elementi vegetazionali utili ai fini dell'inserimento paesaggistico e della ri-naturalizzazione della vegetazione di ripa interferita, mediante interventi di ripristino dei saliceti di ripa e delle specie erbacee igrofile.

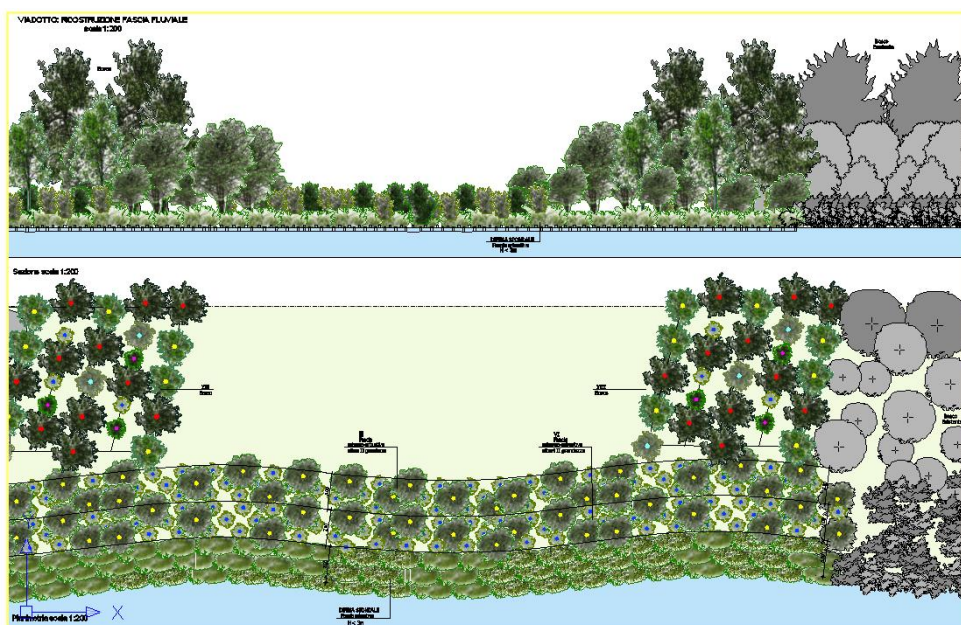
Ambito: Naturale – corpi idrici maggiori

Ambiente idrico del reticolo minore

La rete idrica e il sistema delle siepi che spesso l'affianca, sono fondamentali per la coerenza dell'intero sistema naturale. I corsi d'acqua principali e le reti di adduzione e di sgrondo dei campi formano un sistema di zone umide che hanno un importante ruolo ecologico, oltre che idraulico, che consiste nella creazione di microclimi (umidificazione dell'aria e riduzione dei salti termici) e di habitat biologici particolari per molte specie.

Il progetto ha previsto la creazione o la riqualificazione di fasce arbustive igrofile a separazione delle strade dai reticoli idrografici minori, evitando il decespugliamento dei margini, per tratti compresi tra 50 e 200 mt.

Ambito: Naturale – corpi idrici minori



Tipologico per la ricostruzione di tratto di fascia ripariale

5.2 Frammentazione habitat

Come già evidenziato, il progetto dell'asse principale della Pedemontana interseca in direzione est ovest le linee di permeabilità ecosistemica del piano alto, a mediazione tra la pianura e la fascia prealpina. Fatti salvi i tracciati delle tangenziali che interessano corridoi già ampiamente minacciati, il tracciato principale, che si sviluppa prevalentemente in trincea, pone la necessità di opere di deframmentazione ai fini della minimizzazione degli impatti prodotti sulla fauna. Gli effetti negativi dell'interruzione della continuità ambientale risultano amplificati in determinate situazioni ambientali e geomorfologiche, nei tratti in cui Pedemontana attraversa più volte diversi margini di transizione tra ambienti ad ecologia diversa (ecotoni, margini di un bosco, corsi d'acqua, ecc.). In assenza di un monitoraggio faunistico ante opera, i progettisti in fase di progetto definitivo hanno condotto diverse indagini, muovendo dalle indicazioni del SIA, il quadro RER Lombardia 2008 e i quattro Ptc provinciali. Si è giunti ad una cartografia dettagliata – alla scala del progetto esecutivo dell'infrastruttura (1:5.000) – della fascia circostante l'infrastruttura lineare che rappresentava gli spazi d'interesse faunistico e le rotte di spostamento più probabili della fauna. Sulla base di tale documento è stato possibile giungere ad individuare i punti di maggiore interferenza della strada, dove sono stati proposti gli interventi di deframmentazione che hanno orientato le opere stradali. Le deframmentazioni previste dal progetto sono frutto di mediazioni e fasi di affinamento con i progettisti stradali. Le scelte tipologiche sono andate verso la formalizzazione di opere di deframmentazione di tipo misto. La stessa carta ha consentito anche di orientare gli interventi di rafforzamento della rete ecologica e di connessione tra gli habitat di maggior interesse faunistico sia delle opere di mitigazione sia delle opere di compensazione.

I passaggi per la fauna sono manufatti artificiali di varia natura, trasversali alla sezione stradale, che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle specie animali.

Tali misure, da tempo in uso in molti paesi europei, ma ancora poco sperimentate nel nostro paese, possono essere anche strutture stradali realizzate per altre funzioni, qualora adeguatamente adattate al passaggio della fauna.

La densità di tali interventi in corrispondenza dei flussi biotici individuati è stata valutata caso per caso, secondo la situazione specifica. Le caratteristiche essenziali per l'idonea progettazione di un passaggio sono l'ubicazione, le dimensioni, il materiale di costruzione della struttura, il materiale utilizzato per la superficie di calpestio alla base della struttura di attraversamento, le misure complementari d'adeguamento degli accessi che implicano la messa a dimora di vegetazione e la collocazione di recinzioni e strutture perimetrali di "invito" per convogliare gli animali verso le imboccature dei passaggi.

Nel caso dei sottopassi deve essere invece valutata la possibilità che essi incrementino il rischio di collisione, in quanto, dopo essersi alimentati, gli animali potrebbero tentare di salire sulla carreggiata.

Dimensioni minime proposte per passaggi fauna :

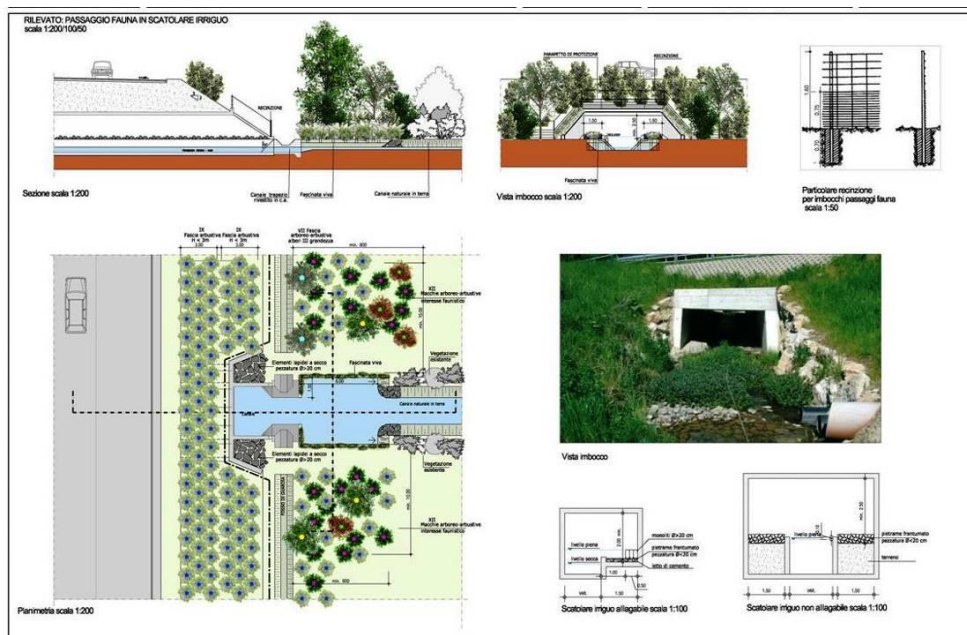
- Ecodotto o galleria naturale: larghezza minima trasversale 15 mt- rampe di raccordo in terra pendenze tra 30/40°
- Sopravia misto con viabilità locale: strada poderale + 3 mt banchina a prato oppure banchina 2mt + strada +2mt banchina (da preferirsi)
- Sopravia misto con pista ciclopedonale: pista + 2 mt di banchina a prato.
- Sottovia misto con viabilità locale: strada poderale + 3 mt banchina a prato oppure banchina 2mt + strada +2mt banchina (da preferirsi)- rampe di raccordo in terra pendenze tra 30/40°- h.> 2,50 (veicoli)

- Sottovia in affiancamento a corso d'acqua minore in scatolare: corso d'acqua + 2 metri per lato h.min 2,50 oppure diam. 2,80 con percorso alla base > 1,5 (varco libero > 2,50)
- Sottovia misto con pista ciclo pedonale pista + 2mt h.>2,50
- Sottovia faunistico puro asciutto 3mt h.> 2,50 rampe di raccordo in terra pendenze tra 30/40°
- Sottovia faunistico in scatolare irriguo (fossi): corso d'acqua + 1,5 metri per lato h.min 2,50 oppure diam. 2,80 con percorso alla base > 1,5 (varco libero > 2,50)

Deve essere inoltre considerata la possibilità che gli animali che utilizzano i passaggi siano soggetti ad una maggiore esposizione a fenomeni di predazione. In relazione alla prevalenza di tratti autostradali in trincea, sono stati favoriti i passaggi fauna in sopravvia di tipo misto: combinazione con strade e/o piste ciclopedonali di ricongiunzione podereale o locale. Tale tipologia è risultata più idonea ai fini del contenimento dei costi e nell'ottica della riconnessione e potenziamento di vaste reti di fruizione a basso impatto.

Sottovia idraulici

Essendo poco frequentate dagli uomini, queste strutture destinate all'attraversamento di corpi idrici minori intercettati dall'infrastruttura (canali irrigui, fossi, piccoli rii) sono molto adatte ad essere utilizzate come passaggio per la fauna. Per il loro adattamento ad uso faunistico si è prevista una frangia laterale secca, per permettere il passaggio della maggior parte delle specie animali e, per evitare che tutta l'ampiezza dello scatolare sia permanentemente coperta d'acqua.



Tipologico passaggio fauna

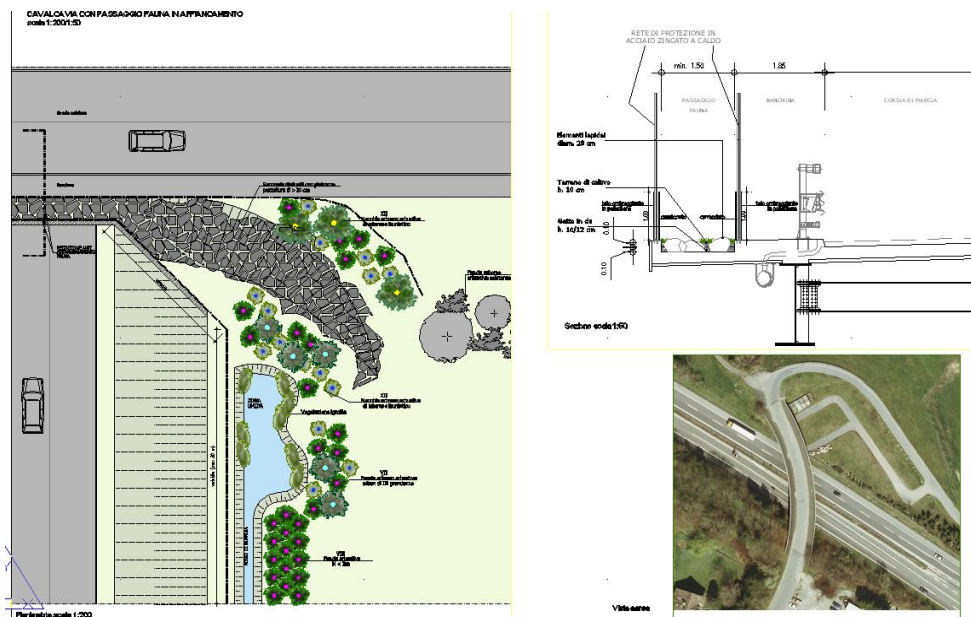
Sottovia misti

Previste in affiancamento a viabilità secondarie o poderali dove il transito è basso, queste strutture possiedono una potenziale funzione di attraversamento faunistico quando la loro ampiezza è superiore o uguale a 5 metri (per gli ungulati l'efficacia ottimale si ottiene a partire da 7 mt). Gli interventi indispensabili per il loro adattamento sono il mantenimento su entrambi i lati della strada

di frange laterali, separate dal resto della carreggiata, coperte di terra vegetale e inerbite nei tratti più vicini all'entrata, con la creazione di un invito al passaggio mediante recinzioni e impianto di vegetazione. È stato migliorato l'uso potenziale creando piste coperte da massi intasati con terreno vegetale.

Sottovia ad uso esclusivo

Gli scatolari che sono stati previsti ad uso esclusivo del passaggio di fauna, sono adatti particolare per gli ungulati ed i piccoli carnivori, che difficilmente utilizzano le tipologie precedentemente descritte. Deve essere evitato, per definizione, il passaggio di veicoli sulle piste di attraversamento o l'uso della struttura per altre attività. Il substrato è stato previsto di tipo naturale, e l'accesso allo stesso livello del piano di campagna nell'intorno, senza rampe d'accesso o di discesa.



Tipologico passaggio in sopravvia con affiancamento a strada podereale

Sovrappassi misti

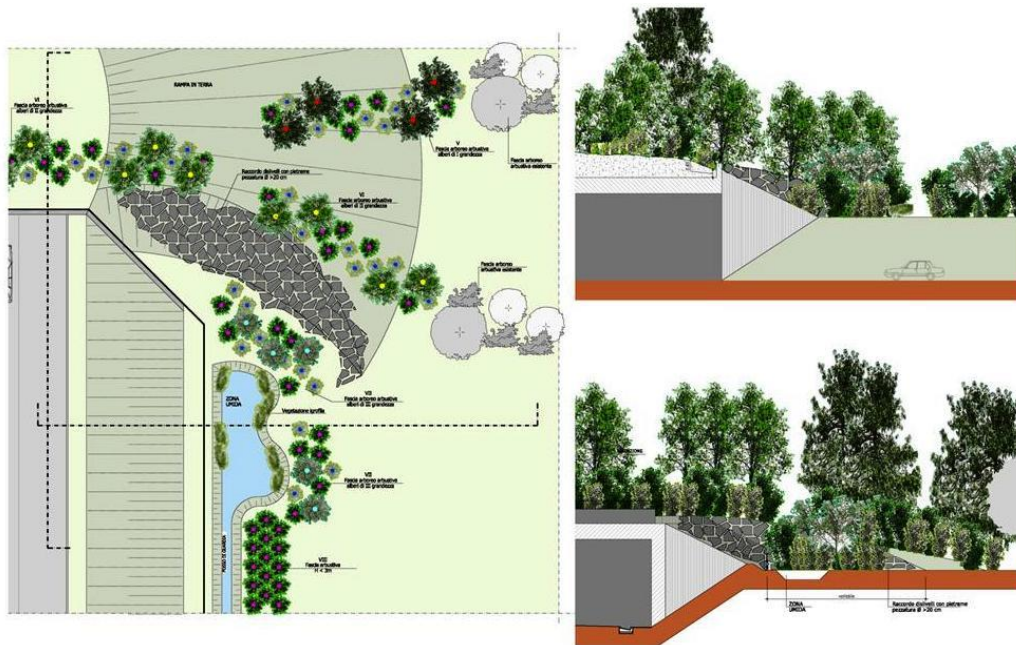
Analogamente a quanto indicato per i sottopassi stradali, anche per i sovrappassi già esistenti sono stati previsti adeguamenti per la fauna solo nel caso di piste forestali o di strade locali a bassa densità di traffico, mediante opere che impediscano agli animali di vedere le luci dei veicoli durante la notte e che creino un corridoio artificiale sufficientemente "sicuro". Gli adeguamenti consistono nell'impedire la visione dei veicoli, collocando schermi in materiale opaco (legno trattato), e nel creare un ambiente simile all'intorno, ricoprendo tutta la superficie del sovrappasso con substrato naturale. Sui lati del passaggio è stata prevista una fascia arbustiva che rende più naturale lo schermo.

Le strutture denominate "ecodotti" o "ponti-verdi", sono di dimensioni notevoli; infatti, per ottenere buoni risultati devono avere una larghezza di almeno di 15 metri o superiore. La parte centrale è a vegetazione erbacea bassa, anche con settori coperti di sabbia per incrementare il senso di sicurezza. Le fasce laterali sono vegetate con arbusti o alberi (lo strato di terreno di copertura è uguale o maggiore di 1 mt.), che mantengano una continuità con la vegetazione dell'intorno creando un margine omogeneo per struttura e composizione di specie. Agli imbocchi sarebbe

opportuno prevedere nel futuro sviluppo progettuale la creazione di piccoli cumuli di pietre o piccole pozze per incrementare al massimo la diversità di habitat.

Aree di imbocco

L'aspetto più importante per la funzionalità delle opere di deframmentazione per gli animali è costituita dalla presenza e dal riconoscimento di punti visivi (alberi, boscaglia, rive fluviali). È stato previsto che l'impianto sia denso da entrambi i lati dell'apertura, in modo che gli animali possano sentirsi protetti nel loro tragitto d'avvicinamento al passaggio. Davanti all'entrata occorre invece lasciare uno spazio assolutamente privo di vegetazione per consentire l'entrata di luce nel passaggio e permettere una buona osservazione dell'intorno.



Particolare area imbocco per deframmentazione in sovrappia.

L'allineamento di alberi e arbusti in direzione dell'ingresso contribuisce ad orientare gli animali fino al passaggio. L'impianto di specie appetibili dalla fauna o la creazione di piccole pozze derivate anche dai fossi di guardia sono accorgimenti utili ad attrarre alcune specie, in particolare nel caso dei sovrappassi. La creazione di barriere vegetali ai lati dell'imbocco è utile per impedire la visione dei veicoli o per obbligare uccelli e pipistrelli ad elevare l'altezza del volo per prevenire collisioni. Le aree di imbocco sono state definite con l'impianto di specie vegetali di richiamo faunistico (vedi capitolo delle consociazioni vegetazionali adottate) e sono state poste o ricomposte (fasce di connessione) per generare un "continuum" con le zone boscate o cespugliate presenti nelle vicinanze per limitare il più possibile gli eventi di predazione. Per ovviare al rischio di abbagliamento è sempre stata associata all'imbocco una recinzione perimetrale adeguata, formata da cannucciato infisso nel terreno e telo ombreggiante.

6. PAESAGGIO

6.1 Identità dei luoghi e qualità paesaggistica

Il progetto sarà definito seguendo le linee guida per l'esame paesistico, previsto dal DGR 8 novembre 2002 N. 7/11045, e dai Piani di sistema (volume 7) del Paesistico Regionale. Sono stati

condotti studi sulle interferenze del sistema autostradale sulla base dei “tracciati base paesistici”, per valutarne la compatibilità paesistica in relazione alle “ferrovie, autostrade, strade panoramiche, viabilità antiche” (D.C.R. n. IV/394 del 25.7.1986). Ai fini della tutela dei beni storici interferiti sono state condotte, in fase di progetto definitivo, ricognizioni puntuali dell’assetto morfologico sulla base di cartografie d’archivio IGM (attraversamento dei corpi fluviali). Sono stati individuati gli obiettivi di tutela per i tracciati e percorsi storici, i contesti ambientali (morfologici, vegetazionali o insediativi) evocativi o testimoniali della memoria storica, l’orizzonte sensibile e i singoli elementi e mete ottiche fruibili dal percorso o da punti di visuale isolati, l’inserimento in un contesto ambientale consolidato di tracciati ed elementi materiali visibili dal loro intorno.

Il progetto ha posto quindi come obiettivo il rafforzamento delle caratteristiche percettive ed ambientali del sistema paesaggistico, il recupero e la conservazione del patrimonio storico culturale e, negli ambiti più degradati, la costruzione di un nuovo paesaggio di pubblica fruizione nel quale si possa inserire, senza lacerazioni, la presenza dell’attività umana.

Ricostruzione dei quadri percettivi d’insieme

Dove il tracciato attraversa quadri d’insieme di alto valore paesaggistico, composti di rilievi orografici e /o urbanizzati rivolti verso spazi agricoli aperti, si è valutata attentamente la positura del tracciato (concorde o meno all’orografia o alla tessitura particellare) ai fini della predisposizione di interventi ad hoc di ricomposizione del paesaggio interferito. Come nel caso della tratta B2 della cascina Mirabello, della tratta C Biassono e Macherio il progetto ha previsto un sistema di interventi congiunti di mitigazione e di compensazione, non limitati alla mitigazione diretta del manufatto, ma rivolti alla contestualizzazione delle mitigazioni negli orientamenti morfologici vegetali e orografici naturali. La ricomposizione del paesaggio interferito è prevista con opere di piantumazione a intervalli di quinte arboree e macchie boscate, disposte parallelamente all’orografia, in modo sia di armonizzare la presenza dell’infrastruttura, sia di “separare” i diversi comparti di utilizzo del suolo (urbanizzato- produttivo-agricolo).

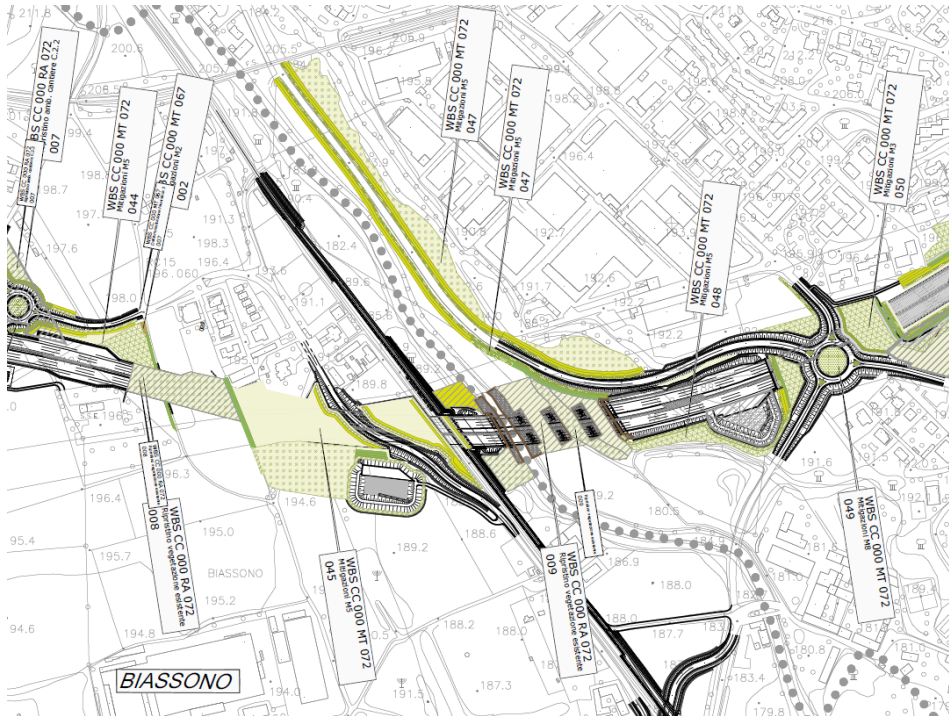
Ricostruzione della morfologia della tessitura agricola

La siepe e i campi sono gli elementi principali e non separabili della struttura paesistica del territorio, di cui costituiscono un unitario sistema ecologico. Tale sistema possiede un’elevata resilienza alle modifiche esterne. Il sistema campo/siepe possiede una più elevata capacità di recupero e una maggiore stabilità rispetto a un bosco che svolga, dal punto di vista biologico, un’analogica funzione. La struttura formata da campi e siepi è quindi una matrice paesistica molto articolata e importante per il sistema percettivo d’insieme e contribuisce al mantenimento di un paesaggio agrario coerente e a limitare la frammentazione del territorio. Per queste aree, il progetto ha valutato la necessità di ricomposizione del paesaggio attraverso elementi vegetazionali disposti secondo la tessitura e l’orografia esistente. Sono stati previsti interventi di ricomposizione mediante l’impianto vegetazionale disposto autonomamente rispetto al tracciato, ma concorde alla struttura morfologica della tessitura agricola e delle formazioni vegetali prevalenti. Tali interventi, pur assicurando localmente l’effetto tampone vegetazionale, mirano alla ricomposizione del paesaggio in accordo al quadro percettivo d’insieme.

Continuità di relazioni visive significative

A partire dai centri d’importanza paesaggistica e storico /culturale sono stati definiti interventi di consolidamento delle componenti vegetali esistenti. Ai fini della minimizzazione degli effetti sulle

visuali principali, nei punti di attraversamento dei fiumi, in fase di progetto definitivo, sono stati verificati attraverso rendering sia i risultati dell'inserimento di opere d'arte, sia gli interventi di mitigazione rivolti alla ricostruzione dei terrazzamenti boscati che costituiscono il quadro visivo sensibile.



Tratta C Studio per la ricostruzione delle fasce ripariali in attraversamento Lambro

Nella tratta della tangenziale di Varese sono stati previsti interventi di ricongiunzione vegetazionale del tratti a raso e in trincea a nord e a sud di Cantello per evitare la frammentazione verso le aree collinari boscate e interventi di forestazione a filtro anti saldatura del territorio urbanizzato per le aree intercluse.

Nella tratta della tangenziale di Como la presenza di aree collinari boscate e di ambienti umidi (Lago di Montorfano) determina valori di ricchezza paesaggistico ambientale molto elevata, saranno particolarmente curati i tratti di imbocco della galleria naturale sotto Monte Croce all'estremità meridionale del Parco di cintura metropolitana Spina Verde, così come l'inserimento dei terminali di ventilazione delle gallerie stesse.

Nella tratta B1 gli attraversamenti dei boschi di Lomazzo, interessato dallo svincolo su A9, del parco del Lura sono stati oggetto di attenta analisi per ricercare soluzioni che consentano l'eliminazione del taglio rettilineo delle aree boscate con i progettisti del General Contractor ed in ogni caso aumentando le superfici boscate.

Contestualizzazione degli imbocchi delle gallerie artificiali e naturali.

Le trincee e gli imbocchi delle gallerie sono stati valutati attentamente ai fini della loro completa armonizzazione con la morfologia esistente, mediante modellazione morbida delle scarpate e ricorrendo a pendenze molto limitate, con arrotondamenti sia in sommità sia alla base. Tali modellamenti hanno sempre previsto che le gallerie, almeno nel tratto iniziale, avessero un substrato sufficiente (1-2 mt) per permettere la sistemazione a verde arbustiva o arboreo arbustiva



Integrazione tra elementi vegetazionali ed architettonici

Contestualizzazione dei cavalcavia.

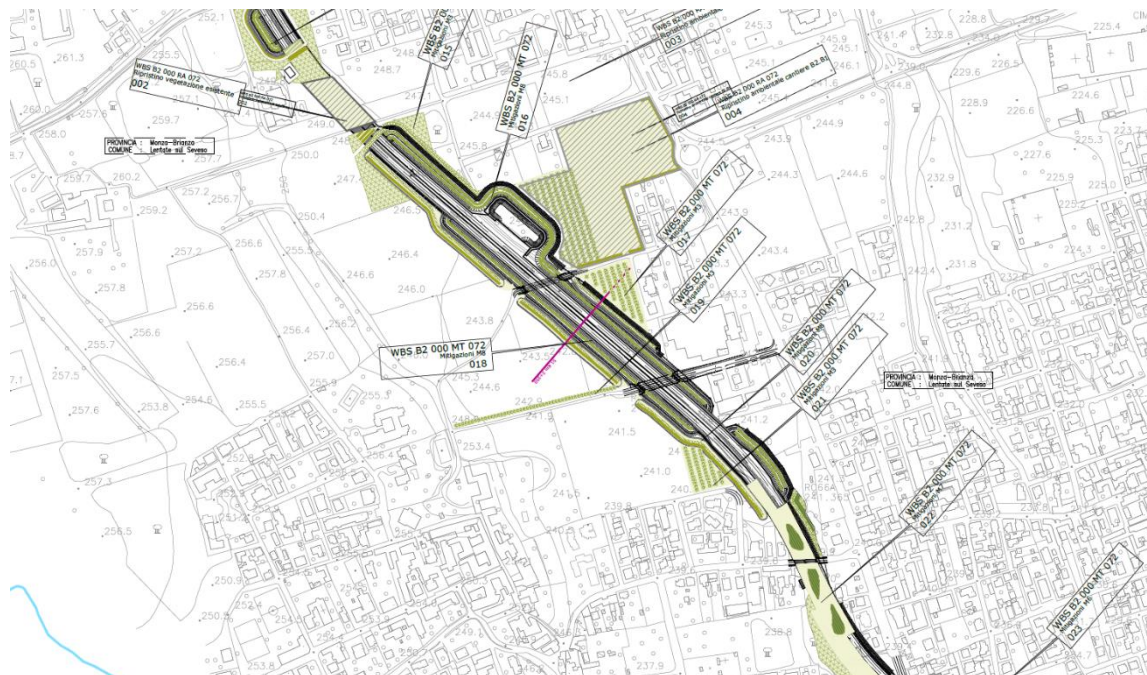
Sono stati condotti studi architettonici ad hoc per l'individuazione delle migliori soluzioni architettoniche e d'inserimento. Tali studi hanno sempre previsto l'integrazione con interventi di piantumazione delle scarpate sia interne (visuale dell'utente stradale) sia esterne (fasce polivalenti sui tratti in rilevato).

Contestualizzazione degli elementi di mitigazione acustica

In affiancamento ai sistemi fonoassorbenti si è proposto l'utilizzo di duna lineare alta 1,5 mt circ, in prossimità della barriera stessa, completata da fascia arboreo-arbustiva di dimensioni minime di 3/6 mt. Tale sistema permette sia l'azione captativa sia la mitigazione visiva per le frange urbane a diretto contatto con l'infrastruttura nei tratti in rilevato e in trincea.

Ricongiunzione dei tracciati storici di interesse territoriale

Le ricongiunzioni di tracciati di interesse storico sono state attuate mediante la creazione di gallerie autostradali. Il progetto delle mitigazioni ha previsto il consolidamento e l'ambientalizzazione di questi corridoi mediante sistemazioni a verde concordi ai criteri di continuità visiva e ricollegamento delle eventuali formazioni lineari vegetali interferite. L'obiettivo è stato il mantenimento delle caratteristiche spaziali e della vegetazione secondo le direzioni storiche preordinanti.



Tratta B2 –Ricostruzione dell’asse storico Cascina Mirabello – Villa Raimondi

7. NUOVE CENTRALITÀ

Il sistema delle compensazioni ha ampiamente affrontato la rete di connessione dei sistemi di viabilità lenta sia a scala territoriale (greenway), sia a scala locale, con le ricongiunzioni di reti locali (progetti d’area). Il progetto d’inserimento ambientale si è occupato delle occasioni date dal tracciato per la creazione di aree pubbliche sia in ambito urbano sia in ambito periurbano in diretta connessione con il sistema agricolo.

7.1 Valorizzazione del sistema delle relazioni

Il territorio attraversato dalla Pedemontana autostradale è caratterizzato da un’elevata diffusione insediativa e da una fitta rete viaria che si innesta sulle grandi radiali provenienti da Milano. La Pedemontana attraversa il territorio creando un varco tra i vari nuclei insediativi e, inevitabilmente, interseca il sistema della rete viaria esistente.

Il progetto dell’autostrada, pur prevedendo soluzioni atte a garantire la continuità funzionale della rete principale, e in parte di quella secondaria, apporta una rilevante perturbazione alle modalità di fruizione del territorio, soprattutto in ambito locale. Tale perturbazione influisce in modo rilevante sui sistemi di gravitazione dei nuclei e sulle dinamiche di sviluppo dei sistemi insediativi, determinando tensioni localizzative nelle aree che acquisiranno maggiore accessibilità grazie alla presenza dell’autostrada. Nelle aree di margine dell’urbanizzato, il sistema delle relazioni spaziali e umane subisce un mutamento che normalmente produce fenomeni di abbandono e di migrazione dai luoghi di interesse pubblico e, inversamente, la qualità complessiva del territorio può influenzare positivamente le condizioni ambientali ed il futuro dei parchi stessi.

Il progetto Pedemontana si propone di offrire alternative alle alterazioni determinate dalla presenza dell’autostrada, offrendo punti di nuova centralità sociale localizzati lungo le nuove soglie tra spazio urbanizzato e spazio aperto e tra urbanizzato e infrastruttura.

Nuove centralità

I progetti di mitigazione hanno rivolto la massima attenzione alla riqualificazione delle aree urbane e periurbane interferite dalla nuova infrastruttura. Sono stati progettati nuove aree fruibili locali, quali luoghi di ridefinizione del sistema delle relazioni sociali e più generale di offerta pubblica fruitiva. Si è puntato alla connessione diretta con i tessuti abitati e il territorio aperto, alla loro qualità compositiva, in modo da farli percepire non come spazi interclusi, ma come veri e propri luoghi di riqualificazione urbana a verde. Si è pensata la creazione di nuovi spazi come interazione (punti di accesso), ove possano arricchirsi dall'appartenenza a una rete di aree pubbliche e di nuove piste di fruizione. Aree fruibili quali nodi di nuova centralità per lo sviluppo e il potenziamento della rete fruitiva sia di collegamento i parchi (Plis – Parchi regionali), sia quali elementi di riqualificazione locale. In queste aree il progetto ha proposto scale di approfondimento maggiori (planimetrie al 1:1.000) e l'adozione di specie vegetali ornamentali con attrezzature e arredi per la fruizione pubblica.

Nella tratta C, prevista praticamente tutta in trincea o galleria artificiale, sarà studiato un progetto integrato a quello autostradale di parchi lineari, sopra le lunghe gallerie artificiali di Desio, Macherio, Biassono, attento al recupero paesaggistico/ambientale del territorio, oggi fortemente compromesso dal disordinato sviluppo insediativo,

Aree pubbliche di frangia urbana

I nuovi tracciati stradali in ambiti urbanizzati modificano sempre l'identità dei tessuti interferiti, da periferici aperti verso lo spazio aperto a aree di frangia, cinte dalla nuova infrastruttura. La dismissione di porzioni di rete viaria esistenti a favore di nuove vie ad alto scorrimento determina, in alcuni casi, la liberazione di frange urbane dall'aderenza diretta a infrastrutture viarie esistenti. Nei tratti maggiormente edificati il progetto delle mitigazioni ha previsto la continuità vegetazionale e fruitiva (parchi e giardini lineari di frangia) a ricucitura delle aree di fruizione pubblica e a potenziamento delle connessioni vegetazionali locali. In tali aree il progetto di mitigazione ha previsto principalmente la piantumazione di prati arborati disposti a macchie, piantumazioni che permettono la fruizione pubblica (sosta ombreggiata) e la definizione di una nuova soglia tra contesti d'ambito e morfologici differenti. Nella tratta B2 tra Meda e Cesano Maderno l' interramento della SS 35, trasformata in Autostrada, ha consentito la creazione sopra alle gallerie artificiali e lungo i tratti all'aperto della interconnessione delle emergenze verdi esistenti, dal Parco delle Groane, che lambisce il tratto tra Lentate e Barlassina, al Bosco delle Querce e alle aree ancora libere non aggredite dall'urbanizzazione di Seveso e Cesano Maderno, associato alla creazione di parchi urbani in corrispondenza delle zone edificate

8. IDENTITÀ DEI LUOGHI E SICUREZZA STRADALE

8.1 Valorizzazione delle soglie e delle sequenze visuali

Il dato sulla tipologia stradale in trincea (80%) ha imposto ai progettisti la necessità di pensare il progetto non solo come mitigazione dell'impatto sul paesaggio ma anche dal punto di vista della percezione interna da parte dell'utente autostradale. Non bisogna dimenticare infatti che anche il viaggio in automobile non è un'attività fine a sé stessa ma rappresenta un'occasione di percezione

del territorio, nelle sue diverse componenti naturali ed antropiche. La progettazione si è sviluppata privilegiando la caratterizzazione delle trincee naturali, dei terreni di raccordo agli imbocchi in galleria, delle piazzole di sosta e delle rotonde, facendo risaltare elementi vegetali riconoscibili da parte dell'osservatore in movimento. Gli interventi sulle trincee autostradali, sugli svincoli, sugli imbocchi in galleria, sulle rotonde sono stati pensati per permettere nella fase successiva una loro definizione in base ai criteri di riconoscibilità e di sicurezza per l'utente autostradale.

Caratterizzazione degli svincoli ed interconnessioni.

Mediante interventi di mitigazione e di riqualificazione paesaggistica, sempre differenziati, in relazione alle diverse consociazioni vegetazionali di riferimento si sono previste piantumazioni arbustive ai bordi autostradali con particolare visibilità per portamento e colore, in modo da essere "riconoscibili" dalla percezione in movimento e quindi utili anche alla sicurezza stradale. L'obiettivo è stato di "segnalare" le soglie lungo il tracciato oltre che offrire un'armonizzazione nel contesto paesaggistico.

Caratterizzazione degli imbocchi, delle trincee e delle piazzole di sosta

Sempre ai fini della riconoscibilità delle soglie e dei manufatti stradali si è pensata la sistemazione a verde degli imbocchi in galleria e delle trincee naturali in prossimità delle piazzole di sosta come elementi utili alla "segnalazione", in modo da offrire dei punti di riferimento visuali in sequenza. È stata prevista la piantumazione delle trincee con essenze arbustive che per colore o portamento potessero offrire dei punti di riferimento visuali all'utente che guida un veicolo. Le essenze sono state scelte tra le specie di tipo "ornamentale" quali "cultivar" di specie autoctone, ma comunque tutte, con caratteristiche di estrema riconoscibilità cromatica e di persistenza delle foglie.



Simulazione visuale interna con attraversamento cavalcavia



Simulazione visuale interna imbocco in galleria

Ai fini della ottimizzazione manutentiva delle trincee stradali, l'impianto arbustivo è stato programmato su telo pacciamante e su sesto d'impianto a blocco. Le specie sono state alternate per segmenti irregolari in modo da offrire una certa modulazione formale degli elementi. Sempre ai fini manutentivi, le fasce arbustive all'interno delle trincee sono state previste alla sommità delle stesse in modo da permettere le operazioni di pulizia delle sedi stradali ed evitare di innescare incendi.

Caratterizzazione delle rotonde

Sempre ai fini dell'identificazione del territorio, si è scelto di programmare la sistemazione delle rotonde di connessione secondo una differenziazione tra rotonde in zone urbane e rotonde in zone periurbane. Per questi elementi legati agli svincoli e alle strade connesse si è scelto di non attuare un disegno univoco ma di predisporre l'organizzazione dei margini e della morfologia interna in modo da permettere la loro futura sistemazione anche con l'intervento di sponsor locali. L'obiettivo è di concepire gli svincoli come biglietto da visita del paesaggio storico/ambientale e come elemento di qualità identificativa di Pedemontana Lombarda Spa.

9. AREE DI CANTIERE

9.1 Mitigazioni

Ai sensi del D.Lgs. 163/2006 e dei "Criteri ed indirizzi tecnico-progettuali per il miglioramento del rapporto fra infrastrutture stradali ed ambiente naturale" contenuto nel D.d.g. 7 maggio 2007 - n. 4517, il progetto per le mitigazione delle aree di cantiere ha condotto uno studio analitico sulle singole unità di lavorazione previste, in relazione alle criticità ambientali e paesaggistiche che esse producono. Per la visione completa degli elementi dei dispositivi di mitigazione previsti si veda il capitolo "Pianificazione dei cantieri e analisi ambientale" delle cantierizzazioni. A partire dall'individuazione della sensibilità ambientale dei siti (vicinanza con aree protette) e dalle emergenze paesaggistiche (centri abitati – quadri di qualità agricola) si sono individuati specifici interventi diretti per la riduzione degli impatti acustici e di diffusione delle polveri.

Gli interventi previsti sono principalmente formazioni di dune lineari di contenimento, risultanti da terreni di scotico superficiali e di altezza variabile dai 3 ai 5 mt. Tali dune sono state adottate sempre dove i cantieri interferiscono con aree di rilievo ambientale e con centri abitati. Le componenti arbustive in fasce di 5 mt sono state adottate per ridurre la diffusione di polveri, verso i centri abitati e a protezione/ delimitazione delle colture agricole circostanti. Nei casi in cui i cantieri operativi siano visibili da punti rialzati (colline) sono state previste barriere verdi costituite da filari di *Populus nigra italica* disposti su doppio filare alternato. Quest'ultimo intervento permette la limitazione della diffusione delle polveri e la mitigazione visiva diretta verso i centri abitati più a ridosso delle aree operative. Tali interventi sono stati definiti in collaborazione con i progettisti delle cantierizzazioni, concordando le tipologie e le localizzazioni. Sono riportati, in forma di schede, nel capitolo soprarichiamato relativo pianificazione delle cantierizzazioni.

L'utilizzo delle singole tipologie all'interno delle aree di cantiere ha seguito i parametri di seguito descritti:

- Mitigazione da polveri e rumore (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza degli abitati vicini
- Mitigazione da polveri (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza dei campi agricoli confinanti
- Mitigazione da polveri e rumore (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza dei corsi d'acqua
- Mitigazione visiva delle aree cantiere.

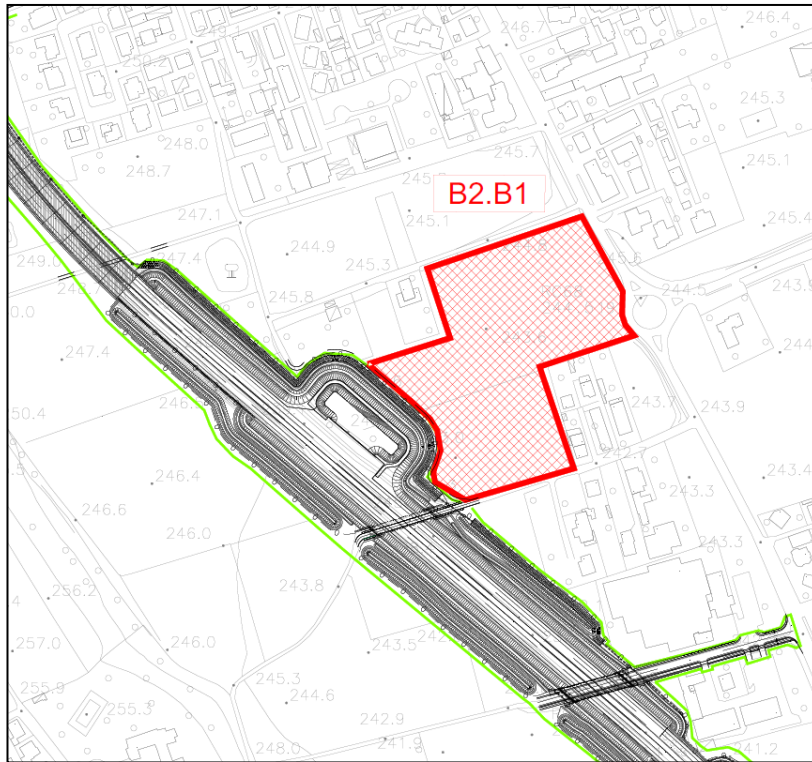
9.2 Mitigazioni ambientali cantieri oggetti di migliorie

Il presente lavoro è stato predisposto ai fini della pianificazione e progettazione del processo di coltivazione delle piante necessarie per la realizzazione delle opere a verde dei cantieri. Il progetto consiste nella coltivazione della totalità delle piante presso un vivaio attentamente selezionato e contattato. Una volta concluso il primo ciclo di coltivazione le giovani piante verranno messe a dimora in appositi vasi e continueranno le fasi di coltivazione direttamente in situ. Le piante verranno mantenute secondo quanto previsto per le opere a verde dell'intero progetto autostradale con accorgimenti maggiori e specifici che verranno descritti nel documento. Terminata la fase di cantierizzazione, le piante verranno utilizzate per la realizzazione delle opere di mitigazione e compensazione dell'opera in oggetto.

9.3 Descrizione degli interventi previsti

All'interno delle aree di cantiere è prevista la messa a dimora di specie arboree e arbustive con lo scopo di costituire opere di mitigazione dal punto di vista ambientale e paesaggistico in corso d'opera. Si prevede la realizzazione di opere di inverdimento preventivo utilizzando specie arboree e arbustive autoctone. Queste garantiscono la continuità con il contesto naturale circostante, risultano essere ben adattate alle condizioni pedo-climatiche della zona e non necessitano di particolari cure colturali in quanto presentano un'elevata rusticità.

Gli interventi previsti riguardano due aree di cantiere e più precisamente queste sono rappresentate da due campi base. Il primo, localizzato sulla Tratta B2, è identificato dal codice B2.B1 mentre il secondo, ubicato sulla Tratta C, è identificato dal codice C.B2.



Campo Base B2.B1 – Tratta B2, Comune di Lentate sul Seveso (MB).

Le piante vengono mantenute all'interno di Air-pot, particolari vasi che rendono più agevoli le fasi di coltivazione e la crescita e sviluppo delle piante. Ciò permette una netta riduzione dei costi di gestione. Il tipologico di inverdimento previsto è il "Bosco". Le superfici interessate dal posizionamento di essenze arboree e arbustive presentano un'area rispettivamente di 1152 m² e 2304 m².

9.4 Descrizione degli interventi previsti

Sulla base dell'analisi del contesto e della vegetazione reale e potenziale dell'area sono state individuate diverse essenze arboree e arbustive idonee al raggiungimento degli obiettivi del progetto.

Le specie sono state suddivise in funzione della classe di grandezza e sono state riportate di seguito:

ALBERI DI I GRANDEZZA	
<i>Quercus robur</i>	60
<i>Fraxinus excelsior</i>	36
<i>Tilia cordata</i>	18
<i>Platanus x hybrida</i>	12
<i>Quercus petraea</i>	12
<i>Ulmus minor</i>	12
ALBERI DI II GRANDEZZA	
<i>Carpinus betulus</i>	72
<i>Acer pseudoplatanus</i>	42
<i>Prunus avium</i>	42
<i>Betula pendula</i>	18

ALBERI DI III GRANDEZZA	
<i>Acer campestre</i>	24
<i>Malus sylvestris</i>	18
ARBUSTI < 3	
<i>Berberis vulgaris</i>	18
<i>Ligustrum vulgare</i>	18
<i>Euonymus europaeus</i>	12
<i>Rosa rugosa</i>	12
ARBUSTI > 3	
<i>Corylus avellana</i>	24
<i>Crataegus monogyna</i>	18
<i>Cornus mas</i>	18
TOTALE	486

10. LE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI

10.1 PREMESSA

Il tracciato autostradale in progetto interseca sia aree di interesse ambientale naturalistico ed ecologico, sia aree caratterizzate da attività antropica residenziale e produttiva. Ognuno di questi ambienti è connotato dall'esistenza di un tessuto vegetale vario e modulato non solo in virtù delle condizioni pedoclimatiche del luogo, ma anche in virtù delle puntuali e tipiche interferenze antropiche. A parità di condizioni pedoclimatiche e di conseguente potenziale *climacico*, possiamo osservare consociazioni vegetali relativamente differenti in funzione dell'ambito in cui ci troviamo: naturalistico, agricolo o periurbano e urbano. Ne consegue che il paesaggio naturalistico, il paesaggio agricolo ed il paesaggio periurbano e urbano variano in funzione delle condizioni pedoclimatiche di contorno, risultando tanto differenti quanto differente è il potenziale del comparto vegetale.

Questa realtà ha permesso di definire la metodologia di intervento nell'ambito delle opere di mitigazione e compensazione. A seguito di attento ed accurato studio delle *tipologie forestali*, così come individuati e classificati dalla Regione Lombardia (AAVV, 2002), a seguito di accurati sopralluoghi e confronti con quanto prodotto nell'ambito del SIA (Volume 3, QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE), sono state individuate quelle consociazioni vegetali in grado di esemplificare l'evoluzione dello stato di fatto verso quelle consociazioni stabili di alto valore forestale e naturalistico. In questo modo, pur riconoscendo la ricchezza e la variabilità delle *tipologie forestali* rinvenibili lungo l'intero asse autostradale in progetto, sono state individuate, come consociazioni vegetali di riferimento, quelle *tipologie forestali* generali in cui la robinia o altre specie infestanti non sono presenti. Inoltre, al fine di perseguire le finalità ornamentali di alcune aree di progetto, è stato necessario individuare delle consociazioni ad elevato valore ornamentale di immediata percezione decorativa e culturale attraverso la declinazione in chiave ornamentale di alcuni generi botanici anche rinvenibili nelle consociazioni vegetali sopraccitate.

Le consociazioni vegetali sono quindi declinate nei vari ambiti naturalistico, agricolo e periurbano e urbano attraverso un'attenta valutazione dell'eventuale variazione della distribuzione percentuale e della presenza/assenza di alcune specie. Come verrà ampiamente documentato nel corso della relazione, i vari ambiti possono caratterizzarsi e distinguersi non solo grazie ad una differente

distribuzione percentuale delle specie o grazie alla presenza/assenza delle stesse, ma anche in virtù di una successiva mirata ed attenta aggregazione dei tipologici.

10.2 FUNZIONI ECOLOGICO AMBIENTALI DELLA VEGETAZIONE

La presenza del verde all'interno del tessuto urbano e dell'articolato stradale mitiga gli effetti di degrado dovuti all'impatto delle attività antropiche. In letteratura, questi effetti positivi mitigativi vengono indicati con il termine biomitigazione (Scudo, 2003; Sicurella, 2003) e possono interessare non solo gli inquinanti atmosferici ma anche il clima di aree relativamente ampie (mesoclima) in contesti urbani e periurbani.

L'assorbimento degli inquinanti si ottiene, invece, realizzando fasce tampone in prossimità dei recettori più sensibili. Fasce di vegetazione di larghezza variabile, localizzate il più vicino possibile alla sede stradale, per sfruttarne la capacità di abbattimento delle sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera, consentono di contenere le emissioni gassose e le polveri sottili in prossimità di aree sensibili come centri abitati o aree con colture di pregio.

10.2.1 Interazione della vegetazione con gli inquinanti atmosferici

La vegetazione svolge importanti funzioni di miglioramento della qualità dell'aria fungendo da elemento filtrante di polveri e sostanze gassose, e costituendo passivamente un prezioso rilevatore della loro presenza. Un primo effetto è riferibile alla riduzione dei movimenti di aria che favorisce la caduta a terra delle particelle inquinanti sospese. Un secondo effetto, relativamente più importante, è riconducibile alla immobilizzazione più o meno prolungata da parte delle piante, con meccanismi fisici o biochimici, di alcuni metalli pesanti o di altri inquinanti atmosferici (Scudo, 2003; Sicurella, 2003). Le piante sono quindi in grado di interagire con le molecole disperse nella soluzione circolante aerea grazie, non solo ai processi di fotosintesi e respirazione ma anche tramite un processo di captazione riferibile alla capacità delle piante di catturare le impurità attraverso la loro ampia superficie di foglie e tronco e farle precipitare per dilavamento in seguito alle piogge. Come ampiamente documentato in bibliografia, gli Autori concordano sulla capacità degli alberi di contribuire alla riduzione della presenza di particolato, fumi, polveri sottili attraverso meccanismi di captazione da parte della corteccia e delle foglie. Alcune di queste molecole possono essere neutralizzate già sulla superficie esterna dei tessuti (es.: ozono, anidride solforosa), in tal caso l'efficacia della pianta dipende dall'estensione della superficie fogliare esposta (Tab.1). La capacità del bosco e delle formazioni arboreo-arbustive in genere di intercettare le polveri è dovuta principalmente alla rugosità della corteccia, allo sviluppo della chioma, alla natura delle foglie: quelle piccole, pubescenti e ruvide risultano più efficaci come anche quelle ricoperte da cere di protezione. La conformazione, la densità, lo spessore, la struttura verticale della massa arborea e arbustiva variano secondo l'effetto che si vuole provocare per mitigare l'impatto delle emissioni gassose e delle polveri facilitandone il filtraggio o piuttosto la dispersione, grazie all'azione combinata del vento. In aree metropolitane fortemente urbanizzate ogni anno gli alberi riescono ad assorbire dall'atmosfera circa 15t di monossido di carbonio (CO), 80t di biossido d'azoto (SO₂), 180t di ozono (O₃) e più di 170t di particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5}) (Lorenzini, 1983).

INQUINANTE	Q.TA' (g/m² ora)
Monossido di Carbonio (CO)	2.500
Cloro (Cl)	2.000
Fluoro (Fl)	100
Ossidi di Azoto (NO _x)	2.000
Ozono (O ₃)	80.000
Anidride Solforosa (SO ₂)	500
Ammoniaca (H ₂ NO ₄)	400

Tab.1 Riduzione degli inquinanti nell'atmosfera nell'intorno della vegetazione

Le piante, quindi, intercettando i contaminanti gassosi trasportati dal vento e prodotti dalle auto, sono in grado di ridurre il quantitativo presente nell'atmosfera. In particolare, il monossido di carbonio, il biossido d'azoto, l'anidride solforosa e l'ozono sono assorbiti dalle foglie, mentre i PM10 sono solo trattenuti dai peli e dai composti cerosi presenti sulla superficie di queste ultime o dalle rugosità della corteccia del tronco e dei rami. Come noto, nelle aree metropolitane, in prossimità di autostrade e tangenziali, è possibile riscontrare nell'aria significative quantità di PM10, ossia frazioni respirabili delle polveri da combustione che grazie al piccolo diametro (fino a 10µm) possono arrivare sino alle vie respiratorie più profonde portandosi dietro sostanze altamente inquinanti e spesso cancerogene. Un'azione di contenimento nella loro diffusione nella soluzione circolante gassosa, non può, quindi, che migliorare la qualità dell'aria. Alcuni Autori affermano che le specie sempreverdi, in virtù della cerosità laminare e della persistenza delle foglie, là dove sia possibile la loro coltivazione con successo, permettono di abbattere il contenuto di polveri sottili in modo molto più efficace di generiche caducifoglie.

È stata, infatti, registrata una diminuzione delle polveri nell'atmosfera pari al 38-42% per opera delle piante sempreverdi, e pari al 27-30% da parte delle specie decidue. Si ritiene, tuttavia, che complessivamente, l'azione 'filtro' possa raggiungere valori variabili di 200-1000 Kg/ha (Bellomo, 1997; Scudo, 2003; Sicurella, 2003). Oltre a quanto precedentemente indicato le piante assumono anche una funzione molto importante nell'assorbimento della CO₂ presente nell'atmosfera che viene prodotta principalmente dalla combustione di energia fossile. Ogni anno, infatti, 1 ha di bosco è in grado di assorbire in media 6t di CO₂ l'anno. Considerando una fase di crescita media di 30 anni, 1 ha di bosco creerà uno stock di CO₂ di 150t. Nello specifico, un albero genera nella sua vita l'assorbimento di 0,5-1t di CO₂ che può essere tramutata in crediti di carbonio attraverso la certificazione di un ente terzo. Le specie caducifoglie risultano relativamente più efficaci nell'assorbimento delle sostanze gassose in virtù della periodica filloptosi annuale. Tutte le piante, attraverso il processo della fotosintesi sottraggono CO₂ all'atmosfera restituendo O₂; l'ossigeno prodotto da un ettaro di bosco è però solo lo 0,03% dell'ossigeno presente in quello stesso ettaro: tale processo non appare pertanto rilevante sul meso clima locale. È rilevante, invece, in termini di sostenibilità globale o comunque di macroarea, il contributo all'assorbimento e alla conseguente riduzione della CO₂ di un ettaro di bosco. Infatti, come peraltro già sopraccitato, ma in altri termini

di quantità e di risultati scientifici, in un periodo medio di quindici anni dal suo impianto un bosco assorbe un totale di 350t di CO₂ e, giunto a maturazione, assorbe annualmente 40t di CO₂ (Smith, 1978).

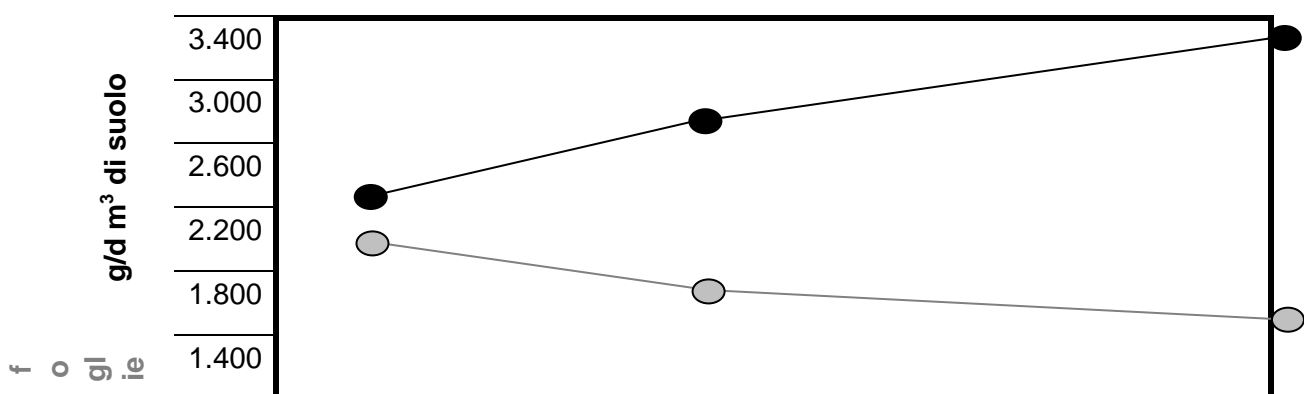
Inoltre, le formazioni arboree contribuiscono efficacemente alla riduzione dell'ozono (O₃) attraverso particolari meccanismi di assorbimento. Più autori, tra i primi Stevenson in uno studio del 1970, evidenziano come un'area boscata possa ridurre in un tempo relativamente breve (8 ore) anche dell'80% la concentrazione di ozono nella massa d'aria statica persistente sulla stessa area. Altri Autori evidenziano la capacità da parte di fasce arboree di ridurre considerevolmente le concentrazioni di SO₂ e dei composti dell'azoto (NO, NO₂, NO_x) (AAVV, 2007).

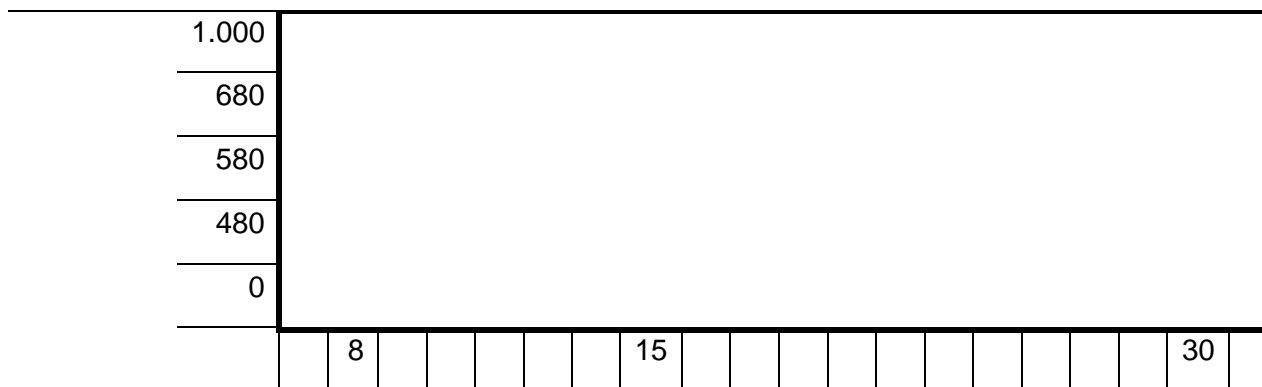
Nelle finalità ecologiche e progettuali degli interventi di mitigazione e compensazione di progetto e nella natura della presente relazione specialistica si riportano i seguenti dati medi che possono assolvere la funzione di dati esemplificativi sulla capacità potenziale di interazione della vegetazione con la soluzione circolante aerea (Scudo, 2003; Sicurella, 2003). La riduzione dei principali inquinanti, svolta in un'ora da un metro quadro di vegetazione arboreo-arbustiva sono:

- Monossido di carbonio (CO) 2.500 µg
- Cloro (Cl) 2.000 µg
- Fluoro(F) 100 µg
- Ossidi di azoto (NO_x) 2.000 µg
- Ozono (O₃) 80.000 µg
- Anidride solforosa (SO₂) 500 µg
- Ammoniaca (NH₃) 400 µg
- Particelle 4.000 µg

10.2.2 Regolazione del mesoclima

Il processo fisiologico che è alla base degli effetti della vegetazione sul meso clima è soprattutto costituito dalla traspirazione, ovvero dalla vaporizzazione dell'acqua liquida che avviene a livello dei tessuti della foglia. Come noto, tale passaggio da fase liquida a fase gassosa avviene se è disponibile una non trascurabile quantità di energia (calore latente) di 2454MJ/Kg di acqua. Già nel 1972 l'USDA Forest Service Research individuava in un albero di grandi dimensioni una potenzialità di raffreddamento dell'ambiente circostante paragonabile a quella di cinque condizionatori di media potenza in esercizio per circa 20 ore al giorno (AAVV, 1972). La traspirazione e quindi la possibilità di sottrarre calore all'aria circostante è differente in funzione della specie (Tab.2).





Tab.2 Volumi di acqua traspirati in rapporto al numero di individui/m²

Recenti studi hanno dimostrato come l'intensità della traspirazione di alcuni arbusti diffusi in ambiente mediterraneo nei mesi estivi sia compresa tra 229g e 1.686g di acqua al giorno al metro quadro di superficie fogliare. A tali valori di traspirazione corrispondono rispettivamente 133kcal e 978kcal al giorno per metro quadro di sottrazione di calore (Scudo, 2003; Sicurella, 2003).

La traspirazione è in funzione non solo della specie ma anche del contenuto idrico del substrato e della densità della chioma.

La conformazione della chioma, il portamento della specie e la sua relativa velocità di accrescimento influenzano il potenziale ombreggiante della pianta e, di conseguenza, anche la riduzione termica. Inoltre, la chioma, nel suo sviluppo tridimensionale ha una capacità insita di intercettare i raggi solari e di ridurre la quota di energia che raggiunge il terreno grazie al fenomeno della riflessione della luce: ogni corpo, in funzione della sua natura, sottoposto all'azione dei raggi solari, riceve una radiazione che in parte viene assorbita e in parte viene riflessa. Pertanto, non solo la traspirazione ma anche l'ombreggiamento e la riflessione influiscono la temperatura riferibile agli spazi prossimali alle piante. Con indagini specifiche è stato dimostrato come un'alberatura possa abbassare la temperatura della strada di circa 3-5°C (Scudo, 2003; Sicurella, 2003).

Attraverso modelli teorici americani è stato possibile calcolare che un aumento del 25% di verde pubblico residenziale permetterebbe in città campione come Phoenix e Sacramento un risparmio dell'energia necessaria per il condizionamento termico estivo rispettivamente del 25% e del 40%. Lo stesso risparmio aumenterebbe rispettivamente al 33% e 50% se il verde pubblico residenziale fosse organizzato in modo tale da favorire l'ombreggiamento delle abitazioni. Analogamente, alcuni studi hanno stimato che in Italia un aumento del 10% della superficie a verde in aree residenziali determinerebbe l'abbassamento di circa 2°C della temperatura dell'aria, con un risparmio energetico, per il raffreddamento durante l'estate, pari all'8-11% (Barbera, 1987).

11. ANALISI DELLA VUNERABILITÀ DEL TERRITORIO

Il tracciato interessa, in termini generici e medi, un territorio caratterizzato da massimi livelli di urbanizzazione e di densità insediativa. Come si evince dalle indagini specialistiche condotte nell'ambito del Quadro di Riferimento Ambientale Volume 3 del SIA, la struttura insediativa urbana del territorio interessato dall'itinerario pedemontano, tenendo conto della situazione attuale e delle dinamiche evolutive, presenta specificità riferibili all'agglomerazione metropolitana milanese, alle

conurbazioni di Varese e Como, oltre alla rete diffusa del Saronnese, del Vimercatese e dell'isola Bergamasca.

In particolare la cosiddetta 'agglomerazione metropolitana milanese' riguarda, nel caso specifico del tracciato in oggetto il territorio della Brianza milanese, compreso tra il fiume Seveso e Lambro. In questo comparto, il tracciato della Pedemontana si confronta con un'agglomerazione urbana densa e compatta, caratterizzata da una forte frammentazione di funzioni residenziali, industriali e commerciali e da un fitto reticolo infrastrutturale. Gli unici spazi aperti, riferibili a valenze ecologiche e naturalistiche, sono quelli dei Parchi delle Groane, del Parco di Monza e del Parco della Valle del Lambro, oltre a residue aree agricole periurbane, perlopiù a seminativo cerealicolo e a prato.

Questo territorio ha da tempo esaurito il processo di espansione edilizia e le dinamiche insediative sono per lo più limitate al completamento delle frange urbane e alla trasformazione delle aree costruite, in particolare le aree industriali dismesse.

Le conurbazioni di Varese e Como sono molto simili, per densità insediativa elevata, per mistione funzionale e dinamiche evolutive e di trasformazione, all'agglomerazione del nord di Milano. Gli spazi aperti sono qui relativamente più ampi; tuttavia, la loro configurazione geomorfologica (solchi fluviali, pendii) e ambientate (masse boschive, zone di interesse paesistico) li ha resi indisponibili a nuove espansioni urbane e si manifestano oggi come valenze ecologiche e naturalistiche dell'intera area.

La struttura insediativa del Vimercatese e dell'Isola Bergamasca è riconducibile alla tradizionale rete diffusa dei piccoli centri, separati tra di loro da rilevanti estensioni di territorio agricolo. Questa particolare struttura è rinvenibile nel territorio che si estende da Vimercate all'hinterland di Bergamo, con al centro il fiume Adda. In questo contesto, e in particolare negli ambiti extraurbani e negli ultimi decenni, si sono sviluppati importanti insediamenti industriali. Ne sono un esempio gli insediamenti nel Vimercatese (lungo la strada provinciale per Trezzo), nell'Isola Bergamasca e i centri direzionali di rilevanza metropolitana (Vimercate, Agrate).

Le dinamiche in atto, che vanno nella direzione di uno sviluppo insediativo diffuso sul territorio, e le previsioni di espansione contenute negli strumenti urbanistici comunali, inducono a ritenere che questi territori saranno maggiormente influenzati dalla realizzazione del sistema autostradale pedemontano, dal punto di vista delle dinamiche insediative. Ciò rende particolarmente necessarie adeguati interventi progettuali al fine di evitare che si determinino fenomeni di compromissione territoriale ed ambientale.

Questo particolare ed elevato grado di urbanizzazione, oltre alle sopraccitate dinamiche insediative ed evolutive, rendono il territorio interessato dal sistema autostradale pedemontano particolarmente sensibile e delicato dal punto di vista ambientale.

Tale condizione, in linea con quanto espresso nel Quadro di Riferimento Ambientale Volume 3 del SIA, si presenta più o meno accentuata in funzione delle parti del territorio, in relazione all'intensità dei fenomeni di urbanizzazione e alle caratteristiche quantitative e qualitative delle diverse componenti ambientali presenti. Considerando la combinazione di questi elementi (antropizzazione e valori ambientali e paesistici) è possibile esemplificare la seguente partizione del territorio in relazione al tracciato dall'autostrada in progetto.

In particolare, il tracciato autostradale principale dall'intersezione con la A9 a Dalmine A4 attraversa in senso Ovest – Est l'altipiano asciutto che si estende da Milano alle colline pedemontane. Le principali criticità d'inserimento nel territorio e nell'ambiente della nuova infrastruttura riguardano gli ambiti ad elevata urbanizzazione già precedentemente descritti (Brianza Milanese), gli attraversamenti dei solchi fluviali e torrentizi e delle loro pertinenze tra i quali Lambro, Adda e Brembo (rilevanti sotto il profilo idraulico e idrogeologico, ma soprattutto sotto il profilo ecosistemico e paesaggistico), i terrazzi fluvioglaciali a rilevante valore naturalistico (Groane e colline di Arcore) o con presenza dominante di territorio agricolo frammisto a fenomeni di urbanizzazione diffusa (fascia compresa tra Vimercate e l'Adda e tra Adda e il Brembo), gli ambiti a rilevante copertura boschiva.

Nel caso delle tangenziali di Como e Varese, il tracciato autostradale si sviluppa tra le colline e gli anfiteatri morenici che circondano le stesse città di Varese e Como e che comprendono i comuni delle conurbazioni della cintura.

In particolare, la tangenziale di Varese presenta un tracciato che si confronta con rilievi fortemente accentuati e solchi vallivi, caratterizzati da una rilevante presenza boschiva.

Al contrario, il tracciato della tangenziale di Como si snoda tra i rilievi di Casnate con Bernate, la zona periurbana pianeggiante di Como–Albate ed, infine, i rilievi boschivi del monte Tre Croci e di Montorfano, a Sud di Lipomo.

Quanto sopra riferito evidenzia come il tracciato in progetto sia particolarmente articolato e diversificato, in termini di sistemi socio-economici ed insediativi locali ed in termini di ambienti fisici e unità paesistiche. Le analisi che seguono, relative alla facies vegetazionale esistente, hanno permesso di caratterizzare ed approfondire tali diversità, con lo scopo di individuare le consociazioni vegetazionali di progetto utili per ogni singolo contesto di progetto della Pedemontana.

12. ANALISI FITOSOCIOLOGICA DELLA VEGETAZIONE ESISTENTE

L'area oggetto di disamina si sviluppa, da ovest verso est, lungo le provincie di Varese, Monza e Brianza, Como e Bergamo. In questo territorio non esistono rilievi ma incisioni di origine fluviale che, con andamento pressoché parallelo e con orientamento nord-sud, intersecano l'intera area di intervento. L'andamento nord-sud degli assi fluviali tributari del Po' hanno caratterizzato e determinato la deposizione fluvioglaciale che ha portato alla formazione di questa porzione della pianura padana e dunque anche dei complessi boscati che costituiscono l'elemento naturalistico più rilevante di tutta l'area. Tali incisioni con andamento nord-sud, a volte profonde e tali da determinare scarpate scoscese, sono varie nell'aspetto botanico non solo in virtù della differente natura del suolo ma anche in forza del mesoclima che si rivela relativamente eterogeneo. La copertura vegetale che caratterizza l'intero percorso è pertanto tipica della singola e puntuale condizione pedoclimatica.

La natura del suolo influisce notevolmente sul potenziale vegetazionale rinvenibile, in virtù non soltanto della tessitura e granulometria dello stesso ma anche in ordine della sua reazione chimica e della natura e quantità degli elementi nutritivi sia di natura organica, sia di natura minerale. Così

come emerso nell'indagine condotta nel SIA (Volume 3, quadro di riferimento ambientale), in estrema sintesi per le finalità della presente relazione specialistica, è possibile evidenziare la notevole variabilità delle coperture boscate sia in ambito naturalistico, sia agricolo, sia periurbano e urbano.

L'orizzonte epigeo esplorato dalle radici varia notevolmente in funzione della tessitura e granulometria del suolo. L'alta pianura è caratterizzata per lo più da suoli ricchi di scheletro a matrice sabbiosa, mentre sui terrazzamenti fluviali prevalgono suoli piuttosto fini, con elevate percentuali della componente limosa, con assenza quasi totale di scheletro. Ne consegue che la percolazione dell'acqua è varia, non costante: ottima sulla pianura e sui terrazzi intermedi, peggiore sui terrazzi antichi. A comprova di ciò la LCL (Land Capability Classification) che individua nella pianura occidentale aree omogenee al limite della lavorabilità in virtù dell'elevata presenza di scheletro, nelle superfici terrazzate aree omogenee con caratteristiche pedologiche atte alla maggior parte delle colture, nelle superfici terrazzate antiche aree in cui emergono episodi importanti di ristagno idrico dovuti a una non sufficiente percolazione dell'acqua. Anche la reazione del suolo varia e caratterizza il potenziale della copertura vegetale: il pH diminuisce procedendo da Ovest verso Est, da suoli decisamente acidi si passa a suoli dapprima subacidi ed infine neutri.

Il tracciato è quindi interessato da tre principali areali geologici: i pianalti a ferretto, i terrazzi recenti e la pianura.

I pianalti a ferretto sono caratterizzati da una successione dinamica della vegetazione notevolmente rallentata in virtù dell'attività antropica. La vegetazione si rivela essere di tipo oligotrofo e acidofilo in relazione al comparto degli elementi minerali ed organici presenti nel suolo ed al valore basso di pH dello stesso. In questa realtà si osserva una formazione vegetale piuttosto stabile dominata da specie afferenti alla famiglia delle Ericacee. I pianalti a ferretto sono caratterizzati dalla presenza di brughiera, di boschi acidofili e di boschi di impluvio. Le brughiere (*Cytisus hirsutus*-*Callunetum* Oberd. 64) sono qui caratterizzate dall'essere determinate principalmente dall'attività antropica, a seguito dell'abbandono di aree agricole oppure a seguito del taglio raso dei boschi. Come noto, in questo particolare contesto, la brughiera è uno stato dinamico che volge verso un bosco acidofilo. Le brughiere presenti sono principalmente da riferirsi al tipo sub continentale a *Genista* dell'Europa centrosettentrionale dove il comparto arbustivo è caratterizzato da *Genista germanica*, *G. tinctoria* e *Cytisus scoparius*. Si tratta di un tipo di vegetazione conservativa, che determina un orizzonte superficiale relativamente povero di nutrienti, che consente difficilmente l'inserimento di nuove specie. La componente arborea è per lo più sempre presente ed è rappresentata soprattutto da *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus petraea* e *Quercus robur*. I boschi acidofili (*Quercion robori-petraeae*) qui censiti sono formazioni arboree relativamente chiuse, in cui è possibile osservare ancora una facies erbacea ben sviluppata prevalentemente a *Molina arundinacea*. Come ampiamente documentato nella bibliografia specialistica, un buon esempio di questa tipologia è rappresentato dai boschi presenti nel Parco delle Groane (AAVV, 2003; E. Banfi, 1982).

La componente arborea di queste formazioni è caratterizzata da *Quercus robur*, da *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula* e dalla presenza puntuale di *Prunus serotina*. La componente arbustiva è caratterizzata dalla prevalenza di *Frangula alnus*, *Viburnum opulus* e *Corylus avellana*. I boschi di impluvio (*Alno-Fraxinion*) caratterizzano le incisioni fluviali dei terrazzamenti. In queste

particolari condizioni si osserva uno sviluppo vegetazionale fortemente definito dal gradiente idrico. Seguendo un'ipotetica curva di variazione del contenuto idrico del terreno, partendo dai boschi meso-acidofili si passa ai boschi mesofili in cui si osservano *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* e *Quercus robur*, per arrivare a boschi meso-igrofilo caratterizzati da *Quercus robur*, *Ulmus campestris* e *Alnus glutinosa*.

I terrazzi recenti e la pianura sono caratterizzati da un livello di antropizzazione molto evidente. La presenza massiva e costante di *Robinia pseudoacacia* limita la variabilità genetica potenziale e determina una diminuzione progressiva della variabilità floristica. Dall'osservazione della facies erbacea, per lo più caratterizzata da specie mesofile come *Primula vulgaris*, *Carex sylvatica*, *Galeopsis pubescens* e *Polygonatum multiflorum* si evince come la reazione del terreno sia tendenzialmente acida. Inoltre, come ampiamente documentato nella bibliografia di settore, lo status finale di questa successione dovrebbe essere rappresentato dal Poligono multifloro-Quercetum, formazione mesofila di querce relativa ai boschi della valle del Ticino, che corrisponderebbe anche al climax della Pianura Padana centro-occidentale. Come noto, le formazioni forestali caratterizzanti il Parco di Monza sono un buon esempio di formazioni boschive planiziali. Le formazioni forestali che qualificano la zona del Serraglio sono di spiccata valenza ecologica in virtù dei caratteri di naturalità, con una limitata presenza di infestanti esotiche quali *Robinia pseudoacacia* e *Prunus serotina*. Qui, le specie di maggiori dimensioni, e generalmente dominanti, sono *Quercus robur* e *Quercus petraea*, accompagnate da un'evidente presenza dell'albero di seconda grandezza *Carpinus betulus*.

L'elevato e storico disturbo antropico dell'area oggetto di disamina ha determinato l'introduzione e la successiva diffusione di alcune specie esotiche che in alcuni casi sono entrate in competizione e hanno con il tempo prevalso sulle specie tipiche degli ambienti pedoclimatici antichi. Ne è un esempio la *Robinia pseudoacacia* che, riuscendo a svilupparsi con successo in condizioni di spiccata eutrofia, si trova molto comunemente sui terrazzi più recenti, ma meno sulle superfici antiche a ferretto. Il *Pinus sylvestris*, molto probabilmente diffuso all'epoca del dominio asburgico, ha in seguito trovato nelle brughiere un ambiente idoneo ad una naturale disseminazione. Il *Prunus serotina* è una infestante di origine nordamericana in rapida espansione in alcune aree planiziali. La *Quercus rubra*, anch'essa di origine nordamericana, si è velocemente inselvatichita grazie all'abbondante produzione di ghiande fertili; il forte ombreggiamento di cui è capace, insieme alla produzione di una lettiera solo lentamente decomponibile, determina l'estromissione della flora eliofila di brughiera. Anche *Castanea sativa*, in alcuni casi, si rivela essere specie esotica, soprattutto nelle aree moreniche e collinari della Provincia di Varese e della Provincia di Como, dove oggi compare mista a *Pinus sylvestris* e *Robinia pseudoacacia*, ma dove un tempo, ampiamente coltivata, rivestiva il ruolo di importante albero da legno e da frutto.

Segue sintetica descrizione dei principali *tipologici forestali* rinvenibili lungo il tracciato, così come emerso dal SIA e da successiva attenta verifica in loco. Per ogni ed eventuali approfondimenti in materia e per gli elaborati grafici si rimanda a quanto prodotto nelle fasi di "Analisi territoriali,

paesistiche ed ambientali". Per le finalità della presente relazione specialistica, si riportano solamente quei dati ecologici e botanici che si sono dimostrati utili per la successiva esemplificazione ed individuazione delle consociazioni botaniche di riferimento in atto nelle opere di mitigazione e compensazione. Per tutte le altre informazioni di contorno si rimanda direttamente ai *tipologici forestali* della Regione Lombardia (AAVV, 2003) o della Regione Piemonte (AAVV, 1996) nel caso in cui il tipologico censito non sia stato enumerato tra quelli riportati sulla pubblicazione della Regione Lombardia.

cod.2 Tipologici forestali Regione Lombardia

12.1 *Quercu-carpineto dell'alta pianura,*

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti

POSIZIONE: pianura

REAZIONE: acida (pH medio 4,3)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Quercus robur* 5, *Carpinus betulus* 4, *Prunus serotina* 3, *Robinia pseudacacia* 2

specie minoritarie: *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Pinus sylvestris*, *Platanus hybrida*, *Tilia cordata*, *Quercus petraea*, *Quercus rubra*, *Ulmus minor*

POSSIBILI CONFUSIONI: con altri quercu-carpineti diversi per la posizione geografica (bassa pianura e colline moreniche); con il quercu-carpineto della bassa pianura diverso anche per la mancanza o scarsa presenza di altre specie diverse dalla farnia e dal carpino bianco

ALTERAZIONI ANTROPICHE: area potenziale ridotta a causa dell'urbanizzazione e dell'espansione delle terre coltivate; frequenti infiltrazioni della robinia e del ciliegio tardivo introdotte artificialmente o spontaneamente diffusi

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: a causa della difficoltà d'affermazione della rinnovazione, possibile parziale regressione della farnia a vantaggio del carpino bianco

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: facile quella agamica del carpino bianco; diffusa quella gamica della farnia

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: vari (mancanza di luce, alterazioni del bilancio idrico, patologie, ecc.) per la rinnovazione gamica della farnia che comunque, in limitata ma sufficiente quantità, riesce ad affermarsi

disturbo: talvolta calpestio

tolleranza copertura: molto lunga per il carpino bianco, non più di un quinquennio per la farnia

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: moderati disseccamenti delle chiome

patologie: marciumi radicali

attacchi di insetti: fillofagi (*Thaumetopoea processionea*, *Lymantria dispar*, *Tortrix viridiana*) sulle querce

TEMPO DI PERMANENZA (ANNI):

funzionale provvisorio: 200

fitosanitario: 150 (deperimento, marciumi radicali)

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: INTERVENTI di limitata intensità portano ad una progressiva riduzione della farnia per mancanza di rinnovazione; costante pericolo d'invasione della robinia a seguito del taglio

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: per favorire la rinnovazione gamica della farnia può essere necessario creare condizioni di primitività (lavorazione superficiale) del suolo o mantenere "sempre primitivo" il sistema (fustaia chiara)

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: pregio tipologico-vegetazionale; la conservazione è favorita dal mantenimento di un'ordinaria gestione selvicolturale

12.2 Quercete di rovere e/o farnia delle cerche moreniche occidentali

cod.6 Tipologici forestali Regione Lombardia

Querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali, pianiziale, basale, macrotermo, substrati sciolti, suoli mesici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura, pianalti

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti

POSIZIONE: deposito morenico

REAZIONE: acida (pH medio 4,3)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Castanea sativa* 3, *Quercus robur* 3, *Quercus petraea* 2, *Pinus sylvestris* 2, *Robinia pseudacacia* 2

specie minoritarie: *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Quercus rubra*, *TiliaXvulgaris*

specie occasionali: *Erica arborea*, *Fagus sylvatica*

POSSIBILI CONFUSIONI: con variante con farnia del castagneto delle cerchie moreniche occidentali diverso per la prevalenza del castagno; con querceto di rovere e/o farnia del pianalto diverso per posizione (pianura) e per caratteristiche del suolo; con pineta di pino silvestre planiziale diversa per la netta prevalenza del pino silvestre

ALTERAZIONI ANTROPICHE: diffusione o invasioni di *Prunus serotina* e di robinia

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: stabile; possibile regressione del castagno

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: diffusa, abbondante soprattutto quella del castagno

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: eccessiva copertura

disturbo: nessuno

resistenza copertura: limitata per tutte le specie

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: modesti disseccamenti delle chiome

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: 200

fitosanitario: 150 (deperimento)

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: la ceduzione della robinia può pregiudicare la rinnovazione gamica delle querce

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: sospensione del taglio della robinia o allungamento dei turni del ceduo con successivo rilascio di un elevato numero di matricine e di tutti i soggetti diversi dalla robinia

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: pregio tipologico-vegetazionale; la conservazione è favorita dal mantenimento di un'ordinaria gestione selvicolturale che non preveda la ceduzione della robinia

12.3 Quercete di rovere e/o farnia del pianalto

cod.7 Tipologici forestali Regione Lombardia

Querceto di rovere e/o farnia del pianalto, planiziale, basale, macrotermo, substrati sciolti, suoli mesici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti

POSIZIONE: pianura alluvionale, pianura pedemontana

REAZIONE: acida (pH medio 3,7)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Quercus petraea* 5, *Quercus robur* 4, *Castanea sativa* 3, *Betula pendula* 2, *Pinus sylvestris* 2, *Robinia pseudacacia* 2, *Alnus glutinosa* 2, *Carpinus betulus* + (var.)

specie minoritarie: *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus* sp., *Platanus hybrida*, *Prunus avium*, *Prunus serotina*, *Quercus rubra*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*

VARIANTI: con carpino bianco

POSSIBILI CONFUSIONI: con il querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali diverso per posizione (depositi morenici) e per caratteristiche del suolo; con pineta di pino silvestre planiziale diversa per la netta prevalenza del pino silvestre

ALTERAZIONI ANTROPICHE: frequenti incendi; diffusione artificiale e spontanea di specie esotiche (conifere e latifoglie)

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: stabile

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: diffusa quella delle latifoglie

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: difficile quella delle querce e del castagno, spesso per competizione di specie arbustive o arboree per lo più esotiche

disturbo: incendi

resistenza copertura: non più di un quinquennio

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: disseccamento precoce chiome nella farnia

patologie: ceppi normali e anormali (virulenza ridotta) del cancro sul castagno

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: 200

fitosanitario: 130 (deperimento)

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: a seguito dei tagli, se la robinia non è invecchiata, potrebbe esserci un forte riscoppio delle ceppaie di questa specie con intensa produzione di polloni che potrebbero limitare la rinnovazione delle querce

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: al momento opportuno: tagli successivi con breve periodo di rinnovazione

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: formazione potenzialmente dotata di pregio tipologico-vegetazionale che può essere recuperata o valorizzata con specifici interventi colturali

12.4 Castagneto delle cerchie moreniche occidentali

cod.19 Tipologici forestali Regione Lombardia

Castagneto delle cerchie moreniche occidentali, planiziale, submontano, macrotermo, substrati sciolti, suoli mesici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura, avanalpica

DISTRETTO GEOTANICO: alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi

POSIZIONE: medio versante, basso versante, forme dolci ondulate

REAZIONE: acida (pH medio 4,1)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Castanea sativa* 5, *Pinus sylvestris* 2, *Robinia pseudacacia* 2, *Quercus robur* 2 (var.)

specie minoritarie: *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Prunus serotina*, *Ulmus minor*

specie occasionali: *Quercus rubra*, *Tilia Xvulgaris*

VARIANTI: con farnia

POSSIBILI CONFUSIONI: con castagneto di falda detritica diverso per il tipo di suolo detritico; var. con farnia con querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali diverso per la prevalenza delle querce; con pineta di pino silvestre planiziale diversa per la netta prevalenza del pino silvestre

ALTERAZIONI ANTROPICHE: introduzione di specie esotiche

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: soprattutto a causa delle fitopatie può avvenire una rapida evoluzione verso il querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali a condizione che non vi sia la competizione esercitata dalla robinia

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: facile e abbondante quella agamica; sufficiente e sparsa, pure sotto copertura, quella gamica anche del castagno

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: quella gamica, se sotto copertura, risente, se non rapidamente liberata, della competizione; eventuali difficoltà d'affermazione si hanno in presenza di una forte presenza di robinia ordinariamente cedua.

disturbo: la ceduzione può limitare la partecipazione delle specie diverse dal castagno; incendi

tolleranza copertura: non oltre un decennio

STATO VEGETATIVO

patologie: frequenti ceppi normali del cancro del castagno

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: n.d.

fitosanitario: n.d.

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: la ceduzione rende la formazione stabile per la notevole competitività del castagno

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: in presenza della robinia, per favorire la diffusione di specie diverse, può essere opportuno o non tagliarla o allungare i turni e al momento del taglio rilasciare tutti gli individui di specie diverse che si sono progressivamente insediati

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: nessuna emergenza significativa

12.5 Orno-ostrieto primitivo di forra

cod.26 Tipologici forestali Regione Lombardia

Orno-ostrieto primitivo di forra, esalpico, submontano, macrotermo, substrati calcarei e dolomitici massicci, suoli xerici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: esalpica centro-orientale esterna

DISTRETTO GEOBOTANICO: Camuno-Caffarense, prealpino orientale, benacense

GRUPPO DI SUBSTRATI: calcarei e dolomitici massicci, calcarei alterabili

POSIZIONE: forra

REAZIONE: basica (pH medio 8,0)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Ostrya carpinifolia* 3

specie minoritarie: *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus ornus*, *Pinus sylvestris*, *Sorbus aria*, *Taxus baccata*, *Tilia platyphyllos*

specie occasionali: *Cotinus coggygria*, *Picea excelsa*, *Quercus petraea*,

POSSIBILI CONFUSIONI: con altri orno-ostrieti diversi per la posizione (non di forra)

ALTERAZIONI ANTROPICHE: nessuna

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: stabile; stadio durevole per condizionamento edafico

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: scarsa ma sufficiente, concentrata nelle microstazioni favorevoli

fattori limitanti l'insediamento: acclività e rocciosità

fattori limitanti l'affermazione: stress idrici

disturbo: nessuno

tolleranza copertura: n.d.

STATO VEGETATIVO:

patologie: nessuna alterazione significativa

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: n.d.

fitosanitario: n.d.

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: n.d.

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: non necessari

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: nessuna emergenza significativa; di un certo pregio la presenza di esemplari di tasso

12.6 *Aceri-frassineti tipico*

cod.31 Tipologici forestali Regione Lombardia

Aceri-frassineto tipico, submontano-montano, mesotermo, substrati sciolti, suoli mesici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: esalpica centro-orientale esterna, mesalpica, esalpica occidentale interna, avanalpica, alta pianura

DISTRETTO GEOBOTANICO: Valtellinese, Sud-Orobico, Camuno-Caffarense, Prealpino occidentale, Benacense, Alta pianura diluviale occidentale, Prealpino orientale, Alto Verbano, Basso Verbano-Ceresio-ovest e est Lario, Chiavennasco

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, terrigeno-scistosi, arenaceo-marnosi, calcarei alterabili, scistosi, calcarei e dolomitici massicci

POSIZIONE: impluvio, medio versante, basso versante, conoide alluvionale, versante terrazzato, dorsale-alto versante, forme dolci ondulate

REAZIONE: acida (pH medio 5,0)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Acer pseudoplatanus* 3, *Fraxinus excelsior* 3, *Tilia cordata* 2 (var.), *Ulmus glabra* 2, *Ilex aquifolium* 1 (var.), *Alnus glutinosa* 1 (var.), *Carpinus betulus* 1 (var.), *Quercus petraea* 1 (var.)

specie minoritarie: *Abies alba*, *Alnus incana*, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus ornus*, *Laburnum anagyroides*, *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Robinia pseudacacia*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*, *Tilia platyphyllos*

specie occasionali: *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Ostrya carpinifolia*, *Picea excelsa*, *Platanus hybrida*, *Quercus robur*

VARIANTI: ad agrifoglio, con carpino bianco, con ontano nero, con rovere, con tigli

POSSIBILI CONFUSIONI: con aceri-tiglieto diverso per la netta dominanza dei tigli; con aceri-frassineto con ontano bianco diverso per la consistente presenza dell'ontano bianco; con altri aceri-frassineti diversi per buona partecipazione anche di altre specie diverse dal frassino maggiore e dall'acero montano

ALTERAZIONI ANTROPICHE: l'area potenziale dell'unità era in passato spesso occupata dalla castanicoltura da frutto

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: stabile; nei processi di ricolonizzazione il frassino tende a prevalere o ad essere esclusivo

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: facile e abbondante sia quella agamica che quella gamica, scarsa sotto copertura

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: nessuno; sotto copertura: mancanza di luce

disturbo: le specie che si rinnovano più facilmente per via agamica possono prendere il sopravvento sulle altre

tolleranza copertura: oltre un decennio

STATO VEGETATIVO: nessuna alterazione significativa

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: 200

tecnologico: 70 (cuore nero)

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: nessuna

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: non necessari

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI:

nessuna emergenza significativa; var. *ad agrifoglio*: pregio tipologico-vegetazionale; la conservazione è favorita dal mantenimento di un'ordinaria gestione selvicolturale attenta a lasciare negli interventi l'elemento di pregio

12.7 Pineta di pino silvestre planiziale

cod.56 Tipologici forestali Regione Lombardia

Pineta di pino silvestre planiziale, basale, macroterma, substrati sciolti, suoli xerici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: pianalti, alta pianura, avanalpica

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi

POSIZIONE: pianura alluvionale, pianura pedemontana, medio versante, dorsale-alto versante, fornici dolci ondulate

REAZIONE: acida (pH medio 5,0)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Pinus sylvestris* 5, *Castanea sativa* 4, *Quercus petraea* 2

specie minoritarie: *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Prunus serotina*, *Quercus robur*, *Quercus pubescens*, *Robinia pseudacacia*

POSSIBILI CONFUSIONI: con querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali, con querceto di rovere e/o farnia del pianalto e con castagneto delle cerchie moreniche occidentali diversi per la netta prevalenza delle querce o del castagno

ALTERAZIONI ANTROPICHE: diffusione favorita da impianti artificiali, successivamente più o meno spontaneamente conservati dal frequente ricorrere degli incendi

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: evoluzione relativamente rapida, in mancanza di disturbi, verso il querceto di rovere e/o farnia del pianalto o, in presenza di molto castagno, verso una fase relativamente lunga di castagneto

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: facile e abbondante su suolo smosso o a seguito del passaggio del fuoco se non troppo esteso o nelle chiarie; scarsa in presenza di un'elevata copertura dello strato erbaceo; quella di castagno o rovere si concentra soprattutto sotto copertura verso i margini del bosco

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: sotto copertura: eccessiva competizione (idrica) delle specie erbacee o arbustive

disturbo: calpestio

tolleranza copertura: molto ridotta quella del pino, non oltre un quinquennio quella delle latifoglie

STATO VEGETATIVO

patologie: talvolta ceppi normali o anormali di cancro sul castagno

attacchi di insetti: raramente fillofagi (*Thaumetopoea pityocampa*)

danni antropogeni: incendi

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: 200

fitosanitario: 120 (sradicamento)

12.8 Alneto di ontano d'impluvio

cod.79 Tipologici forestali Regione Lombardia

Alneto di ontano d'impluvio, avanalpico, basale, submontano, substrati sciolti, suoli mesoidrici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: avanalpica, esalpica centro-orientale esterna, alta pianura, mesalpica, appenninica

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale, prealpino orientale, sud-Orobico, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi

POSIZIONE: impluvio, pianura pedemontana, pianura intravalliva, basso versante, alveo fluviale o torrentizio largo, forme dolci ondulate, solco fluviale, pianura alluvionale

REAZIONE: sub-acida (pH medio 6,2)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Alnus glutinosa* 5, *Corylus avellana* 2

specie minoritarie: *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Platanus hybrida*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba*, *Salix caprea*, *Ulmus minor*

POSSIBILI CONFUSIONI: con alneto di ontano nero tipico diverso per la regione forestale (planiziale); con alneto di ontano nero perilacustre diverso per la stazione perilacustre

ALTERAZIONI ANTROPICHE: spesso sostituito da prati e pascoli di bassa

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: relativamente stabile con possibili lente evoluzioni a seconda della quantità di specie minoritarie presenti

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: diffusa sia quella agamica e sia quella gamica dell'ontano; difficile quella delle altre specie

fattori limitanti l'insediamento: nessuno

fattori limitanti l'affermazione: nessuno per quella dell'ontano; eccessiva copertura per quella delle altre specie

disturbo: nessuno

resistenza copertura: n.d.

STATO VEGETATIVO

nessuna alterazione significativa

TEMPO DI PERMANENZA (anni):

funzionale provvisorio: n.d.

fitosanitario: n.d.

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: la ceduzione può ulteriormente rallentare l'evoluzione verso altre cenosi

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: non necessari

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: pregio tipologico-vegetazionale; la conservazione è favorita dal mantenimento di un'ordinaria gestione selvicolturale

12.9 Robinieto puro

cod.84 Tipologici forestali Regione Lombardia

Robinieto puro, planiziale, submontano, macrotermo, substrati sciolti, suoli mesici
Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura, esalpica centro-orientale esterna, avanalpica, esalpica occidentale interna, mesalpica, bassa pianura, pianalti

DISTRETTO GEOBOTANICO: prealpino occidentale, bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale orientale, Valtellinese

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi, scistosi

POSIZIONE: prealpino occidentale, bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale orientale, Valtellinese

REAZIONE: acida (pH medio 4,4)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Robinia pseudacacia* 5, *Sambucus nigra* 2

specie minoritarie: *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Ailanthus altissima*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Juglans regia*, *Larix decidua*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus sylvestris*, *Populus nigra*, *Prunus avium*, *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*

POSSIBILI CONFUSIONI: con robinieto misto diverso per la presenza con copertura maggiore di 2 anche di altre specie diverse dalla robinia

ALTERAZIONI ANTROPICHE: formazione di origine antropica anche se successivamente diffusasi spontaneamente

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: stabile, almeno nel medio periodo

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: estremamente facile quella agamica (soprattutto per polloni radicali); relativamente difficile quella gamica

fattori limitanti l'insediamento: difficile germinabilità del seme

fattori limitanti l'affermazione: carenze di luce

disturbo: nessuno

tolleranza copertura: molto limitata

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: disseccamento chioma nei soggetti con età oltre i 30 anni

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: la ceduzione favorisce l'attuale composizione tendendo ad espandere spazialmente la formazione

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: decisamente sconsigliati

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: nessuna emergenza significativa

12.10 Robinieto misto

cod.85 Tipologici forestali Regione Lombardia

Robinieto misto, planiziale, submontano, macrotermo, substrati sciolti, suoli mesici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: alta pianura, esalpica centro-orientale esterna, avanalpica, esalpica occidentale interna, appenninica, mesalpica, bassa pianura, pianalti

DISTRETTO GEOBOTANICO: alta pianura diluviale occidentale, Camuno-Caffarense, alta pianura diluviale centrale, alta pianura diluviale orientale, Valtellinese, prealpino orientale, prealpino occidentale, oltrepò Pavese collinare, basso Verbano-Ceresio-ovest e est Lario, alto Verbano, Chiavennasco, bassa pianura alluvionale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi, calcarei alterabili, terrigeno-scistosi

POSIZIONE: basso versante, medio versante, pianura intravalliva, pianura alluvionale, conoide alluvionale, forme dolci ondulate, deposito morenico, versante terrazzato

REAZIONE: sub-acida (pH medio 6,3)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE ATTUALE STRATO ARBOREO

specie principali: *Robinia pseudacacia* 4, *Quercus pubescens* 3, *Prunus serotina* 3, *Corylus avellana* 3, *Celtis australis* 2, *Fraxinus excelsior* 2, *Carpinus betulus* 2, *Quercus petraea* 2, *Quercus robur* 2, *Castanea sativa* 2

specie minoritarie: *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus incana*, *Betula pendula*, *Fraxinus ornus*, *Morus alba*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus sylvestris*, *Platanus hybrida*, *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Salix caprea*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus minor*

POSSIBILI CONFUSIONI: con robinieto puro diverso per la mancanza di altre specie con copertura maggiore di 2 diverse dalla robinia

ALTERAZIONI ANTROPICHE: formazione di origine antropica anche se successivamente diffusasi spontaneamente

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: lenta evoluzione verso uno dei carpineti o dei rovereti

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: estremamente facile quella agamica (soprattutto per polloni radicali); relativamente difficile quella gamica anche delle specie diverse dalla robinia che però, invecchiando il soprassuolo, si diffondono sporadicamente sotto copertura

fattori limitanti l'insediamento: per la robinia difficile germinabilità del seme, per quella delle altre specie difficile a causa di allelopatie

fattori limitanti l'affermazione: carenze di luce, eccessiva competizione della robinia

disturbo: la ceduzione esalta la capacità competitiva della robinia

tolleranza copertura: molto limitata quella della robinia, per almeno un ventennio quella delle altre specie

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: disseccamento chioma nei soggetti di robinia con età oltre i 30 anni

patologie: ceppi normali e anormali (virulenza attenuata) del cancro del castagno

danni antropici: incendi

Principali problematiche colturali

E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: la ceduzione ristabilisce la netta prevalenza della robinia pregiudicando la sua sostituzione; inutili sono anche gli interventi di cercinatura

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: decisamente sconsigliabili

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERGENZE DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: nessuna emergenza significativa

12.11 *Saliceto arbustivo ripario – saliceto di salice bianco*

non contemplato nelle Tipologie Forestali della Regione Lombardia; estratto dei Tipi forestali del Piemonte

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: -

DISTRETTO GEOBOTANICO: -

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, ciottolosi

POSIZIONE: impluvi, alvei fluviali, greti ciottolosi e sabbiosi dalla pianura sino al piano montano

REAZIONE: tendenzialmente neutra (pH medio 7,0)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: *Salix alba*

specie minoritarie: *Alnus glutinosa, Alnus incana, Populus alba, Populus nigra,*

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: *Salix eleagnos, Salix triandra, Salix cinerea, Frangula alnus*

specie minoritarie: *Myricana germanica, Crataegus monogyna, Cornus sanguinea, Hippophae rhamnoides, Salix purpurea*

POSSIBILI CONFUSIONI: -

ALTERAZIONI ANTROPICHE: -

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: in funzione dell'andamento fluviale

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: estremamente facile sia quella agamica (soprattutto per polloni radicali), sia quella gamica

fattori limitanti l'insediamento: -

fattori limitanti l'affermazione: -

disturbo: -

tolleranza copertura: limitata

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: -

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: -

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: -

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERG. DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: -

12.12 *Betuleto planiziale di brughiera*

non contemplato nelle Tipologie Forestali della Regione Lombardia; estratto dei Tipi forestali del Piemonte

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: -

DISTRETTO GEOBOTANICO: -

GRUPPO DI SUBSTRATI: a tessitura fine

POSIZIONE: terrazzi alluvionali antichi o aree abbandonate dalla pratica colturale

REAZIONE: tendenzialmente acida (pH medio 4,5)

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: *Betula alba*

specie minoritarie: *Populus tremula, Salix caprea, Quercus robur*

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: *Molinia caerulea, Calluna vulgaris*

specie minoritarie: -

POSSIBILI CONFUSIONI: -

ALTERAZIONI ANTROPICHE: -

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: in evoluzione sui terrazzi alluvionali un tempo coltivati, in ambiente tendenzialmente xerico, verso consociazioni durature e preesistenti alla coltivazione antropica

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: gamica

fattori limitanti l'insediamento: -

fattori limitanti l'affermazione: -

disturbo: -

tolleranza copertura: -

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: -

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: -

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: -

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERG. DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: -

12.13 Rimboschimento pianiziale e collinare (formazioni a bagolaro e impianti di conifere)

non contemplato nelle Tipologie Forestali della Regione Lombardia; estratto dei Tipi forestali del Piemonte

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: -

DISTRETTO GEOBOTANICO: -

GRUPPO DI SUBSTRATI: -

POSIZIONE: piani pianiziali e collina

REAZIONE: vario

Caratteristiche dell'unità

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

Popolamenti artificiali a prevalenza di latifoglie autoctone o esotiche, localmente in mescolanza con latifoglie d'invasione. Fustaie coetanee, monoplane, presenti in diversi e vari ambiti stazionali

POSSIBILI CONFUSIONI: -

ALTERAZIONI ANTROPICHE: -

TENDENZE DINAMICHE NATURALI: -

RINNOVAZIONE NATURALE

modalità: -

fattori limitanti l'insediamento: -

fattori limitanti l'affermazione: -

disturbo: -

tolleranza copertura: -

STATO VEGETATIVO

senescenza precoce: -

Principali problematiche colturali

POSSIBILI INFLUENZE DEGLI INTERVENTI COLTURALI SUL DINAMISMO NATURALE: sottoposti a ceduzione

POSSIBILI INTERVENTI D'AGEVOLAZIONE DELLA RINNOVAZIONE NATURALE: -

PARTICOLARI PROBLEMATICHE O EMERG. DA CONSIDERARE NELLA SCELTA DEGLI INTERVENTI: -

13. LE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI ADOTTATE

Le consociazioni vegetali vengono qui di seguito descritte attraverso un inquadramento ecologico atto a definire le condizioni pedologiche di contorno che individuano i possibili areali di distribuzione delle stesse consociazioni, in attuazione della L.R. del 31 marzo 2008 n. 10. Nella voce "tipologie forestali di riferimento" si evidenziano quelle tipologie forestali, così come analizzate nei precedenti capitoli e come da *Tipologie forestali della Lombardia* (AAVV, 2002), che possono essere sostituite dalla stessa consociazione oggetto di descrizione attraverso quel processo di semplificazione logico ed ecologico-progettuale ampiamente descritto in precedenza. Là dove non è stato possibile rinvenire in bibliografia dei dati certi ed univoci sulla distribuzione

geografica, geobotanica o forestale della consociazione vegetale, non sono state riportate informazioni in merito.

Nelle finalità compositive dei singoli tipologici, la consociazione vegetale viene qui di seguito analizzata attraverso la sua composizione botanica mettendo in evidenza le differenti classi di sviluppo sia degli alberi, sia degli arbusti. Sono individuati gli alberi di prima grandezza, quelli di seconda e terza, oltre gli arbusti di sviluppo superiore ed inferiore a 3m.

Nella voce "specie principali", si evidenziano quelle specie caratterizzanti la consociazione sia in termini di percentuale di distribuzione, sia in termini di pregio ecologico-naturalistico. Tutte le altre specie in elenco, sotto la voce "specie minoritarie", pur sempre caratteristiche e proprie della consociazione vegetale individuata, rivestono il medesimo ruolo ecologico di quelle indicate genericamente sotto la voce "altre specie minoritarie" nei tipologici forestali (AAVV, 1996; AAVV, 2003). La componente erbacea è descritta con modalità relativamente analoghe a quelle sopraccitate. Tuttavia, nel successivo si evidenziano quelle ulteriori voci utilizzate specificatamente nella descrizione delle sole consociazioni vegetali erbacee.

Nella complessità e articolata composizione del mosaico forestale dell'area oggetto di disamina è possibile, nelle finalità ecologiche e progettuali degli interventi di mitigazione e compensazione, attuare un'attenta esemplificazione mediante l'accorpamento di tipologici forestali relativamente simili e mediante la valorizzazione dei tipologici realmente tipici del territorio e di alto valore ecologico-paesaggistico, a scapito di quelli puntuali e di limitato sviluppo di superficie. Dalle analisi condotte *in situ* e dallo studio della cartografia tematica è stato possibile individuare 2 categorie vegetazionali distintive e palesemente caratterizzanti il territorio interessato dal percorso autostradale: *Quercocarpineto*, *Alneto di ontano nero*.

- Così come avviene per i tipologici forestali individuati dalla Regione Lombardia (AAVV, 2003) e della L.R. del 31 marzo 2008 n. 10, ciascuna di queste consociazioni vegetali si differenzia dalle altre non soltanto per la presenza/assenza di alcune specie ma anche per la distribuzione percentuale delle stesse. Questa differente composizione botanica è esemplificativa del contorno pedoclimatico e, pertanto, immagine ecologica e naturalistica di ciascun contesto paesaggistico intersecato dal tracciato autostradale.
- È stata introdotta un'ulteriore consociazione non di origine forestale ma dalla spiccata ed evidente valenza ornamentale. Queste consociazioni, indicate con il termine *Fascia ornamentale* e *Alberi e arbusti ornamentali*, attingono dal patrimonio specifico di generi botanici anche presenti nelle sopraccitate 6 categorie vegetazionali. La consociazione *Fascia ornamentale* viene utilizzata nella progettazione delle aiuole delle aree di svincolo o comunque nelle aree interne all'asse autostradale anche con la finalità di rendere più leggibile e quindi più sicuro il tracciato viario. La consociazione *Alberi e arbusti ornamentali* viene proposto nella progettazione dei parchi urbani.
- È stato deciso di non annoverare tra le consociazioni vegetali di riferimento da impiegare nelle opere di mitigazione e compensazione il *Robinieto*, sia esso puro, sia esso misto, poiché, in qualità di tipologico caratterizzato dall'azione invasiva della specie esotica *Robinia pseudoacacia*, si è ritenuto opportuno limitarne lo sviluppo a favore di altre consociazioni botaniche in grado di aumentare il potere tampone nei confronti della stessa robinia.
- Gli impianti antropici di conifera, frutto di una pregressa eliminazione della *facies vegetativa* tipica, non sono stati annoverati tra le consociazioni vegetali di riferimento per le opere di

mitigazione e compensazione, poiché ritenuti, a rigor di logica, interventi puntuali e di spiccato carattere selvicolturale estraneo al *pattern* ecologico pre-esistente.

- Il *Betuleto planiziale di brughiera* e il *Rimboschimento dei piani planiziale e collinare (formazioni a bagolaro e impianti di conifere)* non sono stati riproposti tra le consociazioni vegetali da impiegare nelle opere di mitigazione e compensazione, poiché tipologie forestali potenzialmente in rapida evoluzione (in mancanza di disturbi) verso forme vegetali ben più stabili come il *Querceto di Rovere e/o Farnia* o, in presenza di molto castagno, verso una fase relativamente lunga di *Castagneto*.
- Anche per la componente erbacea è stato condotto un percorso di semplificazione atto a definire un numero minimo di consociazione altamente rappresentative dell'intero comparto erbaceo rinvenibile lungo il percorso autostradale. Analizzando la reazione del terreno, la *facies vegetale erbacea* tipica di ogni tipologia forestale rinvenibile lungo l'asse autostradale, le differenti giaciture del terreno che saranno interessate o modellate nel corso della realizzazione dell'opera viaria, è stato possibile individuare 4 consociazioni di matrice forestale naturalistica (*prato stabile in terreni basici, prato stabile in terreni acidi, specie erbacee igrofile*) di cui una (*prato fiorito*) con spiccata valenza ornamentale.
- La consociazione *Specie rampicanti* viene proposta in particolari e puntuali temi progettuali, ovvero là dove sia necessario utilizzare specie in grado di rivestire muri e strutture verticali.

Le consociazioni vegetali individuate presentano pertanto composizioni botaniche tali da poter essere impiegate con successo lungo l'intero tracciato perseguendo gli obiettivi ecologici, naturalistici e progettuali delle opere di mitigazione e compensazione.

13.1 *Quercu-carpinetu*

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: bassa pianura e alta pianura

DISTRETTO GEOBOTANICO: bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti

POSIZIONE: pianura, area golenale, pianura alluvionale

REAZIONE: da acida a sub-acida (pH 4,1-6,1)

TIPOLOGIE FORESTALI DI RIFERIMENTO: *Querceto di Rovere e/o Farnia del pianalto e/o Quercu-carpinetu dell'alta pianura a Farnia con Betulla, Querceto di Rovere e/o Farnia del pianalto e/o Quercu-carpinetu dell'alta pianura, Querceto di Rovere e/o Farnia del pianalto e/o Quercu-carpinetu dell'alta pianura a Farnia, Querceto di Rovere e/o Farnia dl pianalto e/o Quercu-carpinetu dell'alta pianura con Robinia, Querceto di Rovere e/o Farnia delle cerchie moreniche occidentali con Robinia e Frassino maggiore, Robinieto misto con Farnia e Castagno, Robinieto misto con Rovere, Robinieto puro con Farnia, Robinieto misto con Farnia e Frassino maggiore, Robinieto misto con Farnia-Frassino maggiore-Castagno*

Caratteristiche dell'unità

ALBERI

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*

specie minoritarie: *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Platanus x hybrida*, *Quercus petraea*, *Ulmus minor*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Betula pendula*, *Acer campestre*, *Malus sylvestris*

SVILUPPO STRATO ARBOREO

alberi prima grandezza: *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Platanus x hybrida*, *Quercus petraea*, *Ulmus minor*

alberi seconda grandezza: *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Betula pendula*

alberi terza grandezza: *Acer campestre*, *Malus sylvestris*

ARBUSTI

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: -

specie minoritarie: *Berberis vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*, *Rosa canina*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*.

SVILUPPO STRATO ARBUSTIVO

arbusti inferiori a 3m: *Berberis vulgaris*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*, *Rosa canina*

arbusti superiori a 3m: *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Cornus mas*

13.2 *Alneto di ontano nero*

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: bassa pianura, avanalpica, esalpica centro-orientale esterna, alta pianura, mesalpica appenninica

DISTRETTO GEOBOTANICO: bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, prealpino occidentale, sud-Orobico, prealpino orientale, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi

POSIZIONE: pianura alluvionale, impluvio, pianura pedemontana, pianura intravalliva, basso versante, alveo fluviale o torrentizio largo, forme dolci ondulate, solco fluviale,

REAZIONE: da sub-acido a neutra (pH 5,9-7,0)

TIPOLOGIE FORESTALI DI RIFERIMENTO: *Alneto di Ontano di impluvio*, *Alneto di Ontano nero tipico*, *Alneto di ontano nero perilacustre*, *Robinieto misto con Ontano nero e Pioppo ibrido*

Caratteristiche dell'unità

ALBERI

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: *Alnus glutinosa*
E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

specie minoritarie: *Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Quercus robur*, *Salix alba*, *Prunus padus*

SVILUPPO STRATO ARBOREO

alberi prima grandezza: *Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Quercus robur*

alberi seconda grandezza: *Alnus glutinosa*, *Salix alba*

alberi terza grandezza: *Prunus padus*

ARBUSTI

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: -

specie minoritarie: *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*

SVILUPPO STRATO ARBUSTIVO

arbusti inferiori a 3m: *Cornus sanguinea*

arbusti superiori a 3m: *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*

13.3 Fasce arboreo arbustive ornamentali

La fascia ornamentale è composta da specie dalla spiccata valenza ornamentale in grado di caratterizzare a livello decorativo interi comparti del progetto. In particolare, la fascia è composta da soli arbusti afferenti a due classi di grandezza (arbusti inferiori a 2m di altezza e arbusti superiori a 2m di altezza) al fine di massimizzare la modulazione dell'effetto decorativo.

Caratteristiche dell'unità

ALBERI

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: -

specie minoritarie: -

SVILUPPO STRATO ARBOREO

alberi prima grandezza: -

alberi seconda grandezza: -

alberi terza grandezza: -

ARBUSTI

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: *Spartium junceum*, *Cornus sanguinea*, *Eleagnus x ebbingei*, *Spirea x Vanhouttei*, *Forsythia x intermedia*, *Buddleja davidii*, *Cotinus coggygria*

specie minoritarie: -

SVILUPPO STRATO ARBUSTIVO

arbusti inferiori a 2m: *Spartium junceum*, *Cornus sanguinea*, *Eleagnus x ebbingei*, *Spirea x Vanhouttei*, *Forsythia x intermedia*, *Buddleja davidii*

arbusti superiori a 2m: *Cotinus coggygria*

13.4 Alberi e arbusti ornamentali

Gli alberi ed arbusti in elenco sono declinazioni in chiave ornamentale delle principali specie che vanno a caratterizzare le consociazioni vegetazionali adottate. Nell'intento di massimizzare ed evidenziare il valore ornamentale sono state individuate quelle specie e/o cultivar caratterizzate da portamenti, habitus, colorazione della fioritura e colorazione autunnale differenti e vari.

Caratteristiche dell'unità

ALBERI

COMPOSIZIONE STRATO ARBOREO

specie principali: *Alnus clutinoso* 'Imperialis', *Celtis australis*, *Fagus sylvatica* 'Pendula', *Fagus sylvatica* 'Tricolori', *Fraxinus oxycarpa* 'Raywood', *Platanus platanor* 'Vallis Clausa', *Populus nigra* var. *Italica*, *Tilia cordata* 'Greenspire', *Acer pseudoplatanus* 'Spaethii', *Acer pseudoplatanus* 'Leopoldii', *Acer pseudoplatanus* 'Atropurpureum', *Betula papyrifera*, *Carpinus betulus*, *Corylus colurna*, *Quercus robur* 'Koster', *Acer campestre* 'Elsrijk', *Acer platanoides* 'Globosum', *Betula pendula* 'Purpurea', *Crataegus x carrierei* 'Lavallei', *Fraxinus ornus*, *Ligustrum lucidum* 'Excelsum Superbum', *Malus x robusta* 'Red Sentinel', *Prunus serrulata* 'Kanzan', *Prunus serrulata* 'Amanogawa', *Prunus subhirtella* 'Pendula Rosea', *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria*.

specie minoritarie: -

SVILUPPO STRATO ARBOREO

alberi prima grandezza: *Alnus clutinoso* 'Imperialis', *Celtis australis*, *Fagus sylvatica* 'Pendula', *Fagus sylvatica* 'Tricolori', *Fraxinus oxycarpa* 'Raywood', *Platanus platanor* 'Vallis Clausa', *Populus nigra* var. *Italica*, *Tilia cordata* 'Greenspire'

alberi seconda grandezza: *Acer pseudoplatanus* 'Spaethii', *Acer pseudoplatanus* 'Leopoldii', *Acer pseudoplatanus* 'Atropurpureum', *Betula papyrifera*, *Carpinus betulus*, *Corylus colurna*, *Quercus robur* 'Koster'.

alberi terza grandezza: *Acer campestre* 'Elsrijk', *Acer platanoides* 'Globosum', *Betula pendula* 'Purpurea', *Crataegus x carrierei* 'Lavallei', *Fraxinus ornus*, *Ligustrum lucidum* 'Excelsum Superbum', *Malus x robusta* 'Red Sentinel', *Prunus serrulata* 'Kanzan', *Prunus serrulata* 'Amanogawa', *Prunus subhirtella* 'Pendula Rosea', *Sorbus aucuparia*, *Sorbus aria*

ARBUSTI

COMPOSIZIONE STRATO ARBUSTIVO

specie principali: *Amelanchier canadensis*, *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', *Berberis julianae*, *Cornus alba* 'Elegantissima', *Cornus stolonifera* 'Flaviramea', *Cornus sanguinea*, *Euonymus alatus*,

Lonicera pileata, Rose paesaggistiche, *Viburnum opulus*, *Viburnum tinus*, *Viburnum davidii*, *Cornus mas*, *Corylus maxima* 'Purpurea', *Cotinus coggygria*, *Cotinus coggygria* 'Royal Purple', *Ilex aquifolium*, *Laburnum anagyroides*

specie minoritarie: -

SVILUPPO STRATO ARBUSTIVO

arbusti inferiori a 3m: *Amelanchier canadensis*, *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', *Berberis julianae*, *Cornus alba* 'Elegantissima', *Cornus stolonifera* 'Flaviramea', *Cornus sanguinea*, *Euonymus alatus*, *Lonicera pileata*, Rose paesaggistiche, *Viburnum opulus*, *Viburnum tinus*, *Viburnum davidii*

arbusti superiori a 3m: *Cornus mas*, *Corylus maxima* 'Purpurea', *Cotinus coggygria*, *Cotinus coggygria* 'Royal Purple', *Ilex aquifolium*, *Laburnum anagyroides*

13.5 Specie rampicanti

Nella volontà di perseguire con la vegetazione il massimo effetto mitigativo, si individuano numero 3 specie rampicanti in grado di svilupparsi su superfici verticali lisce o corrugate senza necessità di cavi veicolanti. Le specie individuate sono in grado di aderire intimamente con la superficie verticale e di ricoprire in breve tempo superfici a sviluppo verticale anche di 5-8m.

SPECIE RAMPICANTI

specie principali: *Hedera helix*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Parthenocissus trifoliatus*

specie minoritarie: -

13.6 Componente erbacea

La componente erbacea, dopo attenta analisi della reazione del terreno, della *facies vegetale erbacea* tipica di ogni tipologia forestale rinvenibile lungo l'asse autostradale, delle differenti giaciture del terreno che saranno interessate o modellate nel corso della realizzazione dell'opera viaria, è stata esemplificata in 2 consociazioni di matrice forestale naturalistica (*prato stabile in terreni basici*, *prato stabile in terreni acidi*) e una (*prato fiorito*) con spiccata valenza ornamentale, ma al tempo stesso caratterizzata da specie spontanee presenti nel territorio interessato dall'opera infrastrutturale in esame.

Le specie riportate vengono suddivise in macro-raggruppamenti: 'graminacee', 'leguminose', 'altro'. Per quanto concerne il 'prato fiorito' tale suddivisione decade a favore della più convenzionale suddivisione botanica-commerciale in 'graminacee', 'leguminose' e 'erbe non graminoidi'. Nel caso delle 'specie erbacee igrofile', nell'impossibilità di creare dei raggruppamenti significativi omogenei tra 'graminacee', 'leguminose' e 'altro', vengono unitamente definite sotto la macro-classe delle igrofile. Si individuano, inoltre, le 'specie principali' e le 'specie minoritarie'; questi raggruppamenti sono riferiti alla distribuzione percentuale delle stesse specie su unità di superficie. Per 'specie principali' si intendono quelle specie presenti con una distribuzione percentuale superiore al 10%, tutte le altre sono considerate 'specie minoritarie'.

13.7 Prato stabile

Nelle presenti finalità progettuali, ecologiche e naturalistiche, si intende 'prato stabile' quella consociazione erbacea costituita prevalentemente da specie proprie del patrimonio specie-specifico dei territori intercettati dalla viabilità autostradale normalmente in uso negli interventi di completamento delle mitigazioni e delle compensazioni arboree ed arbustive sul territorio nazionale settentrionale. Si distinguono due differenti range di reazione del terreno: 'terreni basici' con $\text{pH} > 7,1$ e 'terreni acidi' con $\text{pH} < 7,0$.

Risulta importante introdurre anche una certa quantità (al massimo il 5%) di graminacee a crescita rapida (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* e *Phleum pratense*) per consolidare in tempi più rapidi il versante che potrebbe essere interessato, prima dell'insediamento della cotica erbosa, da fenomeni erosivi. Oltre alla potenziale modulata e variabile pendenza è stato preso in considerazione anche l'aspetto manutentivo legato all'esigenza di avere specie erbacee a ridotto accrescimento per limitare i costi di gestione. Queste scelte progettuali trovano riscontro sia in corrispondenza delle scarpate con solo inerbimento, sia in quelle interessate anche dalla piantumazione di specie arboree ed arbustive che potrebbe risentire dell'eccessiva concorrenza della cotica erbosa.

Prato stabile in terreni basici

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: esalpica centro-orientale esterna, avanalpica

DISTRETTO GEOBOTANICO: prealpino orientale, prealpino occidentale, basso Verbano, sud-Orobico, alta pianura diluviale occidentale, alta pianura diluviale centrale

GRUPPO DI SUBSTRATI: calcarei e dolomitici massicci, calcarei alterabili, sciolti, arenaceo-marnosi

REAZIONE: da neutra a basica

CONSOCIAZIONI VEGETALI ABBINATE: *Orno-ostrieto*, *Saliceto arbustivo di ripa*, *Fascia ornamentale*

Caratteristiche dell'unità

GRAMINACEE

specie principali: *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Festuca ovina duriouscula*

specie minoritarie: *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*

LEGUMINOSE

specie principali: -

specie minoritarie: *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis viciifolia*, *Anthyllis vulneraria*, *Lupinus polyphyllus*

specie principali: -

specie minoritarie: *Achillea millefolium*, *Sanguisorba minor*

Prato stabile in terreni acidi

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: bassa pianura e alta pianura, avanalpica, esalpica centro-orientale esterna, mesalpica, esalpica occidentale interna

DISTRETTO GEOBOTANICO: bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, prealpino occidentale, sud-Orobico, prealpino orientale, alta pianura diluviale centrale, basso Verbano

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi, calcarei e dolomitici massicci, calcarei alterabili, sciolti, arenaceo-marnosi

REAZIONE: da neutra ad acida

CONSOCIAZIONI VEGETALI ABBINATE: *Quercu-carpineto*, *Castagneto*, *Aceru-frassineto*, *Alneto di Ontano nero*, *Fascia Ornamentale*

Caratteristiche dell'unità

GRAMINACEE

specie principali: *Festuca rubra*, *Festuca ovina*

specie minoritarie: *Festuca ovina duriuscula*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Agrostis tenuis*

LEGUMINOSE

specie principali: -

specie minoritarie: *Trifolium repens*, *Trifolium hybridum*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus pratensis*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis vicifolia*, *Lupinus polyphyllus*

ALTRO

specie principali: -

specie minoritarie: *Achillea millefolium*, *Sanguisorba minor*

13.8 Prato fiorito

Nelle presenti finalità progettuali, ecologiche e naturalistiche, si intende 'prato fiorito' quella consociazione erbacea, costituita prevalentemente da specie proprie del patrimonio specie-specifico dei territori intercettati dalla viabilità autostradale dalla spiccata valenza ornamentale e dalla ridotta manutenzione. Previa corretta manutenzione, la cenosi erbacea che si andrà a costituire permetterà di ottenere una successione scalare delle fioriture che si alterneranno dalla primavera all'autunno inoltrato. Nell'inverno, la buona percentuale di graminacee microterme garantirà un'ottima copertura verde del terreno che non apparirà spoglio. Il miscuglio individuato, in virtù delle specie costituenti la cenosi, potrà essere utilizzato con successo in qualsiasi condizione di reazione del terreno ed in qualsiasi condizione di giacitura del terreno, fatta esclusione per gli areali con condizioni igrofile marcate per le quali si individua la successiva consociazione vegetale 'specie erbacee igrofile'.

Inquadramento ecologico

E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

REGIONE FORESTALE: bassa pianura e alta pianura, avanalpica, esalpica centro-orientale esterna, mesalpica, esalpica occidentale interna

DISTRETTO GEOBOTANICO: bassa pianura alluvionale, alta pianura diluviale occidentale, prealpino occidentale, sud-Orobico, prealpino orientale, alta pianura diluviale centrale, basso Verbano

GRUPPO DI SUBSTRATI: sciolti, arenaceo-marnosi, calcarei e dolomitici massicci, calcarei alterabili, sciolti, arenaceo-marnosi

POSIZIONE: giaciture naturali o antropiche con pendenze varie

REAZIONE: da acida a basica

CONSOCIAZIONI VEGETALI ABBINATE: *Quercu-carpinetu*, *Castagneto*, *Orno-ostrieto*, *Acero-frassineto*, *Alneto di Ontano nero*, *Fascia ornamentale*

Caratteristiche dell'unità

GRAMINACEE

specie principali: *Poa pratensis*, *Festuca rubra commutale*, *Festuca rubra rubra*, *Festuca ovina duriuscula*

specie minoritarie: *Lolium perenne*

LEGUMINOSE

specie principali: -

specie minoritarie: *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium incarnatum*, *Trifolium pratense*

ALTRO

specie principali: -

specie minoritarie: *Achillea millefolium*, *Anthemis nobilis*, *Bellis perennis*, *Centaurea jacea*, *Leontodon autumnalis*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Potentilla tabernaemontani*, *Prunella vulgaris*, *Salvia pratensis*, *Sanguisorba minor*, *Thymus pulegioides*

13.9 Specie erbacee igrofile

Nelle presenti finalità progettuali, ecologiche e naturalistiche, si intende 'specie erbacee igrofile' quella consociazione erbacea generica che sarà messa in atto sia nelle operazioni di mitigazione, compensazione e ripristino di zone umide preesistenti, sia nelle zone umide di neo formazione. Tuttavia, riconosciuta la puntuale e spiccata specificità di ciascuna area umida naturale o di neo formazione, nell'ambito del progetto di ciascuna area con tali caratteristiche igromorfe, a corollario di questa consociazione vegetale saranno eventualmente inserite quelle specie in grado di caratterizzare il singolo caso progettuale.

Inquadramento ecologico

REGIONE FORESTALE: varia

DISTRETTO GEOBOTANICO: vario

GRUPPO DI SUBSTRATI: vari

REAZIONE: tendenzialmente neutra

CONSOCIAZIONI VEGETALI ABBINATE: *Quercocarpineto, Castagneto, Orno-ostrieto, Acero-frassineto, Alneto di Ontano nero, Saliceti arbustivi di ripa*

Caratteristiche dell'unità

GRAMINACEE IGROMORFE

Carex acutiformis, Carex elaa, Carex vesicaria, Molinia caerulea, Phalaris arundinacea

ALTRO

Iris pseudacorus, Juncus effusus, Lythrum salicaria. Phragmites australis, Sagittaria sagittifolia, Typha angustifolia, Typha latifolia

14. LOCALIZZAZIONE DELLE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI

Segue la localizzazione geografica delle consociazioni vegetazionali arboree ed arbustive di progetto, fatta eccezione per le consociazione *saliceto arbustivo di ripa, specie rampicanti, specie arboree ed arbustive ornamentali, specie erbacee igrofile, fascia ornamentale*, le quali, essendo proposte in progetto in modo puntuale e particolareggiato non possono essere espresse nella scala delle tavole qui di seguito riportate. In particolare, il *saliceto arbustivo di ripa* viene utilizzato solamente in ambiente ripario o umido, là dove sia necessario garantire un rapido insediamento arbustivo in grado di consolidare e migliorare la struttura della scarpata. Le *specie arboree ed arbustive ornamentali* vengono proposte nei parchi urbani. Le *specie rampicanti* vengono proposte in relazione a muri o strutture verticale che necessitano di mitigazione e mascheramento. Le *specie erbacee igrofile* vengono proposte in relazione alle vasche di laminazione di progetto. La *fascia ornamentale* viene eventualmente utilizzata nella progettazione delle aiuole delle aree di svincolo, negli imbocchi delle gallerie o comunque nelle aree interne all'asse autostradale anche con la finalità di rendere più leggibile e quindi più sicuro il tracciato viario. Le stesse consociazioni vegetazionali, quando utilizzate, vengono dichiarate nelle singole relazioni di tratta e manifestate nelle relative tavole di progetto.

Nelle finalità progettuali e nelle finalità della presente relazione specialistica, la localizzazione schematica delle consociazioni vegetazionali qui di seguito riportata è realizzata sulla cartografia 'carta della vegetazione' presente sul 'quadro di riferimento ambientale Volume 3' del SIA, alla quale si rimanda sia per il quadro di unione (qui seguito estratto e riportato), sia per la contestualizzazione puntuale di ogni singola facies vegetazionale intercettata dal tracciato.

Le aree che presentano una consociazioni vegetazionale di progetto omogenea vengono evidenziate attraverso un riquadro colorato; ciascun colore è associato ad una precisa consociazione vegetazionale:



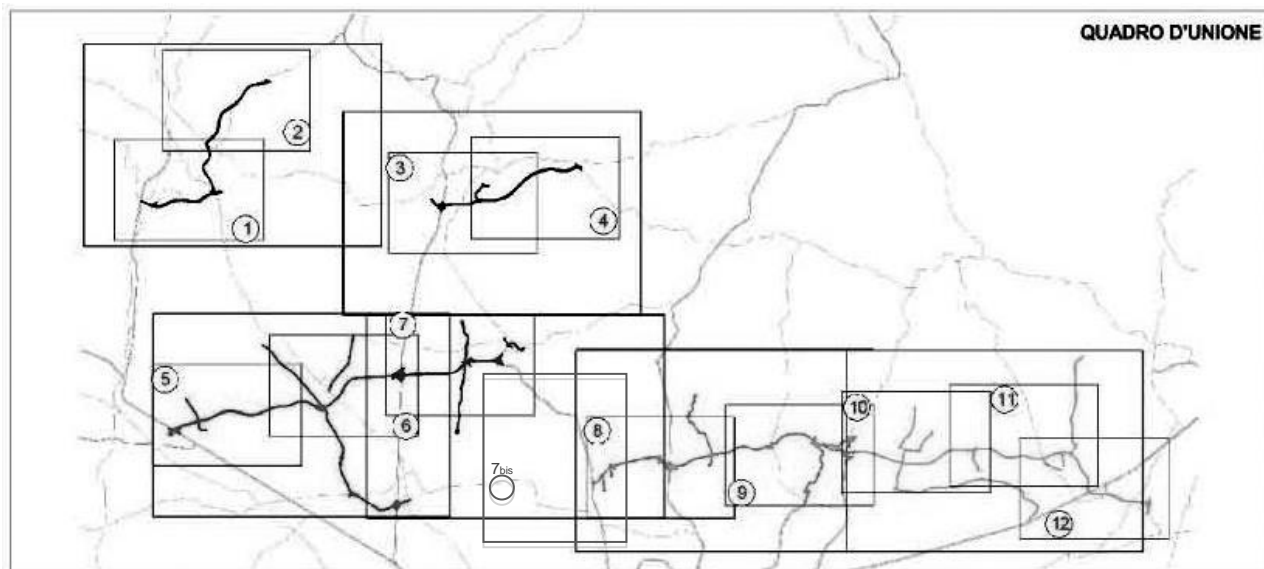
Quercocarpineto, prato stabile in terreno acido



Alneto di ontano nero, prato stabile in terreno acido

Si evidenzia come il progetto prevede, eventualmente, di utilizzare la consociazione 'alneto di ontano nero' anche lungo i corsi d'acqua. Questa realtà progettuale viene espressa nelle singole relazioni di tratta e la puntuale localizzazione della stessa consociazione viene individuata sugli elaborati progettuali; alle medesime relazioni di tratta ed ai medesimi elaborati progettuali si rimanda per tali puntuali e particolareggiati aspetti vegetazionali. A tal proposito, i principali corsi d'acqua intercettati dalla viabilità in progetto e quindi potenzialmente oggetto di inserimento della suddetta consociazione vegetazionale sono:

- Fiume Adda (intercettato in località Bottanucco);
- Fiume Brembo (intercettato in località Capriate S. Gervasio);
- Torrente Dordo (intercettato in località Capriate S. Gervasio);
- Torrente Garbogra (intercettato in località Limbiate);
- Torrente Guisa (intercettato in località Ceriano Laghetto);
- Fiume Lambro (intercettato in località Biassono);
- Torrente Lombra (intercettato in località Solaro);
- Torrente Lura (intercettato in località Rovellasca, Lomazzo);
- Torrente Terro (intercettato in località Meda);
- Torrente Molgora (intercettato in località Vimercate);
- Fiume Olona (intercettato in località Malnate);
- Rio Vallone e Rio del Comune (intercettati in località Mezzago);
- Fiume Seveso (intercettato in località Casnate con Bernate, Barlassina, Cesano Maderno).



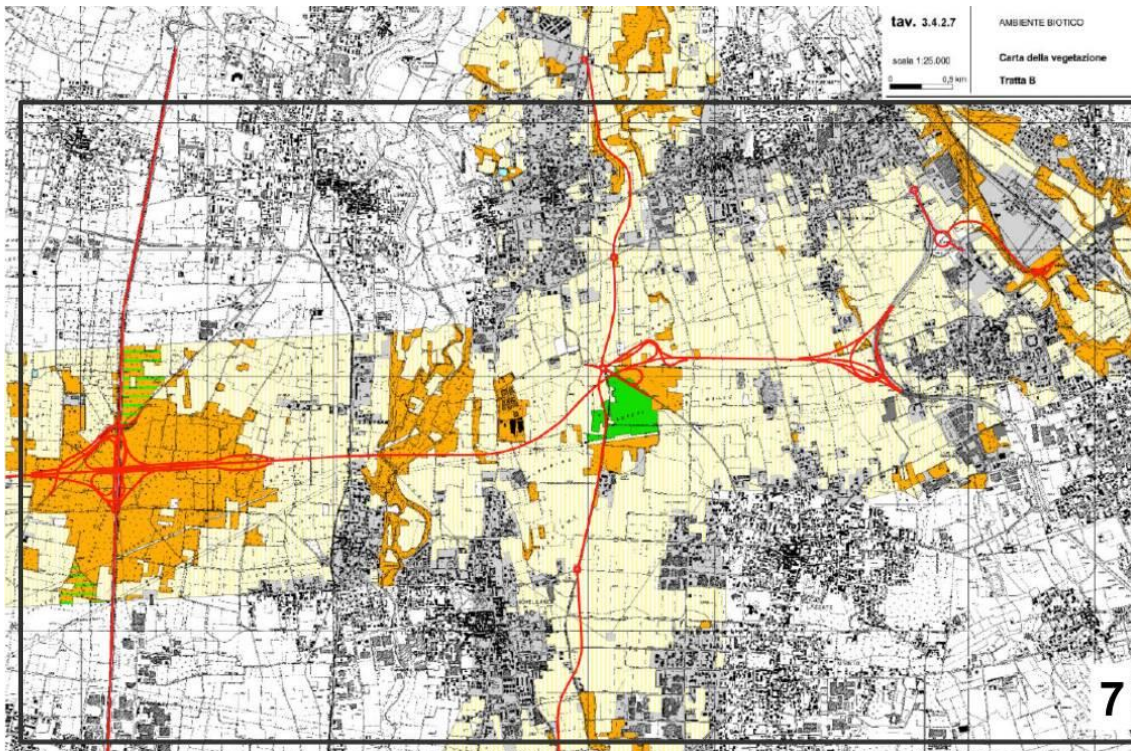
LEGENDA DEL QUADRO D'UNIONE

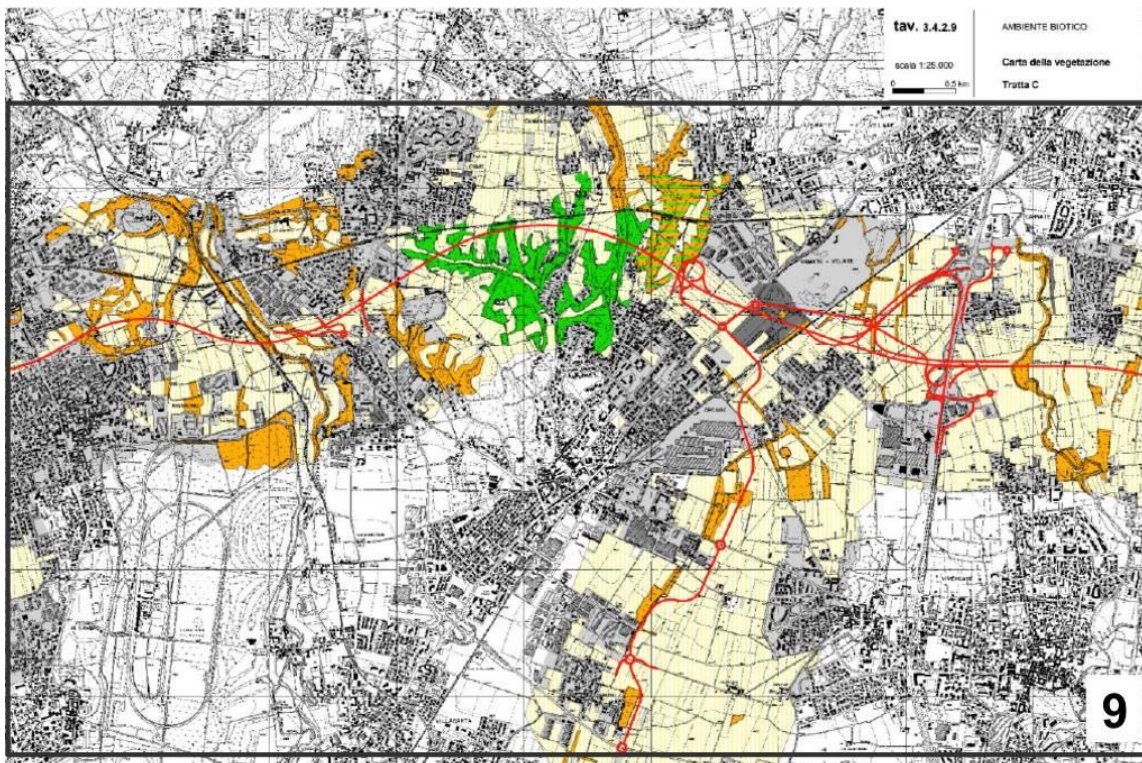
7-7bis Tratta B1 e B2 8-9 Tratta C

N.B. in grigio sono indicate le tavole che comprendono porzioni di tracciato non trattati nella presente relazione specialistica; gli stessi vengono riportati sul quadro di unione al fine di comprendere la struttura dell'intero comparto autostradale.

TRATTA-B2-C

Quercio-carpineto e prato stabile in terreno acido lungo tutto il tracciato





15. INTERVENTI SU VEGETAZIONE ESISTENTE

Nei boschi di pregio e in quali compresi in aree protette il progetto ha previsto la riqualificazione dei lembi interferiti per una fascia di 30 mt. dal bordo autostradale. Tali interventi saranno da realizzarsi in accordo con gli enti gestori e non comporteranno l'esproprio. Intervento previsti sulla vegetazione esistente

1. Fasce margini stradali
ELIMINAZIONE DEGLI ESEMPLARI INSTABILI
RIMONDA DEL SECCO

2. Fasce margini ripariali
ELIMINAZIONE DEGLI ESEMPLARI INSTABILI
RIMONDA DEL SECCO

3. Aree boscate a robinieto (puro o misto)
ELIMINAZIONE DEGLI ESEMPLARI INSTABILI
RIMONDA DEL SECCO

4. Aree boscate di pregio
ELIMINAZIONE DEGLI ESEMPLARI INSTABILI
RIMONDA DEL SECCO
ELIMINAZIONE DEL PIANO DOMINATO (sottobosco di specie infestanti)

1- al fine di garantire l'effetto tampone delle fasce arboree ed arbustive lungo i margini stradali nei confronti delle polveri, si conviene di effettuare la sola eliminazione degli esemplari in precarie condizioni fitosanitarie, tali da comprometterne la stabilità, e/o degli esemplari a portamento disassato e/o disarmonico, oltre ad una rimonda del secco volta al recupero della stessa componente vegetativa;

2- in considerazione di ciclici eventi di piena, si conviene di effettuare nelle fasce marginali ripariali una pulizia mirata della componente arboreo-arbustiva, volta ad evitare la possibile ostruzione dell'alveo. Si conviene, pertanto, di eliminare la componente secca e gli esemplari in precarie condizioni fitosanitarie, tali da comprometterne la stabilità, e/o gli esemplari a portamento disassato e/o disarmonico;

3- al fine di limitare lo sviluppo del robinieto, sia in purezza, sia misto, si conviene di evitare l'apertura di radure o spazi aperti e di limitare gli interventi alla sola eliminazione degli esemplari in precarie condizioni fitosanitarie tali da comprometterne la stabilità, e/o degli esemplari a portamento disassato e/o disarmonico, oltre ad una rimonda del secco;

4- nei boschi di pregio si conviene di intervenire mediante l'eliminazione degli esemplari in precarie condizioni fitosanitarie, tali da comprometterne la stabilità, e/o degli esemplari a portamento disassato e/o disarmonico, oltre ad una rimonda del secco volta al recupero della stessa componente vegetativa; inoltre, si prevede di intervenire sul piano dominato al fine di

intervenire sulla eventuale componente infestante in via di sviluppo. A titolo esemplificativo, l'intervento 4 è stato suggerito per il Bosco del Battù e del Moronera.

16. DESCRIZIONE DEI TIPOLOGICI

Riferimento elaborati

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_001

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_002

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_003

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_004

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_005

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_006

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_007

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_008

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_009

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_010

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_011

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_012

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_013

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_014

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_015

TIPOLOGIE DI IMPIANTO DELLE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI

AM001 Filare singolo/doppio arboreo di I grandezza e di alberi colonnari;

AM002 Filare singolo/doppio arboreo di II grandezza;

AM003 Filare singolo/doppio arboreo di III grandezza;

AM004 Filare singolo/doppio arboreo misto;

AM005 Fascia arboreo-arbustiva (larghezza 3m) di alberi di I grandezza + Arbusti misti;

AM006 Fascia arboreo-arbustiva (larghezza 3m) di alberi di II grandezza + Arbusti misti;

AM007 Fascia arboreo-arbustiva (larghezza 3m) di alberi di III grandezza + Arbusti misti;

AM008 Fascia arbustiva (larghezza 3m) di arbusti $h < 3m$

AM009 Fascia arbustiva (larghezza 3m) di arbusti $h > 3m$;

AM010 Fascia arbustiva con arbusti misti;

AM011 Fasce arbustive ornamentali;

Macchie arboreo/arbustive di interesse faunistico;

AM012 Bosco (areale 24mq);

E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

AM013 Prato arborato (areale 24mq);

AM014 Prato stabile

Prato fiorito

Specie erbacee igrofile

AM015 Rampicanti

Consociazioni alberi e arbusti ornamentali per parchi urbani

Riferimento elaborati

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_022

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_023

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_024

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_025

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_026

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_027

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_028

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_029

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_030

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_031

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_032

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_033

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_034

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_035

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_036

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_037

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_038

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_039

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_040

TIPOLOGIE DI MITIGAZIONE DELLE OPERE STRADALI

AM022 Viadotto : Ricostruzione fascia fluviale;

AM023 Viadotto : Riforestazione su complanare a mezza costa;

AM024 Rilevato : Tipico - Con modellamento morfologico;

AM025 Trincea: Tipico - Con modellamento morfologico;

AM026 Trincea tra muri: Tipico - Con modellamento morfologico;

E_AM_GE000_GE00_000_RS_006_A

AM027 Rilevato su muri: Tipico - Con modellamento morfologico;
AM028 Rilevato: con barriera antirumore 1-2
AM029 Trincea tra muri: con barriera antirumore;
Trincea: con barriera antirumore;
AM030 Galleria artificiale: Imbocco in ambito naturalistico;
AM031 Galleria artificiale: Imbocco in ambito agricolo;
AM032 Trincea: Piazzola di sosta;
AM033 Strada extraurbana: Tipica in aree di interesse naturalistico - Con modellamento morfologico
AM034 Strada extraurbana: Rotatoria;
AM035 Rilevato: Passaggio fauna in scatolare irriguo;
AM036 Rilevato: Passaggio fauna in scatolare asciutto;
AM037 Trincea: Area imbocco passaggio fauna in sopravvia;
AM038 Cavalcavia: Con passaggio fauna in affiancamento;
AM039 Ecodotto;
AM040 Rimodellamento vasche di laminazione e fitodepurazione.

Riferimento elaborati

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_041

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_042

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_043

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_044

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_045

E_AM_GEA00_GE00_000_ET_046

ESEMPI DI AGGREGAZIONE IN RAPPORTO AL CONTESTO

AM041 Rilevato: Riconnessione vegetazionale e riforestazione in aree di interesse naturalistico

Rilevato: Protezione e ricongiunzione tessitura agricola

AM042 Rilevato: Riqualificazione di aree intercluse

Rilevato: Mascheramento e protezione ambito urbano / periurbano

AM043 Trincea: Protezione e ricongiunzione tessitura agricola

Trincea: Potenziamento vegetazionale e riforestazione in aree di interesse naturalistico

AM044 Trincea: Riqualificazione di aree intercluse

Trincea: Protezione o dispersione dalle polveri in ambito urbano/periurbano

AM045 Strada extraurbana: Protezione periurbano e tessitura agricola

Strada extraurbana: Potenziamento vegetazionale in aree di interesse naturalistico

AM046 Attraversamento corpo idrico: Ricostruzione fascia ripariale

Attraversamento corpo idrico: Riforestazione in aree di interesse naturalistico

17. TIPOLOGIE E IMPIANTO DELLE CONSOCIAZIONI VEGETAZIONALI

Come ampiamente documentato nei precedenti capitoli le specie che caratterizzano i tipologici ambientali nei differenti ambiti naturalistico, agricolo e urbano-periurbano, sono state individuate a seguito di una attenta analisi agronomica e fitosociologia dei principali consorzi vegetazionali che caratterizzano il tracciato. Facendo riferimento a quanto qui di seguito verrà espresso e a quanto apprezzabile negli schemi riportati nell'allegato 'Tipologie di impianto delle consociazioni vegetazionali', nella maggior parte dei casi sono stati individuati tipologici che si differenziano nei vari ambiti non solo per le specie presenti ma anche per valori significativi di distribuzione percentuale delle stesse. In alcuni casi è stato deciso di mantenere le stesse specie nei diversi ambiti e, in particolari casi, anche la stessa distribuzione percentuale. Ne consegue che a parità di consociazione vegetazionale (1.querco-carpineto,2.alneto di ontano nero) nei differenti ambiti (naturalistico, agricolo e urbano-periurbano) è possibile rinvenire esattamente le stesse specie nella stessa percentuale di distribuzione. Si riporta di seguito la metodologia di lavoro sono:

- A. limitata presenza di specie rappresentative di un determinato consorzio vegetazionale, appartenenti ad una specifica classe di grandezza, potenzialmente utilizzabili con successo in opere di mitigazione e compensazione;
- B. presenza di specie potenzialmente rappresentative di tutti gli ambiti in virtù della loro particolare fenologia (es. *Viburnum lantana* e *Prunus spinosa* sono proposti nel tipologico sopraccitato con le stesse percentuali di distribuzione nei vari ambiti poiché si ritiene che la stessa consociazione possa assolvere la funzione evocativa dell'ambiente naturale, agricolo e urbano-periurbano solamente grazie ad una successiva accorta e mirata aggregazione e composizione dei vari tipologici (si veda il successivo punto D); in questo caso, variare la percentuale di distribuzione di *Viburnum lantana* e *Prunus spinosa* nei vari ambiti a favore del *Viburnum lantana* per alcuni punti percentuali, seppur idealmente corretta, non sarebbe apprezzabile nella realtà dell'intervento di mitigazione (si veda il successivo punto C); al contrario, nel caso del tipologico VI FASCIA ARBOREO.ARBUSTIVA DI ALBERI DI II GRANDEZZA + ARBUSTI MISTI nella consociazione vegetale n.3 *orno-ostrieto*, ambiti *naturale*, *agricolo* e *urbano-periurbano* è evidente come il comparto degli arbusti di dimensioni <3m vari non solo nelle specie presenti ma anche nella percentuale di distribuzione: a titolo esemplificativo, si evidenzia

come il *Cornus sanguinea* aumenti la propria percentuale di distribuzione dall'ambito naturalistico all'ambito urbano-periurbano a scapito di altre specie come *Ruscus aculeatus* e *Lonicera xylosteum* al fine di evidenziare come queste ultime specie, in questa particolare consociazione vegetale, siano caratteristiche di ambienti poco o per nulla antropizzati, e al fine di esaltare il potenziale ornamentale del *Cornus sanguinea*, specie sempre più utilizzata anche nel verde ornamentale cittadino);

- C. volontà di mantenere la significatività delle percentuali di distribuzione delle varie specie, evitando di creare tipologici oltremodo ricchi negli elenchi di specie ma nella realtà non leggibili sul territorio perché caratterizzati da specie presenti in percentuali inferiori o prossime all'unità (solamente nel tipologico XIII BOSCO, tipologico molto simile per finalità metrico-compositiva ed obiettivo agronomico-forestale ad un ripristino vegetazionale, sono mantenute anche quelle specie che caratterizzano il consorzio vegetazionale nella misura di poche unità percentuali);
- D. volontà di caratterizzare i vari ambiti non solo ed esclusivamente attraverso i singoli tipologici ma anche e soprattutto attraverso una successiva mirata e attenta aggregazione degli stessi.

In seguito alla definizione delle categorie vegetazionali e alla loro declinazione nei differenti ambiti di intervento (naturalistico, agricolo, urbano-periurbano), si è proceduto, quindi, alla definizione degli schemi di impianto delle specie arboree ed arbustive sulla base dei seguenti componenti:

- classi di grandezza;
- sesto di impianto;
- percentuale delle specie utilizzate.

Oltre ai già citati obiettivi ecologici, naturalistici e progettuali compositivi è stato deciso di perseguire un ulteriore obiettivo: il minor costo di gestione e manutenzione delle opere di mitigazione e compensazione in progetto. La puntuale disamina delle differenti pezzature degli arbusti e degli alberi da porre in essere, oltre alla ragionata disamina dei differenti e possibili sestini di impianto, ha permesso di individuare quelle distanze sulla fila e nell'interfila in grado di garantire non solo il raggiungimento di una copertura in tempi relativamente brevi, ma anche di assicurare una riduzione dei costi di gestione e manutenzione delle opere di mitigazione e compensazione. Le scelte condotte hanno, infatti, definito sestini di impianto che permettono una ottimizzazione degli interventi di pulizia, fondamentali per il corretto sviluppo delle specie di progetto. Inoltre, i sestini di impianto della componente arbustiva, relativamente fitti, consentono la creazione di fasce sostanzialmente chiuse che non richiedono al loro interno alcun intervento di sfalcio e di pulizia. I tipologici individuano le possibili composizioni-base tra arbusti ed alberi nelle differenti classi di grandezza. Ciascun tipologico, assemblabile con gli altri tipologici o con multipli dello stesso tipologico, può assolvere funzioni compositive, mitigative e compensative in virtù della propria composizione arborea ed arbustiva. Pertanto, nella descrizione dei singoli tipologici si evidenziano quelle 'funzioni' che possono trovare riscontro nelle tipologie di impianto delle consociazioni vegetazionali.

17.1 Filare arboreo

- Filare singolo/doppio arboreo di I grandezza
- Filare singolo/doppio arboreo di II grandezza
- Filare singolo/doppio arboreo di III grandezza

- Filare singolo/doppio arboreo misto

Il filare singolo arboreo è costituito da numero 6 alberi disposti in successione lineare su di un'area di lunghezza 30m e larghezza 5m. Il progetto prevede, per tutte le specie arboree, indifferentemente dalla classe di grandezza di appartenenza, un sesto di impianto sulla fila pari a 5m al fine di garantire un effetto mitigativo sin dalle prime fasi di realizzazione dell'opera.

Nell'ambito del solo *filare singolo/doppio arboreo di I grandezza*, fatta esclusione per gli alberi a portamento colonnare (*Populus nigra var. Italica* e *Quercus robur* 'Fastigiata'), si evidenzia la possibilità di dover predisporre, eventualmente in futuro, il diradamento alternato degli esemplari ormai maturi, nel momento e nel solo caso in cui le chiome dei singoli esemplari dovessero interferire reciprocamente. Il progetto prevede la messa a dimora di alberi di altezza 150-250cm per tutte le consociazioni vegetazionali, eccetto per gli 'alberi ornamentali' per i quali si prevede una pezzatura all'impianto superiore, pari a circonferenza tronco 10-12cm. In funzione degli ambiti di intervento e al fine di valorizzare il contesto territoriale e culturale presente lungo il tracciato, le specie arboree vengono proposte miste o in purezza. Il progetto non prevede filari omogenei per classe di grandezza nell'ambito naturalistico. Nell'ambito agricolo si prevede la realizzazione di filari monospecifici solamente con le specie *Populus nigra var. Italica* e *Morus alba*, specie che storicamente caratterizzano le campagne lombarde. Nell'ambito urbano-periurbano, dove si associa una realtà antropica maggiore, sono previsti filari monospecifici come chiaro richiamo al filare arboreo urbano. Tutte le consociazioni vegetali individuate risultano elementi costitutori del filare arboreo ad eccezione del *saliceto arbustivo di ripa* che, comprendendo unicamente specie arbustive, viene espresso nei tipologici costituiti dalla sola componente arbustiva. Il progetto prevede l'inerbimento ad opera di mezzi meccanici dell'area con miscuglio così come da tipologico *prato stabile*. Nel caso del *filare doppio arboreo*, in cui due filari singoli vengono affiancati, il progetto prevede che gli alberi distribuiti lungo le due file non si fronteggino, ovvero prevede che le alberature siano sfalsate della metà della distanza intercorrente tra due alberi.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento;
- ombreggiamento;
- cannocchiale visivo;
- riqualificazione-riposizione viale storico;
- barriera frangivento (se composto con altri tipologici di differente sviluppo);
- assorbimento polveri;
- dispersione polveri;

17.2 Fascia arboreo-arbustiva

- Fascia arboreo-arbustiva di alberi di I grandezza + Arbusti misti
- Fascia arboreo-arbustiva di alberi di II grandezza + Arbusti misti
- Fascia arboreo-arbustiva di alberi di III grandezza + Arbusti misti

Le fasce risultano strutturate con una larghezza di 3m ed una lunghezza di 30m in cui si prevede la messa a dimora di 7 alberi e 29 arbusti a quinconce con sesto di impianto di 2,50m sulla fila e 1m tra le file. Al fine di ottenere fin dall'impianto la conformazione che la fascia raggiungerà a maturità il progetto prevede la messa a dimora di specie arboree di altezza 175-250cm e di specie arbusti di altezza 60-80cm. La creazione di una fascia relativamente fitta e densa permette di raggiungere l'effetto mitigativo desiderato in tempi brevi e di ridurre i costi di gestione e manutenzione, potendo evitare di sfalciare la cotica erbosa all'interno della fascia stessa. Come indicato nei tipologici *fascia arboreo-arbustiva di alberi di I grandezza + Arbusti misti*, *fascia arboreo-arbustiva di alberi di II grandezza + Arbusti misti* e *fascia arboreo-arbustiva di alberi di III grandezza + Arbusti misti* relativi alle differenti classi di grandezza della componente arborea, le fasce arboreo-arbustive

sono state declinate nei diversi ambiti di intervento (naturalistico, agricolo, urbano-periurbano) mediante la presenza/assenza delle singole specie della consociazione vegetazionale e modificando la percentuale di distribuzione delle stesse.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento;
- ombreggiamento;
- cannocchiale visivo;
- barriera frangivento (se composto con altri tipologici di differente sviluppo);
- assorbimento polveri;
- dispersione polveri;
- corridoio ecologico avifauna e piccoli mammiferi-roditori;
- rinaturalizzazione;

17.3 *Fascia arbustiva*

- Fascia arbustiva di arbusti $h < 3m$
- Fascia arbustiva di arbusti $h > 3m$
- Fascia arbustiva con arbusti misti

Il tipologico *fascia arbustiva*, analogamente al tipologico *fasca arboreo-arbustiva*, presenta una larghezza di 3m ed una lunghezza di 30m. I sesti di impianto risultano differenti tra fasce di arbusti maggiori di 3m o miste (2,50m sulla fila e 1m tra le file) e fasce di arbusti inferiori a 3m (1,50m sulla fila e 1m tra le file). La variabilità nel sesto di impianto è da ricondursi al differente accrescimento medio delle specie arbustive che vanno a caratterizzare le categorie vegetazionali presenti lungo il tracciato. Il tipologico *fascia arbustiva di arbusti $h < 3m$* prevede numero 60 arbusti di altezza 60-80cm. Il tipologico *fascia arbustiva $h > 3m$* ed il tipologico *fascia arbustiva con arbusti misti* prevedono numero 36 arbusti di altezza 60-80cm. Nel caso della fascia arbustiva mista, che annovera sia specie ad accrescimento medio superiore a 3m, sia specie ad accrescimento medio inferiore a 3m, viene proposto il sesto di impianto maggiore (2,5m sulla fila e 1m tra le file) al fine di garantire un adeguato ed armonico sviluppo anche degli arbusti di sviluppo maggiore.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento (se composto su modellazione terra);
- ombreggiamento (se composto su modellazione terra);
- cannocchiale visivo (se composto su modellazione terra);
- barriera frangivento (se composto con altri tipologici di differente sviluppo);
- assorbimento polveri;
- dispersione polveri;
- corridoio ecologico avifauna e piccoli mammiferi-roditori;
- rinaturalizzazione;

17.4 *Fasce arbustive ornamentali*

Il tipologico *fasce arbustive ornamentali* presenta una larghezza di 3m e una lunghezza di 12m. Il sesto di impianto è 1m sulla fila e 1,5m tra le file per un totale di 24 arbusti. Si prevede di porre a dimora arbusti in vaso di diametro 15cm). Si prevede una piantumazione con telo pacciamante lungo la fila di larghezza approssimativa di 0,5m con una conseguente fascia inerbita tra i teli pacciamanti di larghezza 1m. In virtù del sesto di impianto relativamente fitto, la stessa fascia inerbita tra le file risulterà repentinamente coperta dalla vegetazione con un conseguente

abbattimento dei costi di manutenzione e gestione dell'impianto. Al fine di esaltare il valore ornamentale della composizione fin dalle prime fasi di realizzazione dell'opera si prevede di mettere a dimora piante, di pezzatura vivaistica ornamentale e non di tipologia forestale.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento (se composto su modellazione terra);
- ombreggiamento (se composto su modellazione terra);
- ornamentale;
- scenografica;
- assorbimento polveri;

17.5 *Macchia arboreo-arbustiva di interesse faunistico*

Il progetto prevede la *macchia arboreo-arbustiva di interesse faunistico*, in corrispondenza dei passaggi avifauna. La sua composizione è declinata, per ciascuna consociazione vegetazionale, su quelle specie dalle peculiari valenze nutrizionali e dalle caratteristiche morfologiche atte alla difesa-riparo-nidificazione dell'avifauna stessa. Il tipologico misura 15m X 15m con un totale di 6 alberi di III grandezza di pezzatura all'impianto 150-175cm di altezza e di 36 arbusti di pezzatura all'impianto 60-80cm di altezza. Tra gli arbusti si annoverano sia specie di sviluppo inferiore a 3m, sia arbusti a sviluppo superiore a 3m. Si prevede un sesto di impianto diffuso e vario al fine di massimizzare l'effetto naturale della composizione con la creazione di piccole radure e di zone più fitte.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento (se composto su modellazione terra);
- ombreggiamento (se composto su modellazione terra);
- barriera frangivento (se composto con altri tipologici di differente sviluppo);
- assorbimento polveri;
- corridoio ecologico avifauna e piccoli mammiferi-roditori;
- rinaturalizzazione;

17.6 *Bosco*

Il tipologico *bosco* presenta una dimensione di 24m X 24m in cui le specie arboree ed arbustive risultano distribuite tra le file ad una distanza di 3m; lungo la fila la distanza varia da 2m a 3m in funzione della pezzatura della pianta posta in essere (distanza 2m tra le piante di altezza 60-80cm e distanza 3m tra le piante di altezza 150-175cm). Si prevede di porre a dimora alberi di pezzatura differente, 24 alberi alti 150-175cm e 24 alti 60-80cm. Al fine di aumentare il valore ecologico e strutturale del bosco fin dalle prime fasi di impianto è stato deciso di variare ogni 12m lineari l'angolo di inserzione lungo la fila come rappresentato nello schema di impianto.

La presenza di un interfila di 3m permette di meccanizzare le cure colturali e, quindi, di ridurre i costi di gestione del bosco durante le fasi di crescita delle specie arboree ed arbustive.

Il bosco è un tassello ecologico di spiccata naturalità; pertanto, non è stato declinato in tutti gli ambiti, ma unicamente in quello naturalistico. Il bosco contempla sia specie arboree di differente classe di grandezza (prima, seconda, terza), sia specie arbustive di sviluppo vario e non uniforme, inferiori e maggiori a 3m.

Nel presente tipologico tutte le categorie vegetazionali individuate risultano elementi costitutori del bosco ad eccezione del *saliceto arbustivo di ripa* che, comprendendo unicamente specie arbustive, viene espresso nei tipologici costituiti dalla sola componente arbustiva.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento;
- barriera frangivento;
- barriera fonoassorbente;
- assorbimento polveri;
- macchia ecologica;
- rinaturalizzazione;

17.7 Prato arborato

Il tipologico *prato arborato* presenta una dimensione di 20m X 20m. Le specie arboree di prima, seconda e terza grandezza presentano un sesto di impianto diffuso e non omogeneo per un totale di 10 esemplare per unità di superficie. Si prevede di porre in opera alberi di pezzatura 175-250cm. Nel caso degli alberi ornamentali si prevede di porre a dimora esemplari di diametro tronco 10-12cm. Nel presente tipologico tutte le categorie vegetazionali individuate risultano elementi costitutori del *prato arborato* ad eccezione del *saliceto arbustivo di ripa* che, comprendendo unicamente specie arbustive, viene espresso nei tipologici costituiti dalla sola componente arbustiva.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- mascheramento;
- ombreggiamento;
- barriera frangivento (se composto con altri tipologici di differente sviluppo);
- assorbimento polveri;
- macchia ecologica;
- corridoio ecologico avifauna;

17.8 Prato stabile

Il tipologico *prato stabile*, nelle sue variabili *terreni basici* e *terreni acidi*, è il pattern erbaceo delle opere di mitigazione. Il prato è un elemento di superficie e forma variabile; è composto da specie erbacee (principalmente graminacee) che resistono bene al calpestamento continuo e a tagli successivi e ripetuti durante la primavera-estate. Si prevede un apporto di semente pari a 50g/mq.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- assorbimento polveri;
- macchia ecologica;
- rinaturalizzazione;

17.9 Prato fiorito

Il miscuglio si caratterizza per una continua e costante fioritura colorata lungo tutta la stagione vegetativa, dalla primavera all'autunno inoltrato. La scelta mirata e ragionata delle specie garantisce un ridotto apporto manutentivo e un aspetto decorativo anche durante il periodo invernale grazie alla presenza di graminacee microterme. Si prevede un apporto di semente pari a 50g/mq.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- assorbimento polveri;

- macchia ecologica;
- rinaturalizzazione;
- decorativa;
- scenografica;

17.10 Specie erbacee igrofile

Il tipologico *specie erbacee igrofile* assolve la funzione di copertura erbacea nelle realtà di accumulo acqua e di stagni con andamento variabile della falda e, conseguentemente, del livello del piano sommerso di bordo. Il progetto prevede di porre a dimora sia 'graminacee igrofile' (vaso diametro 15cm), sia 'altre specie igrofile' (vaso diametro 9-12cm). I sestri di impianto sono vari in funzione della specie in oggetto.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- macchia ecologica;
- rinaturalizzazione;
- riparo ittico e avifauna;

17.11 Specie rampicanti

Il tipologico *specie rampicanti* assolve la funzione di copertura verticale con elevato potere mitigante. Le specie previste sono tutte a rapido accrescimento e di elevata vigoria vegetativa. Il tipologico misura 12m di lunghezza. Si prevede di mettere a dimora numero 8 piante in vaso diametro 12cm con un sesto di impianto sulla fila di 150cm.

Funzioni compositive, mitigative e compensative

- assorbimento polveri;
- macchia ecologica;
- mascheramento;
- decorativa;
- scenografica;

18. TIPOLOGIE DI MITIGAZIONE DELLE OPERE STRADALI

Le tipologie qui di seguito descritte sono da ritenersi degli esempi di applicazione. Per l'aggregazione effettiva dei singoli elementi vegetali in rapporto alla tipologia stradale, e ambito si rimanda alle planimetrie dei tracciati e alle Sezioni.

Viadotto : Ricostruzione fascia fluviale;

Caratteristiche: Intervento di ricostruzione di fascia fluviale composto da fasce 3 mt. ripariali, 3+3 mt fasce igrofile arboreo arbustive – Boschi ripariali di ricongiunzione.

Adozione: Ricostruzione fascia ripariale interferita da costruzione viadotto

Rilevato : Tipico - Con modellamento morfologico;

Caratteristiche: Pista di manutenzione 3 mt.+ Fasce sp. 3+3+3 mt. arbustive + arboreo arbustive sp. 3+3+3 mt. di 3à, 2à, 1à

Pista di manutenzione 3 mt + Duna lineare 2/3 h.1,50 – 2,50 con fascia sp. 3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti> 3 mt, Alberi - 3à > 9 mt - 2à,> 15 mt- 1à>21 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Collegamento reti agroforestali, Ricostruzione quadro morfologico/ paesaggistico.

Trincea: Tipico - Con modellamento morfologico;

Caratteristiche: Fasce arbustive ornamentali interne 3 mt + fosso + Pista di manutenzione 3 mt.+ tutte le tipologie. Fasce arbustive ornamentali interne 3 mt + fosso + Pista di manutenzione 3 mt.+ Duna lineare 2/3 h.1,50 – 2,50 con fascia arbustiva sp. 3+3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti ornamentali> 3 mt, Alberi - 3à > 9 mt - 2à,> 15 mt- 1à>21 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Collegamento reti agroforestali, Ricostruzione quadro morfologico/ paesaggistico.

Trincea tra muri: Tipico - Con modellamento morfologico;

Caratteristiche: Muro rinverdito con specie rampicante + Pista di manutenzione 3 mt.+ Fasce sp. 3+3+3 mt. arbustive.

Muro rinverdito con specie rampicante + Duna lineare 3/2 h.1,50 – 2,50 con fascia arbustiva sp. 3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Rampicanti 1 mt. - Arbusti> 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Ricollegamento reti vegetali e agroforestali, Ricostruzione quadro morfologico/ paesaggistico. Sequenze visuali utente autostradale.

Rilevato: con barriera antirumore 1-2

Caratteristiche: Barriera antirumore + Fasce arbustive 3+3+3 mt + fosso.

Barriera antirumore + Fasce arbustive ornamentali interne 3 mt + fosso + Pista di manutenzione 3 mt.+ Tutte le tipologie

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt, Alberi - 3à > 9 mt - 2à,> 15 mt- 1à>21 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Collegamento reti agroforestali.

Rilevato su muri: con barriera antirumore – Con modellamento morfologico

Caratteristiche: Muro e barriera con specie rampicante + Pista di manutenzione 3 mt

Muro e barriera rinverdito con specie rampicante + Duna irregolare 2/3 h.1,50 – 2,50 con fascia arbustiva sp. 3+3+3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Rampicanti 3 mt. - Arbusti> 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti. Inserimento in ambito urbano

Trincea tra muri: con barriera antirumore;

Caratteristiche: Barriera antirumore + Pista di manutenzione 3 mt+ Duna lineare 3/2 h.1,50 – 2,50 con fascia arbustiva sp. 3+3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti. Inserimento in ambito urbano

Trincea: con barriera antirumore;

Caratteristiche: Fasce arbustive ornamentali interne 3+ 3 mt + Barriera antirumore + Pista di manutenzione 3 mt+ fosso + tutte le tipologie

Muro e barriera rinverdito con specie rampicante + Duna irregolare 2/3 h.1,50 – 2,50 con fascia arbustiva sp. 3+3+3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti ornamentali > 3 mt. Arbusti > 3 mt, Alberi - 3à > 9 mt - 2à, > 15 mt- 1à > 21 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Ricollegamento reti vegetali e agroforestali, Ricostruzione quadro morfologico/ paesaggistico. Sequenze visuali utente autostradale.

Galleria artificiale: Imbocco in ambito naturalistico;

Caratteristiche imbocco:

Area imbocco con ricopertura di terreno vegetale > 1 mt – Rimodellamento con copertura di terreno vegetale > 1 mt Fasce arbustive sp. 3+3 mt.

Caratteristiche ricopertura gallerie: Piantumazione alberi 1-2 grandezza con ricopertura > 2.5 mt

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Ricollegamento reti vegetali e agroforestali, Ripristino area di cantierizzazione.

Galleria artificiale: Imbocco in ambito agricolo;

Caratteristiche: Ricopertura galleria di terreno vegetale > 2 mt.

Area imbocco con ricopertura di terreno vegetale > 1 mt – Rimodellamento con copertura di terreno vegetale > 1 mt Fasce arbustive sp. 3 mt.

Caratteristiche ricopertura gallerie: Piantumazione alberi 1-2 grandezza con ricopertura > 2.5 mt

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Ricollegamento reti vegetali e agroforestali, Ripristino area di cantierizzazione – Ripristino area agricola.

Trincea: Piazzola di sosta; Impianto su scarpata

Caratteristiche: Fasce arbustive alternate a blocco con sesto d'impianto a quadro parallelo a trincea.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Sequenze visuali utente autostradale.

Strada extraurbana: Tipica in aree di int.se naturalistico - Con model.to morfologico

Caratteristiche: Fasce arbustive 3+ 3 mt – Pista di manutenzione + Duna lineare 3/2 h.1,50 con fascia arbustiva sp. 3+3 mt.

Distanze impianto da sede stradale: Arbusti > 3 mt.

Adozione: Mitigazione impatti diretti, Ricollegamento reti vegetali e agroforestali, Ricongiunzione reti poderali

Rilevato: Passaggio fauna in scatolare irriguo;

Caratteristiche: Passaggio fauna in scatolare irriguo con pista su uno o due lati non allagabile. Dimensioni varco minimo non allagabile mt.1,50 x 2,5h. Area imbocco con fascinata viva per risalita anfibi. Scogliera area imbocco con elementi lapidei intasati a terra – Recinzione speciale con telo ombreggiante e cannucciato sovrapposto a recinzione stradale. Macchie arboreo arbustive di interesse faunistico area minima 15x 15 mt

Adozione: Deframmentazione habitat – Rinaturalizzazione delle sponde.

Rilevato: Passaggio fauna in scatolare asciutto;

Caratteristiche: Passaggio fauna con pista interna >mt.1,50 x 2,5h. Area imbocco con scogliera e elementi lapidei intasati a terra - Allargamento del fosso di guardia in prossimità dell'imbocco – Recinzione speciale con telo ombreggiante e cannucciato sovrapposto a recinzione stradale. Macchie arboreo arbustive di interesse faunistico area minima 15x 15 mt

Adozione: Deframmentazione habitat

Trincea: Area imbocco passaggio fauna in sopravvia;

Caratteristiche: Modellamento terre di raccordo < 20 % >mt.1,50 x 2,5h. Area imbocco con scogliera e elementi lapidei intasati a terra su scarpata - Allargamento del fosso di guardia in prossimità dell'imbocco – Recinzione speciale con telo ombreggiante e cannucciato sovrapposto a recinzione stradale. Macchie arboreo arbustive di interesse faunistico di ricongiunzione a macchie di vegetazione esistenti o di nuova piantumazione.

Adozione: Deframmentazione habitat

Cavalcavia: Con passaggio fauna in affiancamento;

Caratteristiche: Pista in affiancamento a viabilità poderale con larghezza >mt.1,50 + rete ombreggiante su ambo i lati delle recinzioni. Pavimentazione in elementi lapidei intasati a cemento sp.10 cm e terra. Modellamento terre di raccordo < 20 % >mt.1,50 x 2,5h. Area imbocco a prato—

Recinzione speciale con telo ombreggiante e cannucciato sovrapposto a recinzione stradale. Macchie arboreo arbustive di interesse faunistico di ricongiunzione a macchie di vegetazione esistenti o di nuova piantumazione.

Adozione: Deframmentazione habitat

Ecodotto;

Caratteristiche: Sopravia tipico larghezza min. 15 mt. Copertura con terreno vegetale > 1 mt. Corsia centrale a prato con macchie arbustive di interesse faunistico + rete ombreggiante su ambo i lati della sopravia. Modellamento terre di raccordo < 20 % > mt. 1,50 x 2,5h. Recinzione speciale con telo ombreggiante e cannucciato sovrapposto a recinzione stradale. Area imbocco con elementi lapidei intasati a terra. Macchie arboreo arbustive di interesse faunistico di ricongiunzione a macchie di vegetazione esistenti o di nuova piantumazione.

Adozione: Deframmentazione habitat

Rimodellamento vasche di laminazione e fitodepurazione.

Caratteristiche: Rimodellamento tipico per scarpate di vasche di laminazione/fitodepurazione con pendenze < 2/3 e interventi di ing. Naturalistica per il consolidamento del versante soggetto a piena.

19. OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Al fine di minimizzare gli impatti sui sistemi ambientali e idrici attraversati dal tracciato autostradale in oggetto, saranno utilizzati interventi di ingegneria naturalistica per la realizzazione di interventi di difesa, consolidamento e riqualificazione spondale in ambiente idrico, ma anche di consolidamento e rinaturalizzazione delle scarpate in ambiente asciutto come ad esempio le incisioni dei terrazzi fluviali e per i versanti boscati con pendenze superiori al 40 %.

Cordonata viva

Qui di seguito vengono elencati alcuni interventi di ingegneria naturalistica ritenuti idonei per le opere di consolidamento in ambiente asciutto – Cordonata viva. (Scheda estratta da 'Quaderno di opere tipo di ingegneria naturalistica' – *Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia* – 1° suppl. Straordinario al n. 10-9 maggio 2000).

1 Descrizione dell'opera e funzioni principali

È un'opera che prevede la realizzazione di banchine perpendicolari alla linea di massima pendenza, costituite da uno scavo a reggipoggio (10°), nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo.

È finalizzata alla stabilizzazione di tipo meccanico di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili.

Esistono due tipi di cordonate:

- cordonata secondo Couturier;
- cordonata secondo Praxl, con o senza piloti;

che si differenziano sia per il tipo di materiale vivo impiegato, sia per l'utilizzo di tondame e materiale morto (cordonata secondo Praxl) (vedi fig. 1).

2 Campi di applicazione

Utile per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali e artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone in erosione, di terreni con la marcata tendenza allo smottamento.

Adatta anche in condizioni pedologiche difficili, poiché migliora la struttura del suolo ed aumenta l'apporto di sostanza organica; migliora anche il drenaggio in terreni umidi, argillosi o marnosi.

3 Fattibilità

Non possono essere utilizzate per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante. Si differenzia dalle gradonate per la maggior quantità di materiale. Questo intervento consente però di migliorare efficacemente la stabilità superficiale del versante.

4 Materiali impiegati

Cordonata secondo Couturier:

- piantine di due anni (olmo, acero, nocciolo, biancospino, ecc.).

Cordonata secondo Praxl:

- stangame reperito in loco, preferibilmente di resinosa o castagno con corteccia, avente $\varnothing = 6 \text{ } \square \text{ } 12 \text{ cm}$ e $l > 2 \text{ m}$;
- picchetti in legno $\varnothing = 12 \text{ } \square \text{ } 15 \text{ cm}$ o piloti in ferro profilati a «T» idonei a sostenere la struttura;
- tondini in ferro;
- filo di ferro zincato;
- talee di salice o altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa, di lunghezza $> 60 \text{ cm}$ e $\varnothing = 3 \text{ } \square \text{ } 10 \text{ cm}$;
- piantine a radice nuda o in fitocella;
- abbondante ramaglia di conifere.

5 Modalità di esecuzione

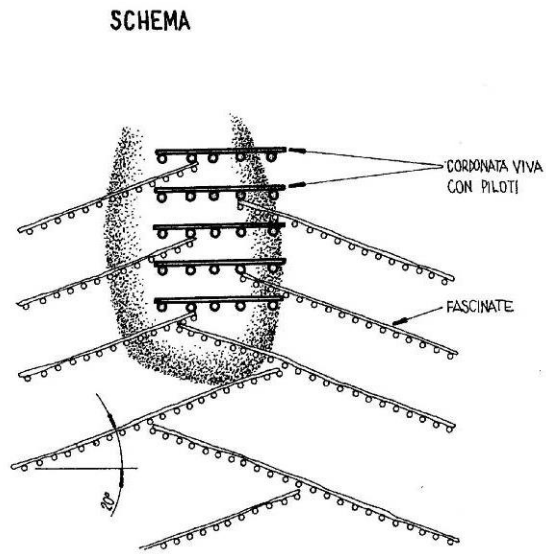
Per tutti i tipi di cordonate si realizzano dei gradoni, scavando delle banchine di profondità pari a $50 \text{ } \square \text{ } 100 \text{ cm}$, con contropendenza a monte di circa 10°, realizzando lo scavo lungo le isopse senza destabilizzare il pendio. Tanto più ripido sarà il versante tanto meno profonda dovrà essere la banchina. L'opera procede dal basso verso l'alto, in modo che il materiale di scavo della banchina superiore serva come rinterro per quella sottostante. In questo modo quando si è arrivati alla sommità del pendio le parti inferiori sono rimboschite, ad eccezione dell'ultimo gradone per il riempimento del quale è necessario eseguire un piccolo scavo a monte.

I gradoni sono di solito disposti secondo le curve di livello, ma possono anche essere leggermente inclinati in modo da favorire il drenaggio. La distanza tra i gradoni è pari a circa 2 m ed è funzione della natura del terreno, soprattutto della sua tendenza allo scivolamento (vedi fig. 2).

Cordonata secondo Couturier: sulla superficie della banchina vengono messe a dimora delle piantine, in modo tale che risultino perfettamente verticali. Le piantine vengono fermate provvisoriamente con un po' di terra e quindi ricoperte con il terreno proveniente dallo scavo della banchina soprastante, fino a riempimento completo della buca. Dopo due o tre anni il terreno al di sopra delle siepi è diventato idoneo a consentire l'impianto di opportune essenze arboree.

Cordonata secondo Praxl: lungo i bordi interno ed esterno della banchina viene posto in opera longitudinalmente dello stangame, preferibilmente di resinosa o di castagno con corteccia; viene quindi posto sul fondo un letto continuo di ramaglia in preferenza di conifere. Si realizza in tal modo uno scheletro di sostegno del terreno. Il tutto viene ricoperto da uno strato di terreno vegetale di spessore di circa 10 cm; quindi vengono poste a dimora le talee nella quantità di $10 \text{ } \square \text{ } 20$ talee al metro o, in alternativa, le piantine a radice nuda, a distanza reciproca di $20 \text{ } \square \text{ } 25 \text{ cm}$. Le talee devono essere $10 \text{ } \square \text{ } 20 \text{ cm}$ più lunghe rispetto alla profondità della banchina, in modo da sporgere verso l'esterno.

Nella variante con piloti, lo stangame longitudinale viene fissato con i piloti di ferro o legno, che vengono infissi nel terreno per almeno $80 \text{ } \square \text{ } 120 \text{ cm}$ (vedi fig. 3).



Schema Cordonata viva appena posta.

20. TIPOLOGIE DI MITIGAZIONE AREA DI CANTIERE

Le fasce arboree e arbustive dovranno essere specie a rapido accrescimento affinché l'effetto positivo si eserciti da subito, in attesa che le altre raggiungano l'altezza desiderata, da introdurre nelle primissime fasi di installazione dei cantieri, come opere provvisorie.

Ai fini del cronoprogramma di cantiere, sulla base delle risultanze delle indagini faunistiche, dovrà essere stilato un crono programma nel rispetto dei periodi di maggior attività biologica, con previsione di sospensione delle attività maggiormente impattanti nei periodi di accoppiamento e riproduzione nelle aree ad elevata valenza ambientale precedentemente individuate.

Di seguito vengono descritti cinque tipologie ambientali del progetto di mitigazione dei cantieri. Ciascun tipologia viene qui di seguito dettagliato nelle sue caratteristiche compositive al fine di definire le dimensioni dello stesso ed i relativi sestri di impianto.

In calce alla descrizione di ogni singolo tipologia si riporta lo schema planimetrico di impianto ed una tabella riassuntiva utile a definire la composizione vegetazionale di ciascun tipologia in relazione alla consociazione vegetazionale e all'ambito di intervento (naturalistico, agricolo, peri-urbano e urbano).

L'utilizzo delle singole tipologie all'interno delle aree di cantiere ha seguito dei parametri di linea generale di seguito descritti:

- Mitigazione da polveri e rumore (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza degli abitati vicini
- Mitigazione da polveri (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza dei campi agricoli confinanti
- Mitigazione da polveri e rumore (prodotti dai macchinari di cantiere) in corrispondenza dei corsi d'acqua
- Mitigazione visiva delle aree cantiere e dei macchinari in esse presenti.

20.1 *Duna semplice*

Caratteristiche

Si prevedono dune con altezze variabili in base alle necessità di mitigazione del cantiere (da un min. di 3 metri ad un max di 5 metri) con pendenza di scarpata 2:3. I terreni dovranno provenire da scotici superficiali. Non è prevista nessuna piantumazione sulle scarpate della duna.

La duna verrà realizzata all'interno dell'area di cantiere a 50 cm di distanza dalla recinzione di delimitazione dell'area di cantiere.

20.2 *Duna con arbusti h>3m*

Caratteristiche

Si prevedono dune con altezze variabili in base alle necessità di mitigazione (da un min. di 3 metri ad un max di 5 metri) con pendenza di scarpata 2:3. I terreni dovranno provenire da scotici superficiali.

Il tipologia utilizzato sulle scarpate sarà la fascia arbustiva con arbusti di altezza maggiore di 3 metri che presenta una larghezza di 3m ed una lunghezza di 30m. Si può prevedere

l'affiancamento di più fasce arbustive a costituire fasce di 3m-6m (o multipli) a seconda della mitigazione più o meno importante da apportare all'area di cantiere sulla duna.

Le scarpate verranno realizzate all'interno dell'area di cantiere a 50 cm di distanza dalla recinzione di delimitazione.

Specie e schema di impianto

Il progetto prevede, a parità di consociazione vegetale, la presenza/assenza delle singole specie e la variazione delle relative percentuali di distribuzione in funzione degli ambiti di intervento (naturalistico, agricolo e perturbano-urbano). Qui di seguito vengono riportate le percentuali di distribuzione delle singole specie di ciascuna consociazione vegetale nei vari ambiti, oltre allo schema grafico di impianto. Nell'ambito della consociazione 'alberi e arbusti ornamentali per parchi urbani' non vengono riportate le percentuali di distribuzioni perché individuate in ogni singolo caso puntuale. Per quanto concerne le medesime consociazioni vegetali modificate e redatte nell'ipotesi della presenza dell'insetto *Anoplophora chinensis* si rimanda alla Relazione Generale.

20.3 Filare doppio arboreo

Caratteristiche

Il filare doppio arboreo di alberi colonnari (*Populus nigra* var. *Italica*) di mitigazione dei cantieri prevede la messa a dimora degli alberi con un sesto di impianto sulla fila di 4 metri tra una pianta e l'altra e tra le file di 2 metri. Il progetto prevede la messa a dimora di alberi di altezza 150-250cm.

Il filare doppio arboreo verrà piantumato all'interno della recinzione di cantiere ad un metro di distanza da quest'ultima.

20.4 Fascia arbustiva di arbusti $h > 3m$

Caratteristiche

Il tipologico fascia arbustiva con arbusti di altezza maggiore di 3 metri, presenta una larghezza di 3m ed una lunghezza di 30m. Si può prevedere l'affiancamento di più fasce arbustive a costituire fasce di 3m-6m (o multipli) a seconda della mitigazione più o meno importante da apportare all'area di cantiere.

Le specie da utilizzare saranno quelle relative alle consociazioni vegetali

Il sesto di impianto risulta di 2,50m sulla fila e 1m tra le file. La fascia arbustiva verrà piantumata a 50 cm di distanza dalla recinzione di delimitazione di cantiere.

Specie e schema di impianto

Il progetto prevede, a parità di consociazione vegetale, la presenza/assenza delle singole specie e la variazione delle relative percentuali di distribuzione in funzione degli ambiti di intervento (naturalistico, agricolo e perturbano-urbano). Qui di seguito vengono riportate le percentuali di distribuzione delle singole specie di ciascuna consociazione vegetale nei vari ambiti, oltre allo schema grafico di impianto. Nell'ambito della consociazione 'alberi e arbusti ornamentali per parchi urbani' non vengono riportate le percentuali di distribuzioni perché individuate in ogni singolo caso

puntuale. Per quanto concerne le medesime consociazioni vegetali modificate e redatte nell'ipotesi della presenza dell'insetto *Anoplophora chinensis* si rimanda alla Relazione Generale.

20.5 Fascia arbustiva di ripa $h < 3m$

Caratteristiche

Il tipologico *fascia arbustiva di ripa con arbusti di altezza minore di 3 metri*, presenta una larghezza di 3m ed una lunghezza di 30m. Si può prevedere l'affiancamento di più fasce arbustive a costituire fasce di 3m-6m (o multipli) a seconda della mitigazione più o meno importante da apportare all'area di cantiere. Il sesto di impianto risulta di 1,50m sulla fila e 1m tra le file. La fascia arbustiva verrà piantumata a 50 cm di distanza dalla recinzione di delimitazione di cantiere che preserverà in parte la vegetazione esistente lungo l'alveo.

Specie e schema di impianto

Le specie da utilizzare saranno quelle tipiche del *saliceto arbustivo di ripa* (*Salix triandra*, *Salix cinerea*, *Salix purpurea*, *Frangula alnus* e *Crataegus monogyna*).

Qui di seguito vengono riportate le percentuali di distribuzione delle singole specie nella consociazione vegetale di riferimento, oltre allo schema grafico di impianto.