

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

**AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA
TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD**

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

RELAZIONE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Davide Canuti
Ord. Ing. Milano N. 21033
RESPONSABILE AMBIENTE

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Federica Ferrari
Ord. Ingg. Milano N. 21082

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

RIFERIMENTO PROGETTO													RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:										
Codice	Commessa	Lotto, Sub- Cod. Appalto	Prog.	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.																			
						tipologia		progressivo																									
1	1	1	3	0	6	0	0	0	1	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A	M	B	0	0	0	8			SCALA: -

 	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082				n.	data
					1	-
					2	-
					3	-
REDATTO:	-	VERIFICATO:	-	4	-	

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p> <p>autostrade // per l'italia</p> <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Tosi</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p>
--	--	---

INDICE

1	ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA.....	4	1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	54
1.1	INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO.....	4	1.2	INTRODUZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI VETTORI PRINCIPALI.....	54
1.1.1	Vento.....	4	1.3	STATO QUALI-QUANTITATIVO DEI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI.....	56
1.1.2	Temperatura.....	6	1.4	SISTEMA DI DRENAGGIO ATTUALE DELLA PIATTAFORMA.....	59
1.1.3	Stabilità atmosferica.....	6	1.4.1	Schema funzionale.....	59
1.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	8	1.4.2	Aspetti quantitativi.....	59
1.3	LA PROGRAMMAZIONE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA E LA ZONIZZAZIONE.....	8	1.4.3	Indicazioni degli enti competenti.....	62
1.4	LO STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	13	1.5	INTERVENTI IDRAULICI DI PROGETTO.....	63
1.4.1	Sintesi dei dati di monitoraggio delle stazioni fisse.....	15	1.6	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA.....	64
1.4.2	Sintesi dei dati di monitoraggio del mezzo mobile.....	16	1.7	DEFINIZIONE DEI RICETTORI.....	64
1.5	QUADRO EMISSIVO.....	20	1.7.1	Limiti qualitativi.....	68
1.5.1	Metodologia di calcolo delle emissioni.....	21	1.7.2	Limiti quantitativi.....	69
1.5.2	Ripartizione del parco circolante nel 2014 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.....	21	1.8	SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO AUTOSTRDALE.....	69
1.5.3	Metodologia per la ricostruzione del parco circolante nel 2025 e nel 2035.....	22	1.9	GLI IMPATTI ATTESI SUL SISTEMA DELLE ACQUE.....	70
1.5.3.1	Ripartizione del parco circolante nel 2025 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.....	26	1.10	MISURE DI MITIGAZIONE.....	72
1.5.3.2	Ripartizione del parco circolante nel 2035 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.....	27	1.10.1	Fase di cantiere.....	72
1.5.4	Modulazioni dei flussi di traffico.....	28	1.10.2	Fase di esercizio.....	73
1.5.5	Emissioni dei diversi scenari.....	30	3	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	74
1.6	DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI: METODOLOGIA DI STIMA E RISULTATI.....	32	3.1	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA.....	74
1.6.1	Descrizione del modello ARIA Impact.....	32	3.1.1	Riferimenti normativi.....	74
1.6.2	Relazione semi-empirica tra le concentrazioni in aria di NO _x e NO ₂	34	3.1.2	Inquadramento geologico-strutturale.....	74
1.6.3	Risultati.....	35	3.1.3	Stratigrafia.....	75
1.6.3.1	Valori di concentrazione stimati nel dominio e presso i recettori.....	41	3.1.4	Geomorfologia.....	76
1.6.3.2	Caratterizzazione del fondo ambientale.....	43	3.1.5	Descrizione del tracciato in relazione agli aspetti geologici e geomorfologici.....	77
1.7	FASE DI CANTIERE.....	44	3.1.6	Sismica.....	77
1.7.1	Premessa.....	44	3.1.7	Descrizione del tracciato in relazione agli aspetti geologici e geomorfologici.....	78
1.7.2	Lo scenario di cantiere.....	44	3.1.8	Subsidenza.....	82
1.7.3	Modello di calcolo.....	47	3.1.9	Caratteristiche pedologiche dei suoli e loro capacità d'uso.....	83
1.7.4	Fonti di emissione.....	47	3.2	USO DEL SUOLO.....	86
1.7.5	Fattori di emissione.....	47	3.3	IDROGEOLOGIA.....	87
1.7.5.1	Polvere sollevata dal transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere.....	48	3.3.1	Riferimenti normativi.....	87
1.7.5.2	Polvere sollevata per erosione dalle aree di stoccaggio temporaneo.....	48	3.3.2	Aspetti generali della idrogeologia della pianura tra Bologna e Ferrara.....	88
1.7.5.3	Polvere generata dalla movimentazione e risistemazione delle terre.....	49	3.3.3	Il tracciato dell'A13 in relazione agli aspetti idrogeologici.....	90
1.7.5.3.1	Polvere sollevata dall'attività di scotico.....	49	3.4	IMPATTI ATTESI SU SUOLO, SOTTOSUOLO E IDROGEOLOGIA.....	93
1.7.5.3.2	Attività degli escavatori/pale.....	49	3.5	MISURE DI MITIGAZIONE.....	95
1.7.5.3.3	Polvere sollevata per l'attività di compattazione.....	49	4	VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA, ECOSISTEMI.....	97
1.7.5.4	Carico e scarico dagli autocarri.....	49	4.1	METODOLOGIA.....	97
1.7.5.5	Emissioni di polveri dovute al funzionamento dell'impianto di frantumazione.....	49	4.2	ASPETTI FLORISTICI.....	97
1.7.5.6	Polvere generata dai motori dei mezzi presenti nelle aree di cantiere.....	49	4.2.1	La flora vascolare.....	97
1.7.6	Stima degli impatti.....	49	4.2.1.1	Spettro biologico.....	99
1.8	CONCLUSIONI.....	53	4.2.1.2	Spettro corologico.....	100
2	AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE.....	54	4.2.2	Specie di interesse comunitario e specie di interesse conservazionistico.....	101
			4.2.3	Specie alloctone ed invasive.....	103
			4.3	ASPETTI VEGETAZIONALI ED ECOLOGICI.....	105

4.3.1	Vegetazione delle acque interne	105	5.3.4	Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 Novembre 2000 sui piani di contenimento e abbattimento del rumore 144	144
4.3.1.1	Vegetazione degli ambienti lotici (acque correnti).....	105	5.3.5	Decreto del Presidente della Repubblica n°142 del 30 marzo 2004 – “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.”	145
4.3.1.2	Vegetazione degli ambienti lentic (zone umide).....	111	5.3.6	Decreto n. 194, 19 agosto 2005.....	146
4.3.2	Compagini erbacee degli incolti, degli argini dei corsi d'acqua e delle scarpate delle banchine stradali (con eventuali bordure arboree-arbustive colonizzatrici).....	115	5.3.7	Normativa regionale.....	147
4.3.3	Siepi e filari.....	116	5.3.8	Classificazioni acustiche comunali.....	147
4.3.4	Gli spazi naturali all'interno dei campi coltivati.....	116	5.3.9	Conclusioni operative.....	148
4.3.5	Canali, fossi e scoline	118	5.4	CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE	149
4.3.6	Altri elementi cartografati di basso o nullo significato naturalistico.....	118	5.4.1	Censimento dei ricettori.....	149
4.4	ASPETTI FAUNISTICI.....	119	5.4.2	Ricettori sensibili.....	149
4.4.1	Ripartizione tassonomica dei taxa vertebrati in elenco.....	119	5.4.3	Sorgenti di rumore concorsuali.....	149
4.4.2	Pesci.....	120	5.4.4	Clima acustico attuale e monitoraggio acustico ante-operam.....	149
4.4.3	Anfibi e Rettili.....	121	5.5	ANALISI PREVISIONALE	153
4.4.4	Uccelli.....	122	5.5.1	Descrizione del modello previsionale IMMI.....	153
4.4.5	Mammiferi.....	125	5.5.2	Concorsualità acustica.....	154
4.4.6	Specie di interesse comunitario e protezionistico.....	126	5.5.2.1	Metodologia per la considerazione della concorsualità.....	154
4.4.7	Specie alloctone e aliene invasive.....	127	1.10.2.1	Identificazione di significatività della sorgente concorsuale (Fase 1)	154
4.4.8	Cenni sui principali taxa invertebrati.....	128	1.10.2.2	Definizione dei limiti di soglia (Fase 2).....	154
4.5	CORRIDOI E NODI DELLA RETE ECOLOGICA.....	130	1.10.2.3	Verifica di effettiva concorsualità secondo quanto previsto dall'All.4 del DMA 29/11/2000	155
4.5.1	Corridoi ecologici fluviali.....	130	5.5.3	Modelli previsionali.....	156
4.5.1.1	Il Fiume Reno.....	130	5.5.4	Dati di traffico.....	157
4.5.1.2	Il Canale Navile e il Canale della Botte.....	132	5.5.5	Taratura del modello Previsionale.....	158
4.5.2	I nodi ecologici.....	132	5.5.6	Previsione dei livelli di rumore ai ricettori.....	159
4.5.2.1	Il nodo ecologico IT4050024 “Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella”	133	1.10.2.4	Localizzazione dei punti di calcolo	159
4.6	GLI IMPATTI ATTESI SU VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI.....	135	5.5.7	Specifiche di calcolo.....	159
4.6.1	Identificazione e descrizione dei fattori causali di impatto.....	135	5.5.8	Scenari simulati.....	159
4.6.2	Identificazione dei potenziali impatti generati dal progetto.....	135	5.5.9	Definizione del sistema di mitigazioni	159
4.6.3	Definizione e analisi dei possibili impatti e relative misure di mitigazione.....	136	1.10.2.5	Interventi lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore.....	160
4.6.4	Aspetti quantitativi: la vegetazione interferita dal progetto e le relative misure di mitigazione	140	1.10.2.6	Interventi diretti sui ricettori	160
4.6.5	Conclusioni.....	142	1.10.2.7	Risultati delle simulazioni.....	161
5	RUMORE.....	143	5.6	FASE DI CANTIERE.....	163
5.1	INQUADRAMENTO DEL SISTEMA INSEDIATIVO	143	5.6.1	SINTESI DEL PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE.....	163
5.2	RIFERIMENTI NORMATIVI	143	5.6.2	VALUTAZIONI DI IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE.....	163
5.2.1	Normativa europea.....	143	5.6.2.1	Inquadramento normativo e impostazioni generali dello studio	163
5.2.2	Normativa nazionale.....	143	5.6.3	Metodologia generale dello studio.....	163
5.2.3	Normativa regionale	143	1.10.2.8	Caratterizzazione del clima acustico.....	163
5.2.4	Normativa tecnica.....	144	1.10.2.9	Caratteristiche acustiche delle sorgenti.....	164
5.3	ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE.....	144	1.10.2.10	Impostazioni di calcolo.....	165
5.3.1	Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico n°447 del 26 ottobre 1995	144	1.10.2.11	Mitigazioni generali	165
5.3.2	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”	144	5.6.4	Sorgenti inquinanti associate alle attività dei cantieri	165
5.3.3	Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16 Marzo 1998 – “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”	144	1.10.2.12	Impatti cantieri fissi.....	165
			1.10.2.13	Contesto antropico e ambientale.....	167
			1.10.2.14	Verifica della compatibilità degli impatti.....	167
			5.6.5	Impatti cantieri mobili.....	172

1.10.2.15	Verifica della compatibilità degli impatti	172	9.2	IMPIANTO METODOLOGICO	227
5.6.6	CONCLUSIONI	174	9.2.1	Metodologia generale di lavoro	227
6	VIBRAZIONI.....	175	9.3	ANALISI DELLE INTERFERENZE PER SINGOLE COMPONENTI.....	229
1.1	INTRODUZIONE E DESCRIZIONE DEL FENOMENO	175			
1.2	QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO.....	176			
1.3	STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	178			
1.4	STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	179			
1.4.1	Stima livelli vibrazionali	179			
1.4.1.1	Attenuazione per dissipazione interna del terreno.....	180			
1.4.1.2	Attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno.....	181			
1.4.1.3	Propagazione all'interno dell'edificio	181			
1.4.1.4	Emissioni di riferimento.....	182			
1.4.1.5	Individuazione dei ricettori potenzialmente impattati	182			
1.4.2	Modalità di gestione del disturbo dovuto alle vibrazioni.....	183			
7	SALUTE PUBBLICA.....	184			
7.1	CARATTERIZZAZIONE DELLA POPOLAZIONE.....	185			
7.1.1	Popolazione interessata	185			
7.1.2	Dati di mortalità	186			
7.1.2.1	Mortalità in Emilia Romagna	186			
7.2	DEFINIZIONE DELL'ATTUALE SCENARIO E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	190			
7.2.1	Inquinamento atmosferico.....	191			
7.2.1.1	Stime di esposizione della popolazione.....	191			
7.2.2	Inquinamento acustico	198			
7.2.3	Disturbo da vibrazioni	199			
7.2.4	Incidentalità stradale	199			
7.2.5	Stabilimenti a rischio di incidente rilevante	200			
8	PAESAGGIO.....	202			
8.1	LE DINAMICHE CHE HANNO GENERATO IL PAESAGGIO ATTRAVERSATO DALL'INTERVENTO IN PROGETTO.....	202			
8.2	PAESAGGIO RURALE ATTUALE.....	207			
8.3	PAESAGGI URBANI INTERFERITI	215			
8.4	LA PERCEZIONE DEL NASTRO AUTOSTRADALE E LA PERCEZIONE DEL PAESAGGIO DALL'AUTOSTRADA	217			
8.5	LE AREE E GLI ELEMENTI PAESAGGISTI DA TUTELARE INDIVIDUATI DALLA PIANIFICAZIONE GENERALE E PAESISTICA.....	218			
8.5.1	Le Unità di Paesaggio.....	218			
8.6	PAESAGGI, AREE ED EDIFICI TUTELATI DAL DLGS 42/04 E DAGLI STRUMENTI URBANISTICI	219			
8.6.1	Introduzione	219			
8.6.2	I beni storico- architettonici e culturali interferiti.....	220			
8.6.3	Le aree tutelate interferite	222			
8.7	ELEMENTI PER LA RELAZIONE PAESAGGISTICA	224			
8.7.1	Introduzione	224			
8.8	GLI IMPATTI SUL PAESAGGIO E LE MITIGAZIONI NECESSARIE	224			
9	SINTESI DEL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE.....	226			
9.1	FINALITÀ ED OBIETTIVI GENERALI	226			

1 ATMOSFERA E QUALITÀ DELL'ARIA

1.1 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

La climatologia dell'area è descritta utilizzando la stessa base dati usata per effettuare la simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Le simulazioni modellistiche effettuate con il modello gaussiano ARIA Impact richiedono la conoscenza delle seguenti variabili meteorologiche per un punto all'interno del dominio di calcolo:

- Velocità media del vento;
- Direzione di provenienza del vento;
- Temperatura dell'aria;
- Classe di stabilità di Pasquill.

Le variabili meteorologiche sono state estratte da un preesistente dataset meteorologico annuale tridimensionale a scala regionale ottenuto a partire dai dati delle stazioni meteorologiche al suolo di tipo SYNOP e METAR, le stazioni meteorologiche delle reti regionali, dai campi tridimensionali di modelli a scala europea e il modello meteorologico prognostico RAMS. Questo dataset è costituito da campi meteorologici tridimensionali (matrici di vento, temperatura e umidità) e bidimensionali (precipitazione e COPERTura nuvolosa) a risoluzione orizzontale di 4 km ed è disponibile per l'anno 2007.

Tali variabili sono state estratte con dettaglio orario per l'intero anno 2007 in un punto di coordinate UTM 32 695000, 4949000 m, all'interno del comune di Bentivoglio, ad una quota di 10 m.

1.1.1 Vento

La rosa dei venti relativa al punto di estrazione del dato (Figura 1-1) è condizionata dalla presenza della catena appenninica a ridosso della pianura. Le calme di vento hanno una ricorrenza più bassa rispetto ad altri siti di pianura e la rotazione del vento tra ore diurne e notturne è marcata.

Complessivamente il 16.6% delle ore è caratterizzato da venti inferiori a 1 m/s e sono presenti venti provenienti da quasi tutte le direzioni. Le direzioni principali sono quelle occidentali, mentre risultano meno significative quelle comprese tra SSO e SE.

Le ore diurne (Figura 1-2) sono caratterizzate da venti provenienti da Ovest ed Est e hanno una minore rilevanza di calme di vento (12.1%).

Le ore notturne presentano una direzione prevalente da Ovest ed una rotazione verso SO. (Figura 1-3). Nelle ore notturne i venti sono generalmente meno intensi rispetto alle ore diurne e le ore con vento inferiore a 1 m/s sono il 21.2% del totale.

Rosa dei Venti - Bentivoglio (quota 10 m) - Anno 2007

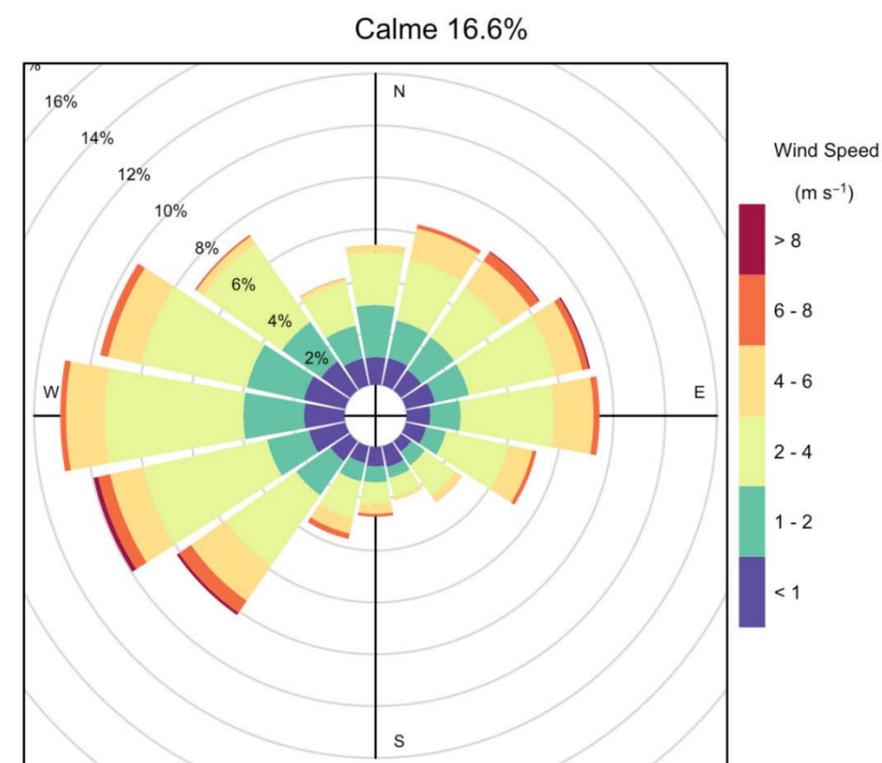


Figura 1-1: Rosa dei venti nel punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

Rosa dei Venti diurna - Bentivoglio (quota 10 m) - Anno 2007

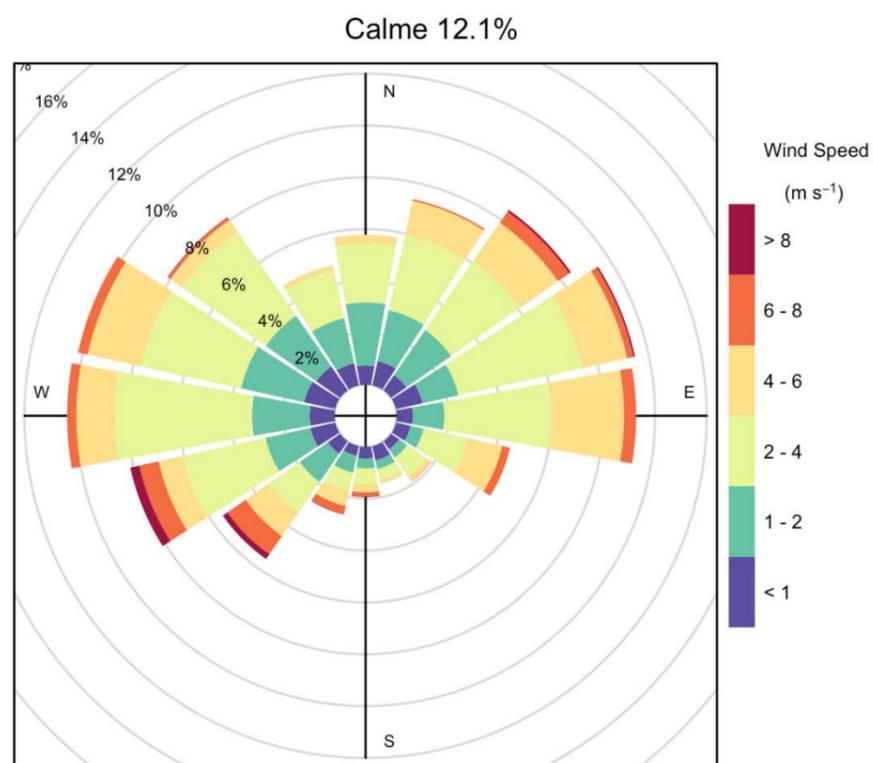


Figura 1-2: Rosa dei venti diurna nel punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

Rosa dei Venti notturna - Bentivoglio (quota 10 m) - Anno 2007

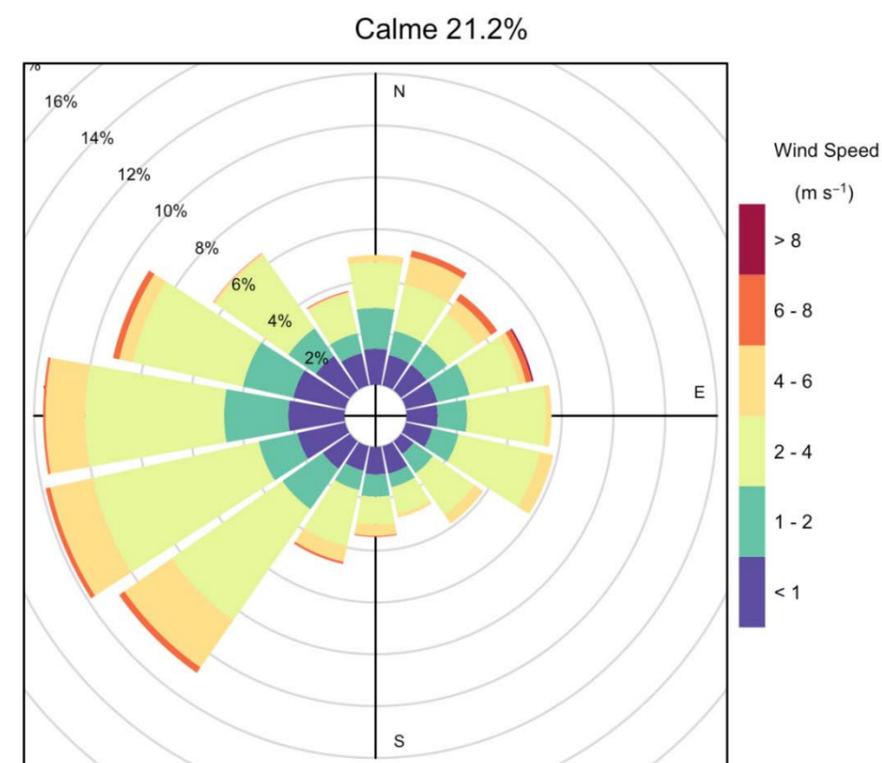


Figura 1-3: Rosa dei venti notturna nel punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

Per confronto con i dati esposti si riportano le rose dei venti elaborate da ARPA Emilia Romagna nell'ambito della descrizione degli impatti di un impianto di cogenerazione situato nel Comune di Casalecchio sul Reno. I dati sono stati registrati nel decennio 1986-1995 dalle stazioni meteorologiche collocate nel Comune di Bologna e nel Comune di Molinella all'interno di un raggio di 20 km dal punto nel quale sono state elaborate le rose dei venti raffigurate nelle immagini precedenti.

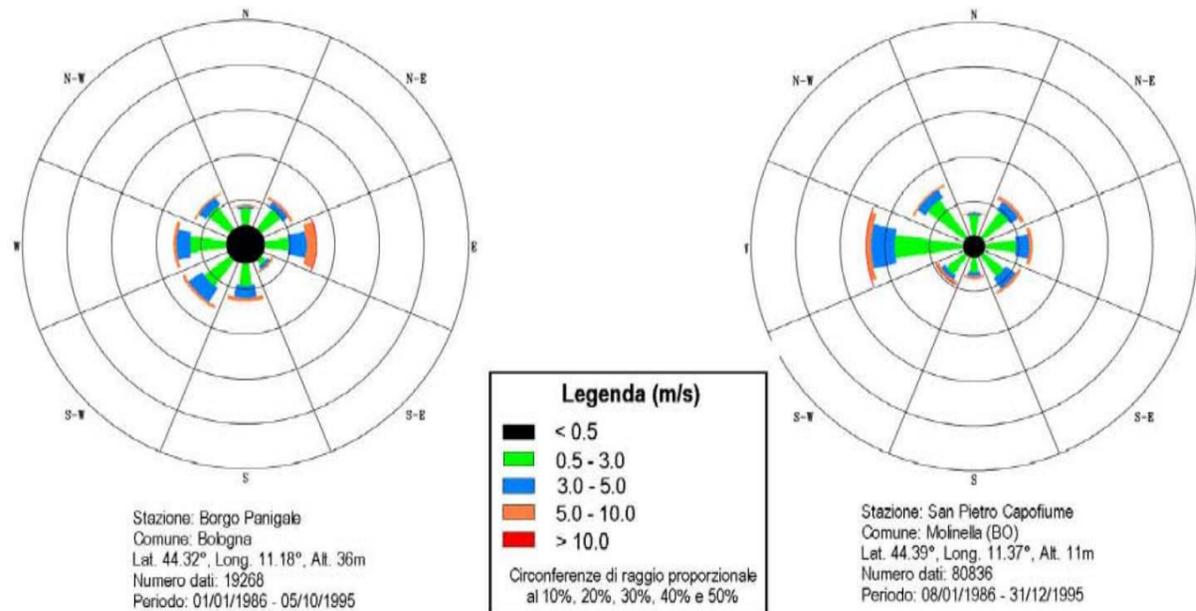
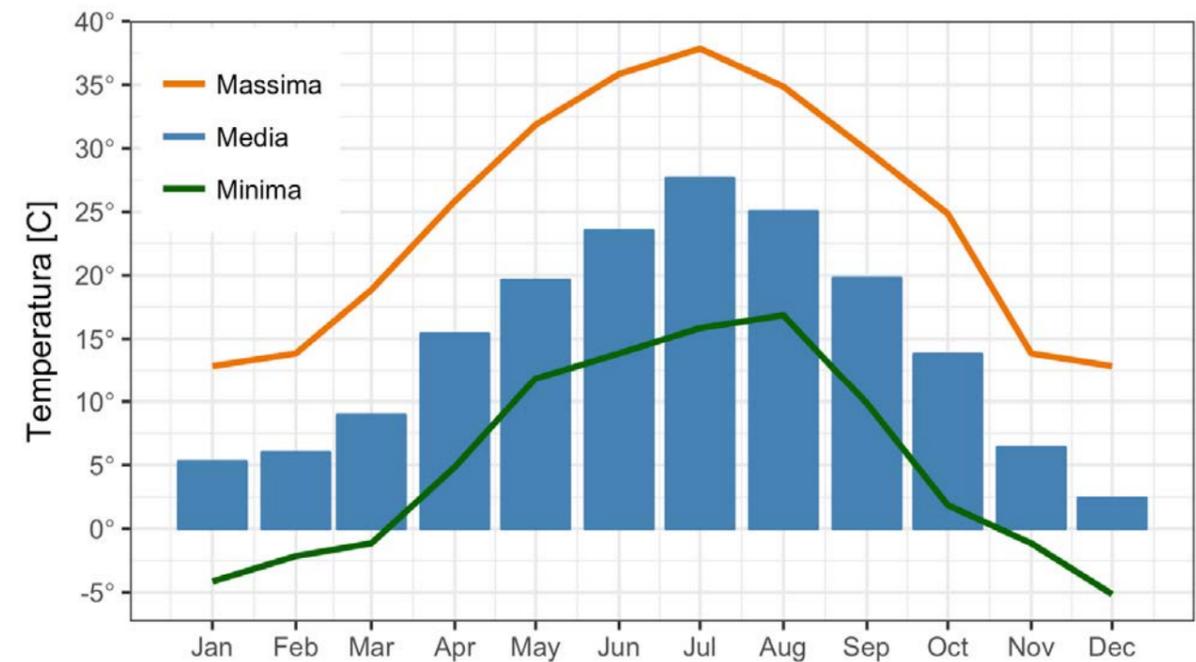


Figura 1-4: Rose dei venti relative alle stazioni di Borgo Panigale (Bologna) e San Pietro Capofiume (Molinella); dati del decennio 1986-1995.

1.1.2 Temperatura

L'andamento annuale della temperatura è riportato in Figura 1-5. Il massimo della temperatura è individuato a luglio sia per il valore medio mensile 27.6 °C, che per il valore massimo 37.9 °C. Il minimo della temperatura si verifica a dicembre sia per quanto concerne il valore medio mensile, 2.4 °C, che per quanto riguarda il valore minimo assoluto, -5.1 °C. L'escursione della temperatura è piuttosto marcata come ci si aspetta da un sito caratterizzato da clima sub-continentale.



max	12.9	13.9	18.9	25.9	31.9	35.9	37.9	34.9	29.9	24.9	13.9	12.9
media	5.3	6.0	8.9	15.4	19.6	23.5	27.6	25.0	19.8	13.8	6.4	2.4
min	-4.1	-2.1	-1.1	4.9	11.9	13.9	15.9	16.9	9.9	1.9	-1.1	-5.1

Figura 1-5: Andamento mensile della temperatura media, minima, massima nel punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

1.1.3 Stabilità atmosferica

Sebbene la stabilità atmosferica non sia una grandezza direttamente misurata, essa è fondamentale per descrivere la capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti ed è utilizzata come dato di input dei modelli gaussiani.

Le classi di stabilità atmosferiche sono state calcolate a partire dalla velocità del vento, dalla COPERTura nuvolosa e dalla radiazione solare globale.

In Tabella 1-1 viene riportata la descrizione delle caratteristiche dell'atmosfera associate a ciascuna classe di stabilità.

Tabella 1-1: Classi di stabilità di Pasquill

A	Atmosfera molto instabile
B	Atmosfera instabile
C	Atmosfera leggermente instabile
D	Atmosfera neutrale
E	Atmosfera leggermente stabile
F	Atmosfera stabile

In Figura 1-6 e in Tabella 1-2 sono state riportate la distribuzione delle classi di Pasquill per il caso in esame, suddivise per ciascuna stagione.

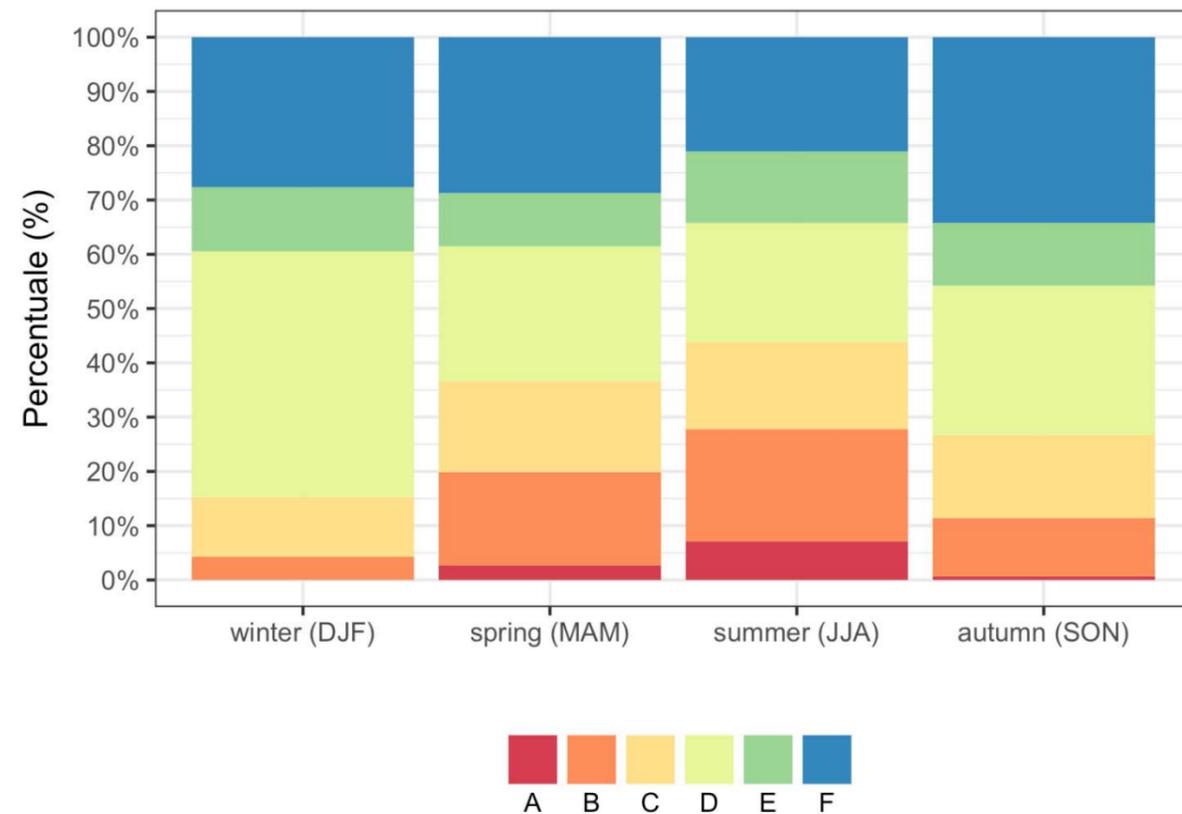


Figura 1-6: Frequenza delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill nelle diverse stagioni; punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

Tabella 1-2: Frequenza delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill nelle diverse stagioni; punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

	A	B	C	D	E	F
Inverno	0.0	4.3	11.0	45.3	11.8	27.6
Primavera	2.7	17.2	16.7	25.0	9.7	28.7
Estate	7.1	20.7	16.2	21.9	13.1	21.1
Autunno	0.6	10.7	15.3	27.6	11.6	34.2
Annuale	2.6	13.3	14.8	29.9	11.6	27.9

La classe F, atmosfera stabile, ha un'occorrenza più alta in autunno, inverno e primavera. La classe A, rappresentativa di una situazione atmosferica instabile è più frequente durante la primavera e l'estate, quando sono più facilmente innescate le condizioni di turbolenza convettiva, e molto rara in autunno/inverno.

Per definizione le condizioni stabili si manifestano durante la notte. In Figura 1-7 viene riportata la percentuale di ciascuna classe di stabilità di Pasquill nelle 24 ore della giornata. In questo caso si rende evidente come la radiazione solare e il movimento di masse d'aria nelle ore diurne rendono l'atmosfera meno stabile nella parte centrale della giornata.

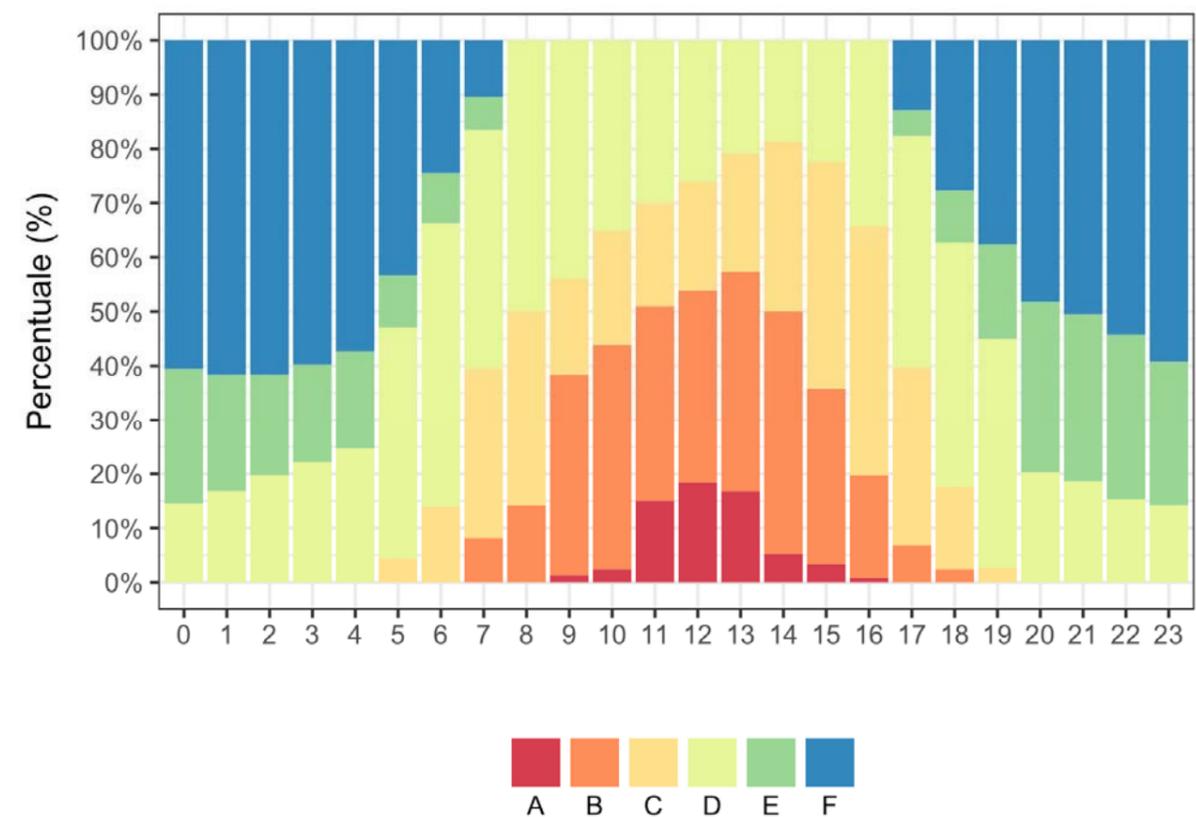


Figura 1-7: Frequenza media delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill nelle 24 ore; punto di coordinate UTM Zona 32, 695000, 4949000 (comune di Bentivoglio).

1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

In Tabella 1-3 si riportano i limiti di concentrazione in atmosfera per la protezione della salute umana indicati dal D.lgs 155/2010 in recepimento della dir 2008/50/CE per gli inquinanti trattati nello studio.

Tabella 1-3: Limiti alle concentrazioni di inquinanti in atmosfera per la protezione della salute umana indicati dal D.lgs 155/2010 in recepimento della dir 2008/50/CE.

Inquinante	Tipo di limite	Limite	Tempo di mediazione dati
Biossido di azoto NO ₂	valore limite orario per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza (da non superare più di 18 volte l'anno) 2009 - 210 µg/m ³ Dal 2010 - 200 µg/m ³	media oraria
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	Valore limite aumentato del margine di tolleranza 2009 - 42 µg/m ³ Dal 2010 - 40 µg/m ³	media annuale
PM10 Particolato fine	valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ (da non superare più di 35 volte l'anno)	media nelle 24 ore
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	40 µg/m ³	media annuale
PM2.5 Particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm.	valore limite annuale per la protezione della salute umana	25 µg/m ³	media annuale
Monossido di carbonio – CO	valore limite per la protezione della salute umana	10 mg/m ³	media massima giornaliera su 8 ore
Benzene	valore limite annuale per la protezione della salute umana	5 µg/m ³	media annuale

1.3 LA PROGRAMMAZIONE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA E LA ZONIZZAZIONE

In attuazione del D.Lgs. 155/2010 e della Direttiva Europea 2008/50/CE sulla qualità dell'aria ambiente, nel 2013 la Regione Emilia Romagna si è dotata del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR2020). Esso è lo strumento con il quale la Regione individua le misure da attuare per garantire il rispetto dei valori limite e perseguire i valori obiettivo definiti dall'Unione Europea, con un orizzonte temporale massimo fissato all'anno 2020.

La Regione Emilia Romagna occupa la porzione sud orientale della Pianura Padana in un contesto fortemente urbanizzato. La maggior parte della popolazione si concentra nelle aree di pianura, dove la densità abitativa risulta tra le più alte d'Europa. La mappa dell'uso (Figura 1-8) suolo mostra come il territorio della Pianura Padana sia quasi completamente antropizzato: lungo le principali vie di comunicazione, città e insediamenti produttivi si

susseguono senza soluzione di continuità, mentre il resto del territorio è quasi completamente occupato da agricoltura e allevamento intensivi.

Questo quadro socio-economico e l'intensità delle attività antropiche che insistono nell'area comportano un'elevata concentrazione di fonti di emissioni di inquinanti. L'urbanizzazione diffusa e il particolare modello di sviluppo economico determinano una grande necessità di mobilità, che si riflette nelle emissioni inquinanti dovute al traffico veicolare e agli impianti di riscaldamento. I processi industriali, pur essendo sottoposti a rigide normative ambientali, comportano l'emissione in atmosfera di una grande varietà di composti chimici. Anche agricoltura e allevamento contribuiscono all'inquinamento atmosferico attraverso l'emissione di rilevanti quantità di ammoniaca e metano, che sono rispettivamente un precursore degli inquinanti secondari e un potente gas serra.

La Regione Emilia Romagna è un elemento centrale del sistema di mobilità nazionale, sia per quel che riguarda la rete autostradale sia per il trasporto ferroviario. Le industrie regionali sono prevalentemente di piccole e medie dimensioni, e sono spesso raggruppate in distretti produttivi, caratterizzati da un'elevata specializzazione: esempi di questa particolare organizzazione produttiva sono la produzione di ceramiche da arredamento e materiali da costruzione intorno a Modena, l'industria alimentare a Parma, la chimica di base a Ferrara e Ravenna, l'industria energetica a Piacenza e Ravenna. La parte pianeggiante dell'Emilia Romagna presenta suoli estremamente fertili, ed è ampiamente sfruttata per l'agricoltura intensiva. L'allevamento è praticato su scala e con processi industriali, e si concentra nei poli di Modena e Reggio per il settore suinicolo e di Forlì- Cesena per quello avicolo.

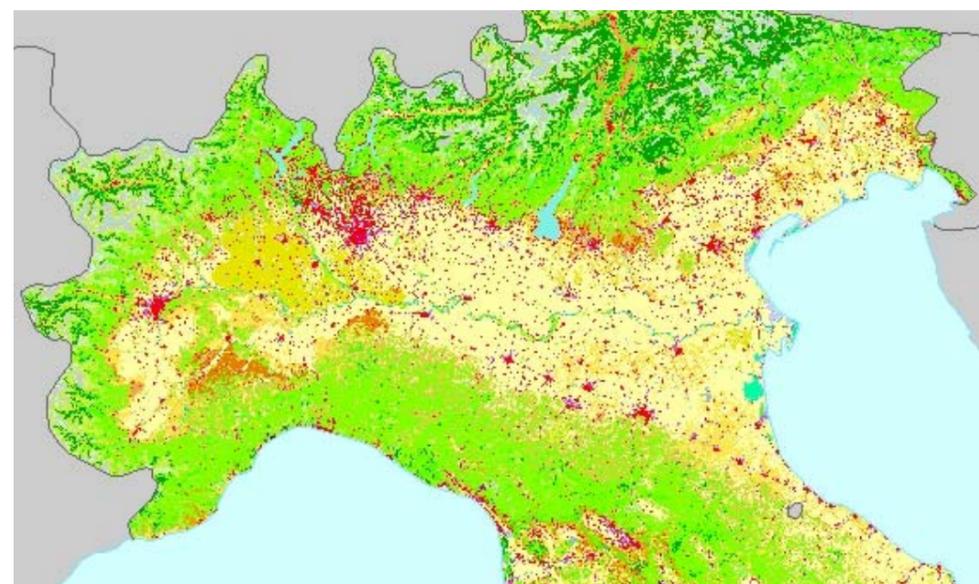


Figura 1-8: Uso del suolo nella Pianura Padana: le aree urbane sono in rosso, i terreni agricoli in giallo (Corine land cover 2006).

Con DGR n. 2001 del 27 dicembre 2013, la Regione ha approvato la nuova zonizzazione del territorio, classificando le diverse aree secondo i livelli di qualità dell'aria. La zonizzazione regionale individua un agglomerato relativo a Bologna ed ai comuni limitrofi e tre macro-aree

caratterizzate da uno stato di qualità dell'aria omogeneo (Appennino, Pianura Est, Pianura Ovest) identificate sulla base dei valori rilevati dalla rete di monitoraggio, dell'orografia del territorio e della meteorologia (Figura 1-9).

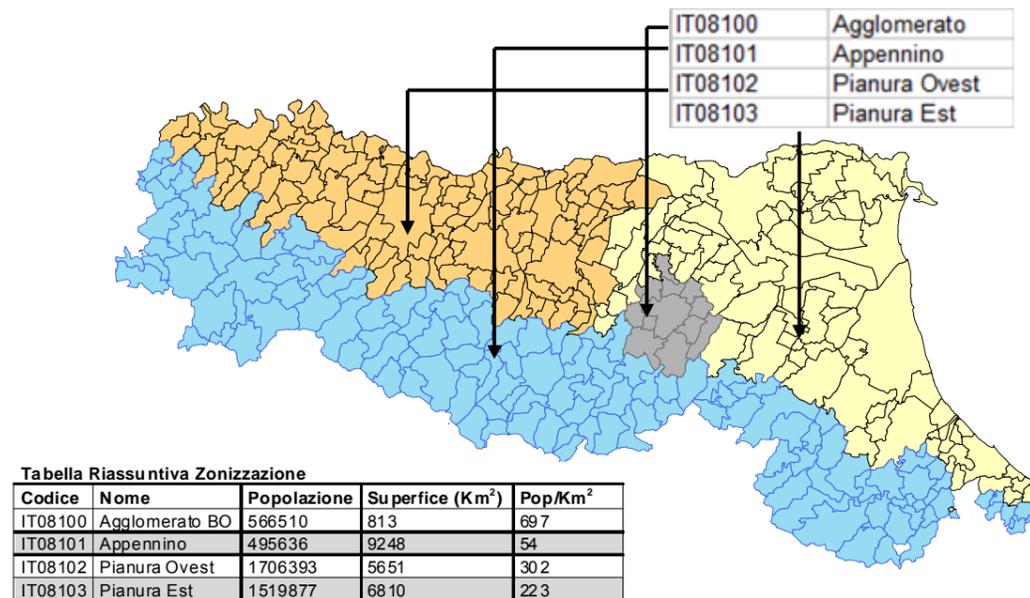


Figura 1-9: Zonizzazione del territorio dell'Emilia Romagna (DLgs 155/2010).

Per valutare l'evoluzione nel tempo della concentrazione di PM10 in Emilia Romagna e stimare l'orizzonte temporale entro il quale si potrà raggiungere il rispetto dei limiti, sono state analizzate le proiezioni delle emissioni inquinanti ed è stato valutato il loro potenziale impatto sulla qualità dell'aria. Lo scenario emissivo di riferimento è stato predisposto sulla base delle migliori stime delle emissioni disponibili al momento della realizzazione degli studi modellistici (inizio 2013) ed è riferito all'anno 2010. Le mappe relative alle emissioni di alcuni inquinanti restituite dal sistema modellistico NINFA sviluppato da ARPA Emilia Romagna, in cui è evidenziata la localizzazione dell'area urbana bolognese, sono illustrate in Figura 1-10.

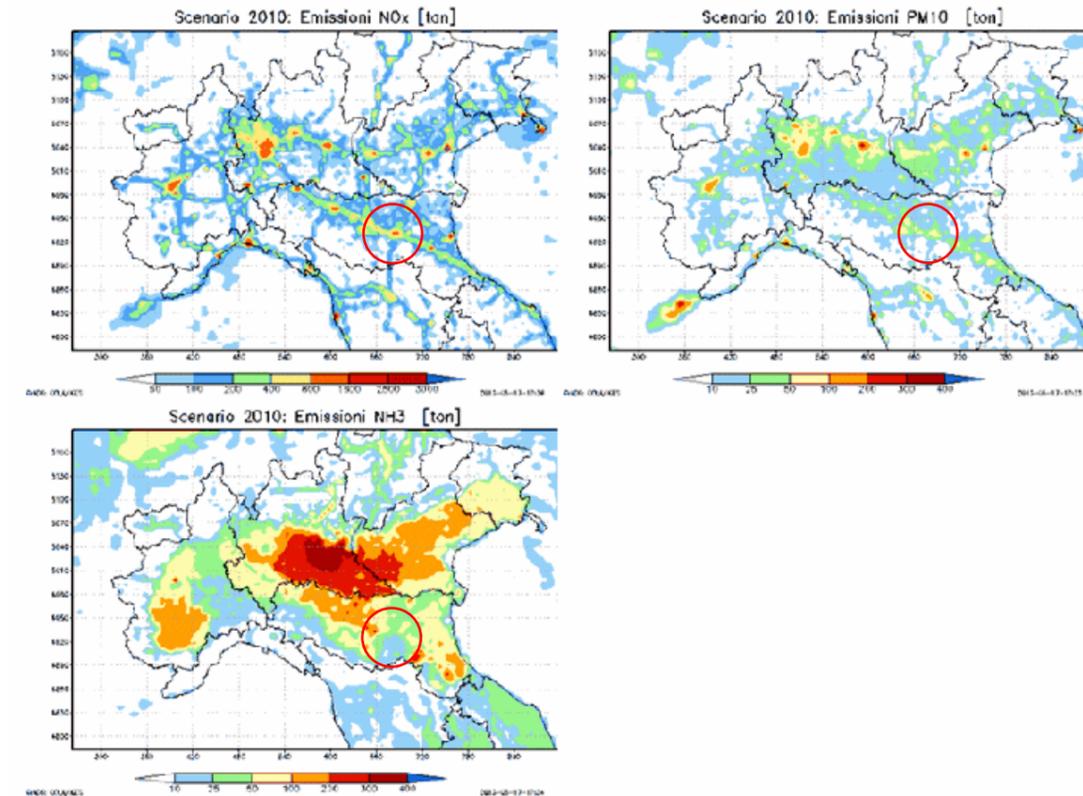


Figura 1-10: Distribuzione geografica delle emissioni nel Nord Italia per lo scenario emissivo di riferimento al 2010 (sistema modellistico NINFA-E): ossidi di azoto (NOx) in alto a sinistra; PM10 in alto a destra e ammoniaca (NH3) in basso.

Le emissioni di sostanze inquinanti della regione Emilia-Romagna per gli 11 macrosettori Corinair sono riportate nella Tabella 1-4.

Tabella 1-4: Emissioni inquinanti della Regione Emilia Romagna riportate nell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera 2010, per gli 11 macro-settori Corinair.

	NOx [t/a]	PM10 [t/a]	CO [t/a]	COV [t/a]	SO2 [t/a]	NH3 [t/a]	CO2 [kt/a]
M1: Combustione prod energia	9482	86	6003	1534	430	0	9956
M2: Combustione non industriale	8729	5395	83256	28309	1194	154	10093
M3: Combustione nell'industria	12207	993	4501	1770	9773	0	6468
M4: Processi produttivi	3077	617	8333	7645	4540	1106	3920
M5: Estraz e distrib combustibili	0	0	0	5187	0	0	0
M6: Uso di solventi	15	4	0	39883	2	1	0
M7: Trasporto su strada	60675	4593	68266	12498	371	832	12697
M8: Altre sorgenti mobili e macchinari	11300	1524	6231	2055	1005	2	934
M9: Trattamento e smaltimento rifiuti	622	6	255	62	183	128	550
M10: Agricoltura	637	418	0	59	0	49299	0
M11: Altre sorgenti e assorbimenti	0	0	0	0	0	0	-5455
Emissioni totali	106745	13637	176846	99002	17499	51522	39163

Dall'analisi delle emissioni si stima che il traffico su strada e la combustione non industriale (principalmente riscaldamento degli edifici commerciali e residenziali) rappresentano le fonti principali di emissioni legate all'inquinamento diretto da polveri (PM10), seguiti dai trasporti non stradali e dall'industria.

Le emissioni industriali e la produzione di energia risultano invece la seconda causa di inquinamento da ossidi di azoto (NOx), che rappresentano anche un importante precursore della formazione di particolato secondario ed ozono. Si nota come il principale contributo alle emissioni di ammoniaca (NH3), importante precursore della formazione di particolato secondario, derivi dall'agricoltura, settore spesso trascurato nelle strategie volte ad una riduzione dell'inquinamento da polveri. L'utilizzo di solventi nel settore industriale e civile risulta il principale responsabile delle emissioni di composti organici volatili (COV), precursori assieme agli ossidi di azoto della formazione di particolato secondario e ozono. La combustione nell'industria ed i processi produttivi risultano invece la fonte più rilevante di biossido di zolfo (SO2) che, sebbene presenti una concentrazione in aria di gran lunga inferiore ai valori limite, risulta un importante precursore della formazione di particolato secondario anche a basse concentrazioni.

I trasporti stradali rappresentano anche la principale fonte di emissioni di sostanze climalteranti essendo responsabili del 25 % delle emissioni di CO2 equivalente. I processi di combustione per la produzione di energia ed il riscaldamento degli edifici risultano complessivamente responsabili di circa il 40 % della produzione di CO2 equivalente. Si stima che la vegetazione forestale sia in grado di assorbire circa il 14% della CO2 emessa.

Per contestualizzare adeguatamente una ricognizione sullo stato di qualità dell'aria si è ritenuto importante analizzare i trend in corso, in primo luogo relativamente alle emissioni. L'Inventario nazionale delle emissioni in atmosfera 1990-2014. Informative Inventory Report 2016 pubblicato da ISPRA nel 2016 contiene una serie di grafici che ricostruiscono l'andamento delle emissioni dei principali inquinanti negli ultimi 15 anni. Le figure seguenti illustrano le emissioni totali annue nazionali di PM10, NOx e COV. In ciascuna è evidenziata la riduzione percentuale 1990-2014 relativa al solo settore dei trasporti.

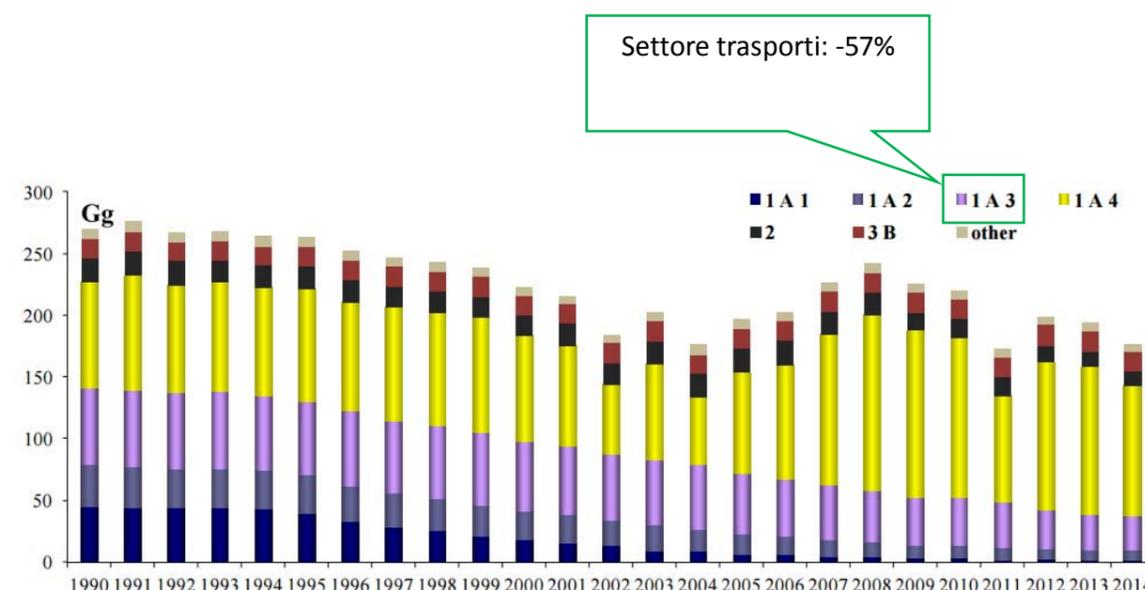


Figura 1-11: Emissioni nazionali annue di PM10.

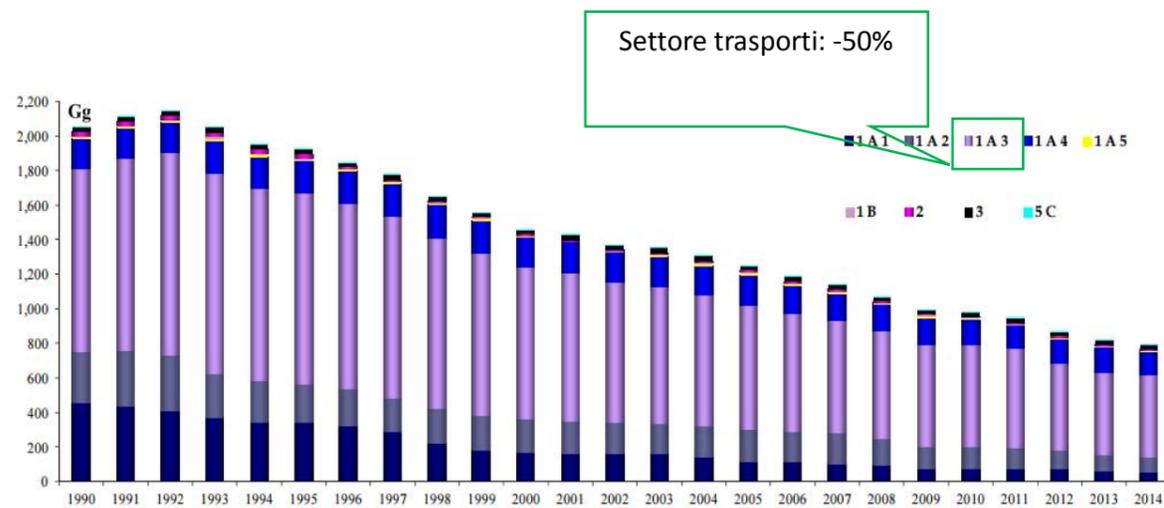


Figura 1-12: Emissioni nazionali annue di NOx.

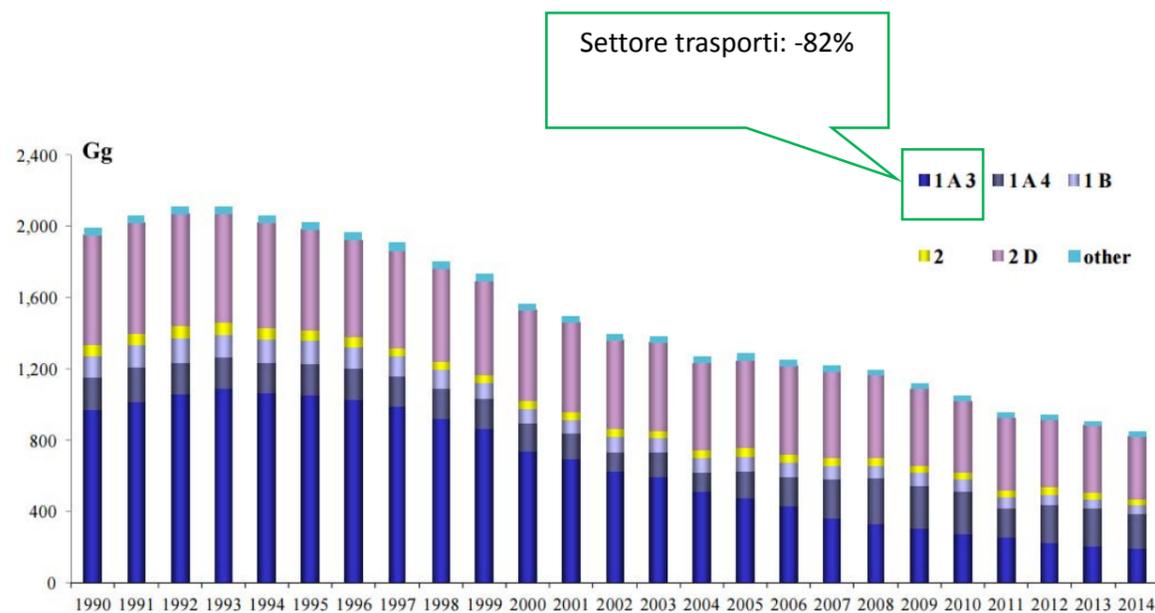
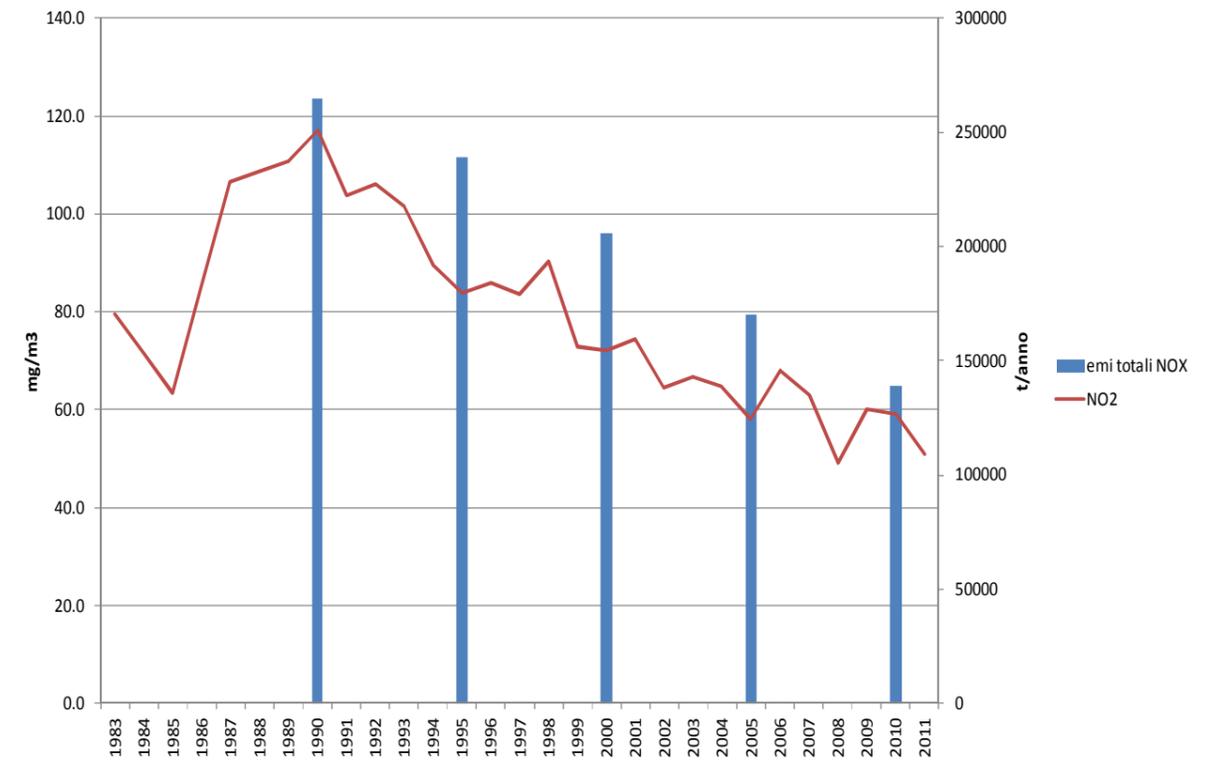
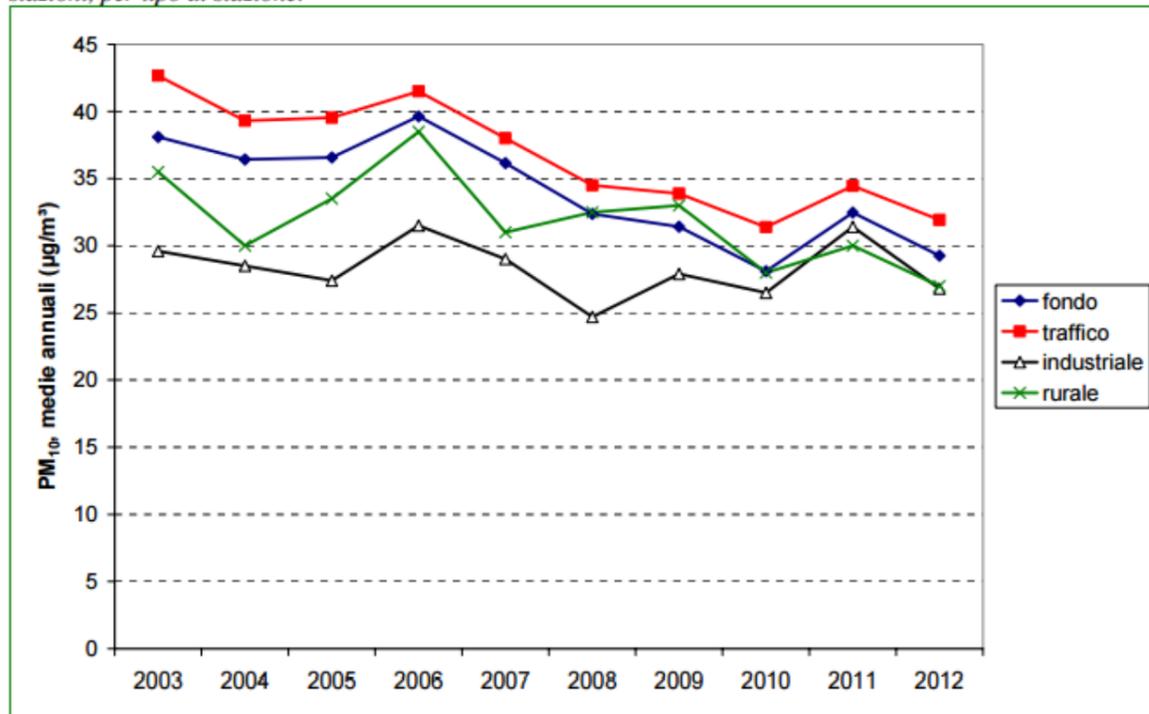


Figura 1-13: Emissioni nazionali annue di COVNM.

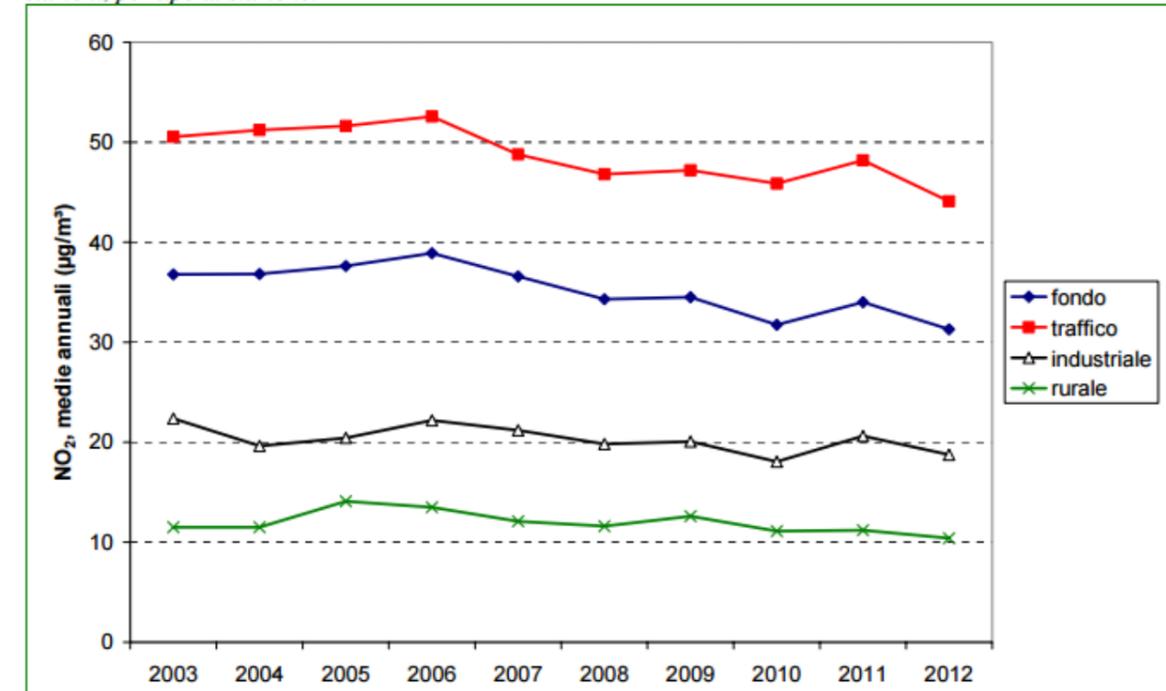
Alla riduzione di emissioni consegue anche un decremento delle concentrazioni rilevate dalle centraline. Il grafico seguente riporta sul lungo periodo (1983-2011) la correlazione tra emissioni di NOx e livelli medi di NO2 nelle centraline dell'are urbana milanese (ambito storicamente più studiato a livello italiano), mentre quelli successivi illustrano l'andamento delle concentrazioni media annue di PM10 e NO2 per un campione di centraline sul territorio nazionale (fonte: Analisi delle serie storiche dei principali inquinanti atmosferici in Italia (2003 – 2012), ISPRA 2014)

Figura 2.1.3 - PM_{10} , 2003 – 2012. Andamento della media delle medie annuali calcolata su un campione di 57 stazioni, per tipo di stazione.



Legenda: fondo: stazioni di fondo urbano e suburbano (19 stazioni); traffico: stazioni di traffico urbano e suburbano (26); industriale: stazioni industriali urbane, suburbane o rurali (10); rurale: stazioni di fondo rurale (2)

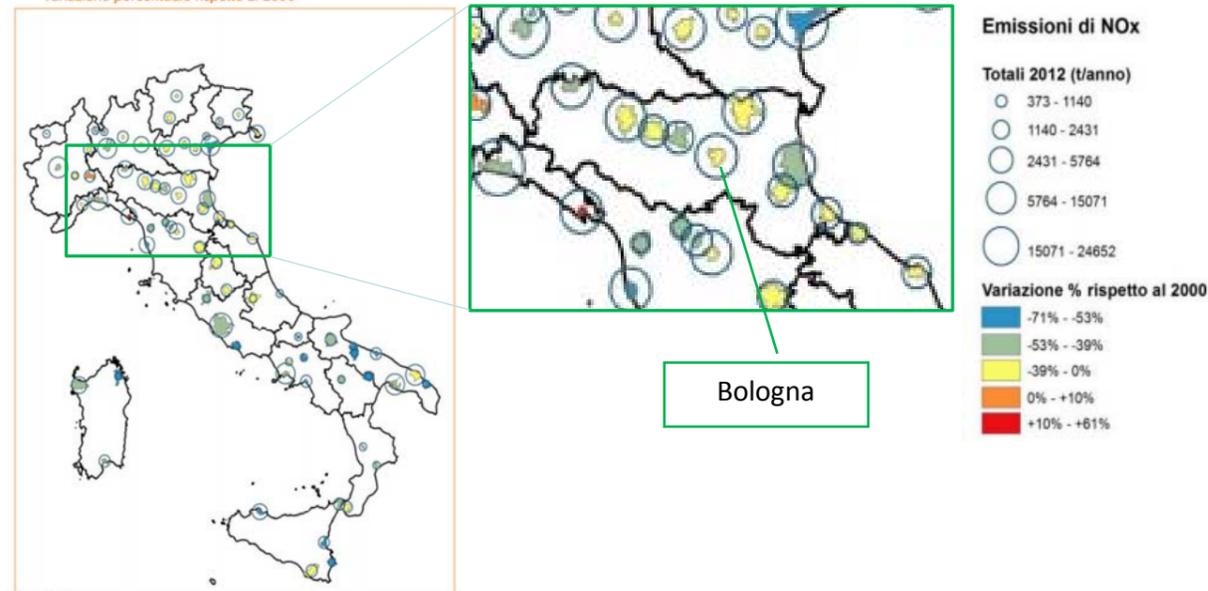
Figura 2.2.3 – NO_2 , 2003 – 2012. Andamento della media delle medie annuali calcolata su un campione di 109 stazioni, per tipo di stazione.



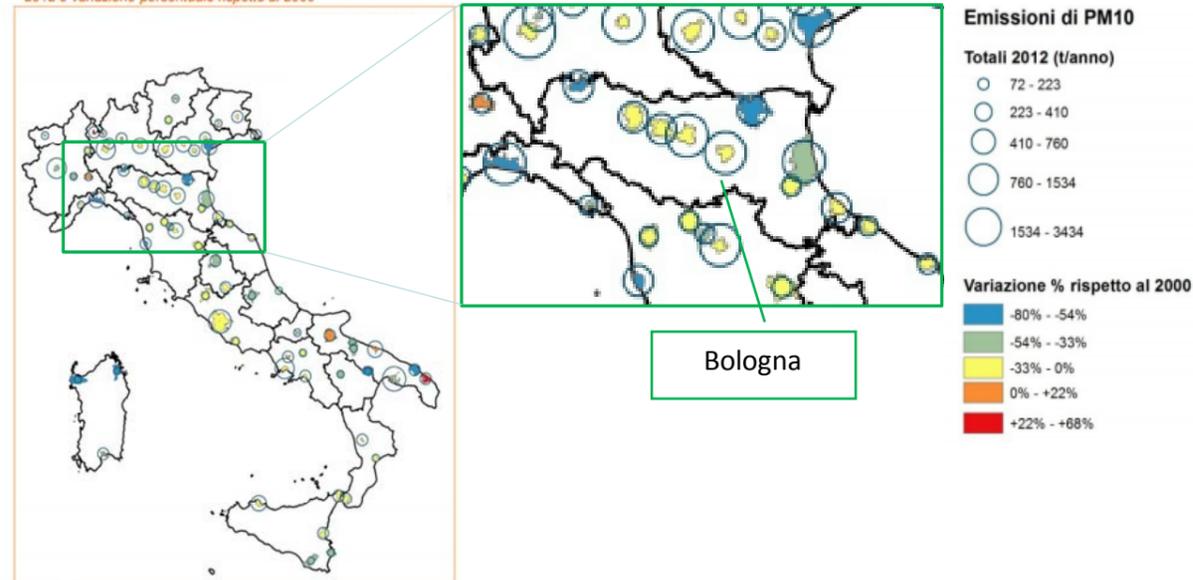
Legenda: fondo: stazioni di fondo urbano e suburbano (41 stazioni); traffico: stazioni di traffico urbano e suburbano (41); industriale: stazioni industriali urbane, suburbane o rurali (17); rurale: stazioni di fondo rurale (10)

Gli andamenti sopra indicati sono confermati anche a livello bolognese, come si evince dalle mappe predisposte da ISPRA e riportate nel seguito.

Emissioni di NOx nelle 73 aree urbane: emissioni totali 2012 e variazione percentuale rispetto al 2000



Emissioni di PM₁₀ primario nelle 73 aree urbane: emissioni totali 2012 e variazione percentuale rispetto al 2000



1.4 LO STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La qualità dell'aria nella zona oggetto di studio viene descritta facendo riferimento ai risultati del monitoraggio degli inquinanti condotto dall'ARPA Emilia Romagna nel 2015. I dati sono riportati nell'annuale rapporto sulla qualità dell'aria delle sezioni provinciali dell'ARPA di Bologna e Ferrara. Gli inquinanti le cui concentrazioni vengono riportate in questo paragrafo sono gli inquinanti associati alle emissioni dei veicoli, non è stato preso in considerazione l'ozono le cui concentrazioni dipendono dalle emissioni e dalla meteorologia di un'area più vasta di quella oggetto dello studio.

Per integrare le informazioni fornite dalla rete di rilevamento regionale sono state effettuate quattro campagne di monitoraggio di durata quindicinale a distanza di 150 m dall'asse autostradale nel territorio del comune di Poggio Renatico.

Le centraline della rete di monitoraggio i cui dati sono sintetizzati in questo studio in quanto comprese nell'area oggetto dello studio, sono riportate nella Tabella 1-5 e l'ubicazione è mostrata in Figura 1-14.

Tabella 1-5: Stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nell'area di studio.

NOME CENTRALINA - Comune	Tipo di STAZIONE	ZONA
GIARDINI MARGHERITA – Bologna	Fondo	Urbana
PORTA SAN FELICE – Bologna	Traffico	Urbana
POGGI – San Lazzaro	Traffico	Urbana
SAN MARINO – Bentivoglio	Fondo	Suburbana
CHIARINI - Bologna	Fondo	Suburbana
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	Fondo	Rurale
CENTO - Cento	Fondo	Suburbana
BARCO NUOVA – Ferrara	Industriale	Locale
CORSO ISONZO – Ferrara	Traffico	Urbana
CASSANA – Ferrara	Industriale	Locale
VILLA FULVIA - Ferrara	Fondo	Urbana

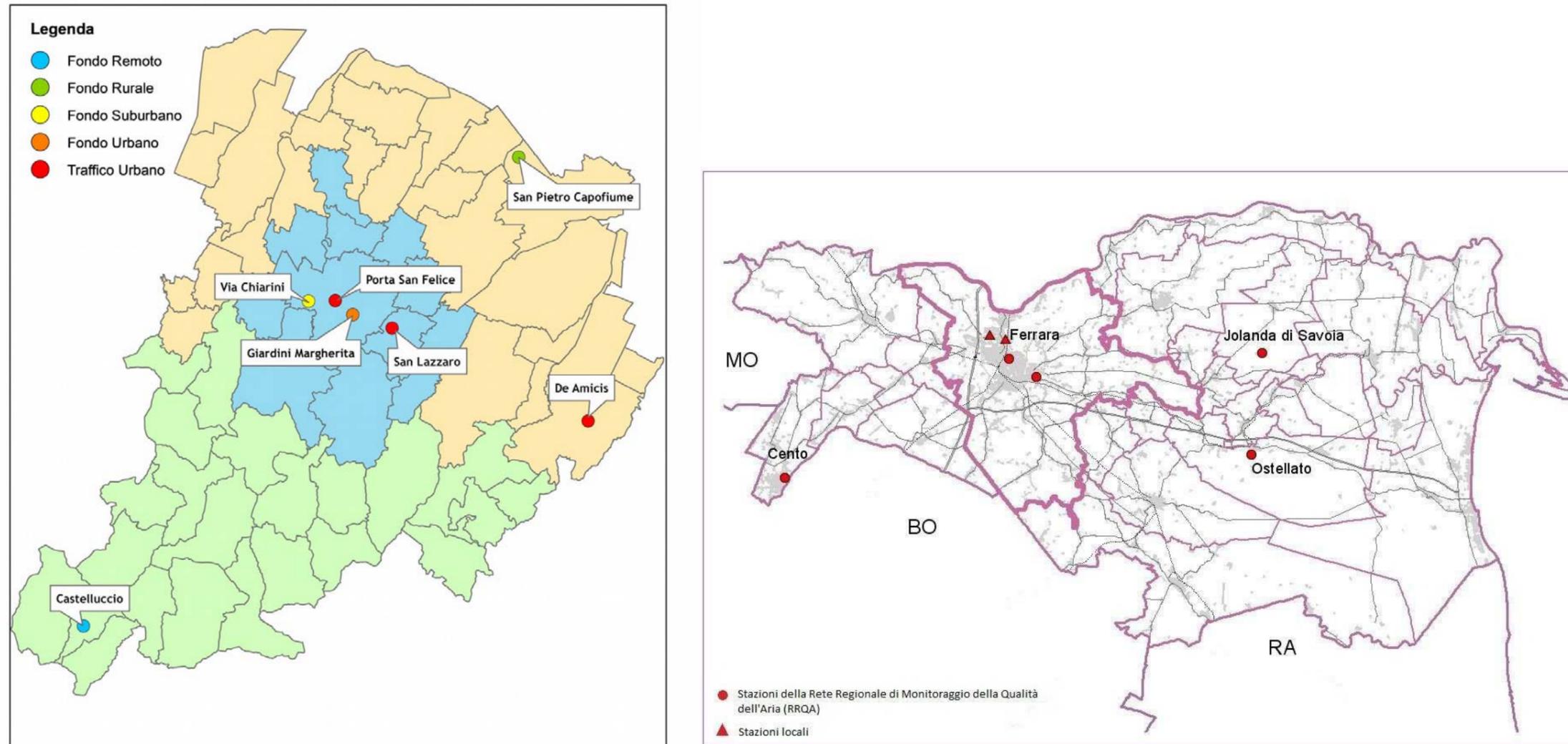


Figura 1-14: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in provincia di Bologna (sinistra) e Ferrara (destra).

1.4.1 Sintesi dei dati di monitoraggio delle stazioni fisse.

Da Tabella 1-6 a Tabella 1-10 vengono sintetizzati gli indicatori dei principali inquinanti per i quali è significativo l'impatto del traffico stradale.

Tabella 1-6: Concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio nel 2015.

Stazione	Media annuale [µg/m ³]	Numero di superamenti del valore limite orario
NOME CENTRALINA - Comune	d.lgs 155/2010 limite (2010): 40 µg/m ³	d.lgs 155/2010 da non superare più di 18 volte in un anno limite (2010). di 200 µg/m ³
PORTA SAN FELICE – Bologna	61	0
SAN LAZZARO – San Lazzaro	28	0
GIARDINI MARGHERITA – Bologna	38	0
CHIARINI - Bologna	26	0
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	15	0
CORSO ISONZO – Ferrara	40	0
VILLA FULVIA - Ferrara	23	0
CENTO - Cento	26	0
BARCO NUOVA – Ferrara	28	0
CASSANA – Ferrara	26	0

Tabella 1-7: Concentrazioni di particolato PM10 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio nel 2015.

Stazione	Media annuale [µg/m ³]	Numero di superamenti del valore limite giornaliero
NOME CENTRALINA - Comune	d.lgs 155/2010 limite di 40 µg/m ³	d.lgs 155/2010 limite di 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte in un anno.
PORTA SAN FELICE – Bologna	29	38
SAN LAZZARO – San Lazzaro	28	35
GIARDINI MARGHERITA – Bologna	26	23
CHIARINI - Bologna	26	25
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	26	26
CORSO ISONZO – Ferrara	33	55
VILLA FULVIA - Ferrara	29	52
BARCO NUOVA – Ferrara	33	65
CASSANA – Ferrara	32	55
CENTO - Cento	30	41

Tabella 1-8: Concentrazioni di particolato PM2.5 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio nel 2015.

Stazione	Media annuale [µg/m ³]
NOME CENTRALINA - Comune	d.lgs 155/2010 Limite: 25 µg/m ³ (2015)
PORTA SAN FELICE – Bologna	20
GIARDINI MARGHERITA – Bologna	18
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	19
VILLA FULVIA - Ferrara	19
BARCO NUOVA – Ferrara	24
CASSANA – Ferrara	22

Tabella 1-9: Concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio nel 2015.

Stazione	Media annuale [mg/m ³]	Numero di superamenti della max media su 8h [mg/m ³]
NOME CENTRALINA - Comune		d.lgs 155/2010 limite di 10 mg/m ³
PORTA SAN FELICE – Bologna	0.8	0
CORSO ISONZO – Ferrara	<0.6	0
BARCO NUOVA – Ferrara	<0.6	0

Tabella 1-10: Concentrazioni di benzene (C₆H₆) rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio nel 2009.

Stazione	Media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NOME CENTRALINA - Comune	d.lgs 155/2010 limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PORTA SAN FELICE – Bologna	1.7
CORSO ISONZO – Ferrara	1.3
BARCO NUOVA – Ferrara	1.0

Lo stato della qualità dell'aria nell'area interessata dal tracciato autostradale presenta le criticità comuni a tutte le aree antropizzate del bacino padano pur ad un livello inferiore. Solo in un sito di misura si registra il superamento del limite della media annuale di NO₂ e vi è un più diffuso superamento solo del valore limite giornaliero di PM10 oltre i 35 giorni consentiti, in particolare nella provincia di Ferrara.

Per il biossido di azoto il limite sulla media annuale è superato nell'agglomerato bolognese presso Porta San Felice ed è rispettato altrove. Il valore limite orario del biossido di azoto è invece rispettato in tutti i siti di misura.

Relativamente al PM10 la media annuale è inferiore al valore limite in tutte le centraline, mentre per il valore limite giornaliero tutte le stazioni della provincia di Ferrara registrano un numero di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superiore ai 35 consentiti dalla normativa. Si registrano in particolare 65 superamenti presso la centralina di Barco Nuova a Ferrara, 55 superamenti a Corso Isonzo e Cassana, sempre a Ferrara; a Bologna solo Porta San Felice presenta un numero di superamenti (38) superiore al limite.

Le concentrazioni di PM2.5 rispettano, in tutti i siti di misura, il valore limite sulla media annuale in vigore dal 2015.

Le concentrazioni di monossido di carbonio e di benzene, due inquinanti emessi principalmente dal traffico veicolare, sono ampiamente inferiori ai valori limite anche nei siti da traffico di Bologna e di Ferrara.

1.4.2 Sintesi dei dati di monitoraggio del mezzo mobile.

Un mezzo mobile per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico è stato collocato nel comune di Poggio Renatico a circa 150 m dal tracciato dell'autostrada A13.

Le campagne di monitoraggio sono state condotte in quattro periodi quindicinali in modo tale da ricostruire le concentrazioni degli inquinanti in diverse condizioni stagionali.

Complessivamente le campagne con il mezzo mobile sono state effettuate:

- dal 27/01/2011 al 10/02/2011;
- dal 31/05/2011 al 14/06/2011;
- dal 03/09/2011 al 27/09/2011;
- dal 18/10/2011 al 01/11/2011.

Nelle tabelle e nei grafici seguenti vengono riportati i dati di rilievo di PM10, PM2.5 e biossido di azoto, relativi ai periodi di monitoraggio considerati tutti insieme, sia delle stazioni fisse di monitoraggio che del mezzo mobile.

Nel caso di dati non rilevati dal mezzo mobile i corrispondenti dati anche nelle altre postazioni di rilievo non sono stati conteggiati per il calcolo della media.

Tabella 1-11: Concentrazioni medie di biossido di azoto, di particolato PM10 e PM2.5 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio e dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada nei quattro periodi di monitoraggio.

Stazione: NOME - Comune	Concentrazione media nei periodi NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ - Numero di superamenti del limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Mezzo Mobile A13	25.6	0
SAN MARINO – Bentivoglio	30.7	0
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	18.8	0
VILLA TORCHI - Bolgogna	29.5	0
CENTO - Cento	34.3	0
VILLA FULVIA - Ferrara	30.2	0

Stazione: NOME - Comune	Concentrazione media nei periodi PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM10 - Numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazione media nei periodi PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Mezzo Mobile A13	34.2	12	22.9
SAN MARINO – Bentivoglio	33.7	9	
SAN PIETRO CAPOFIUME - Molinella	32.3	7	23.7
VILLA TORCHI - Bolgogna	33.0	9	
CENTO - Cento	35.8	13	
VILLA FULVIA - Ferrara	36.3	11	25.8

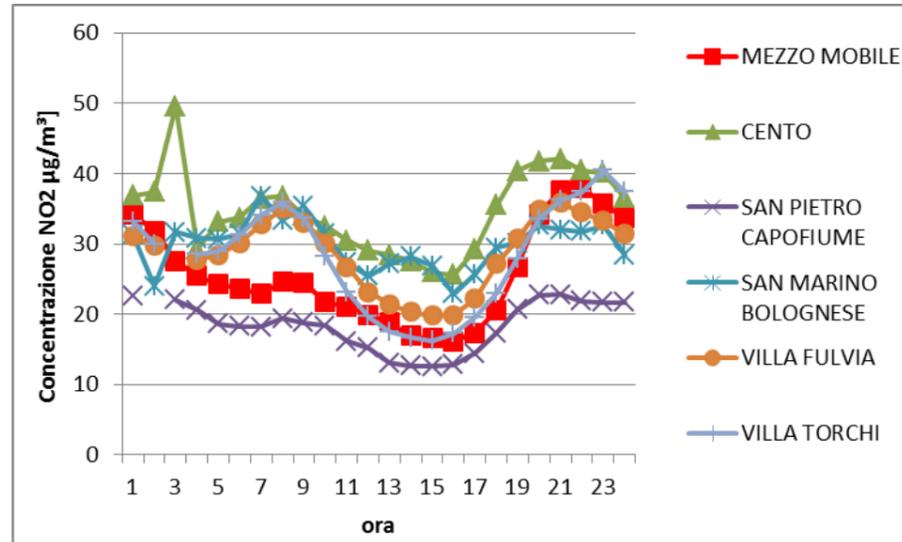


Figura 1-15: Concentrazioni medie orarie di biossido di azoto rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio e dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada nei quattro periodi di monitoraggio.

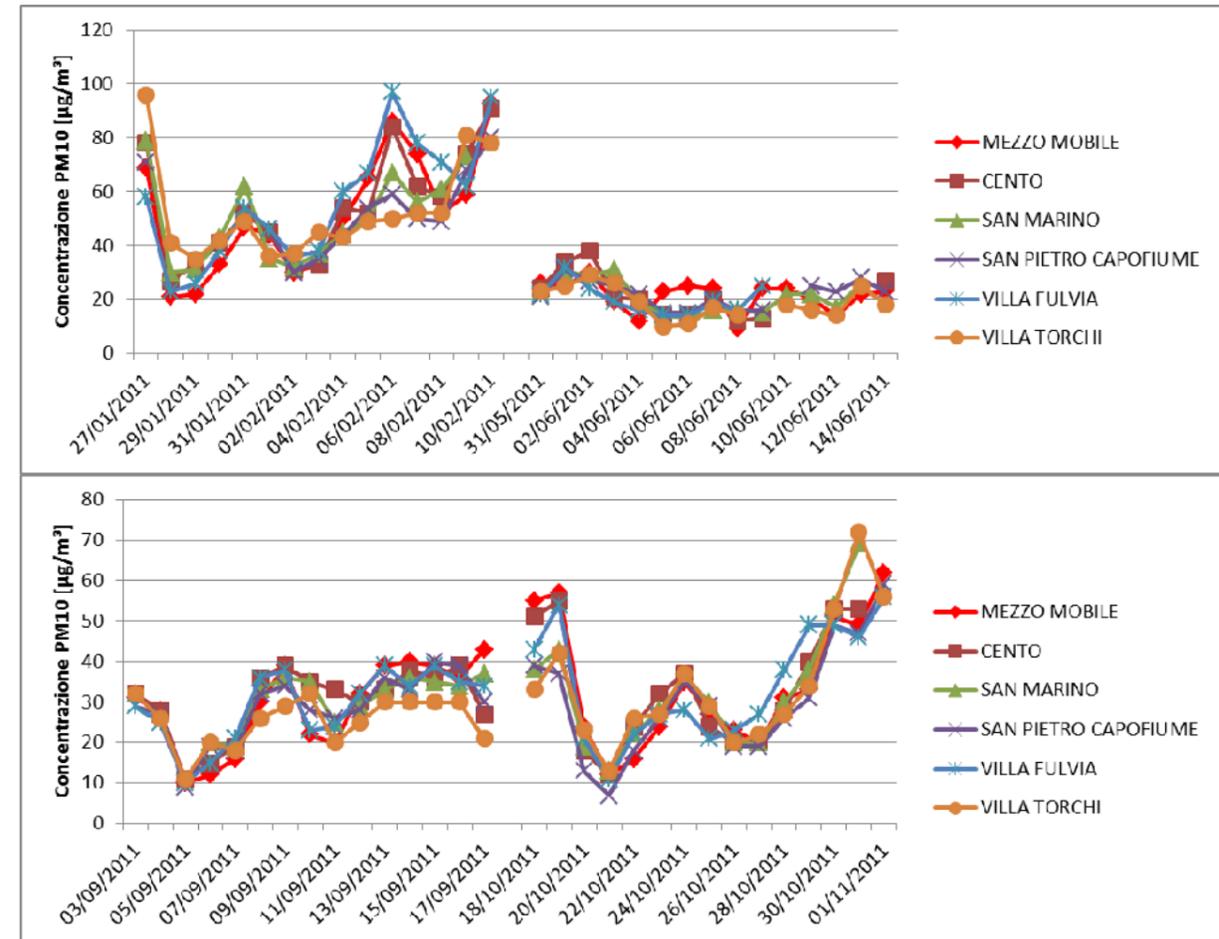


Figura 1-16: Concentrazioni medie giornaliere di particolato PM10 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio e dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada nei quattro periodi di monitoraggio.

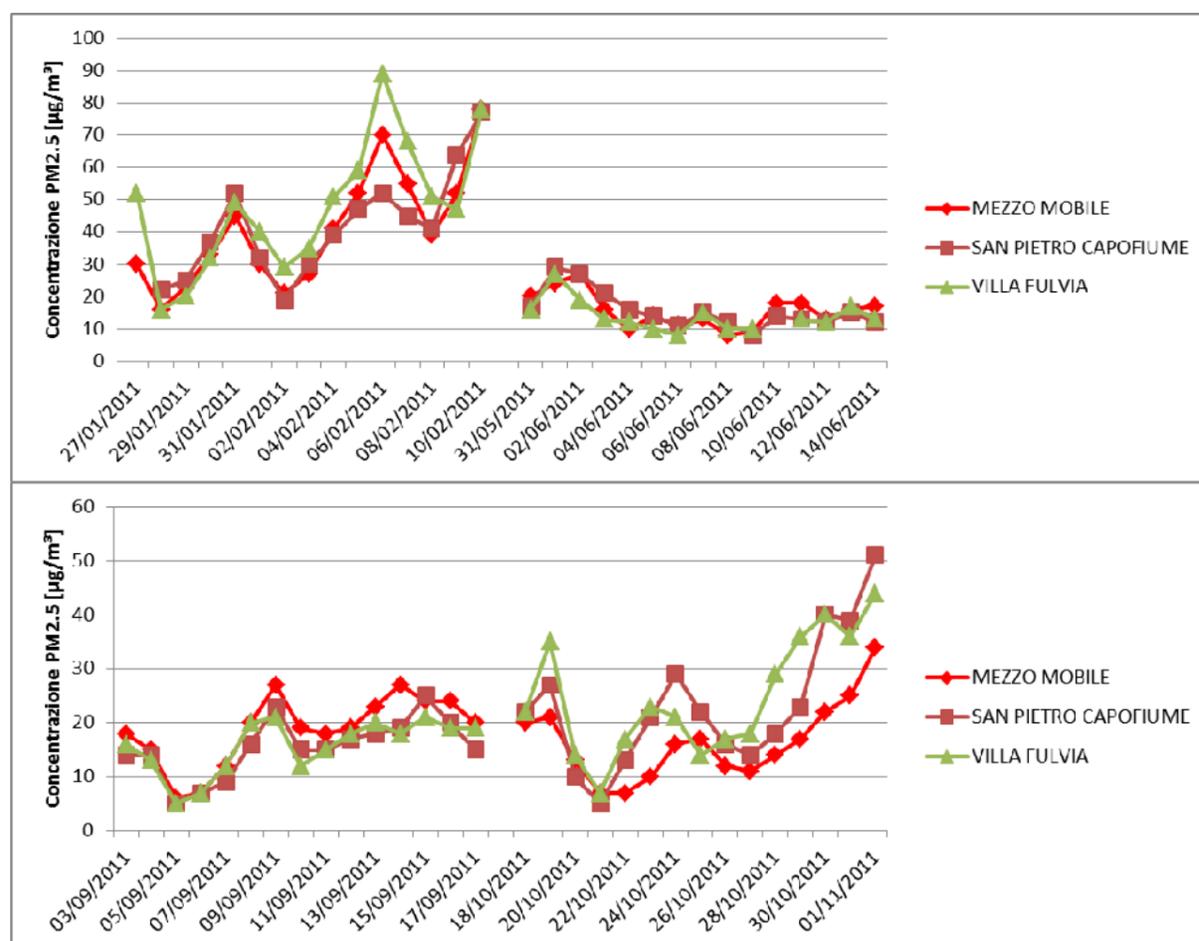


Figura 1-17: Concentrazioni medie giornaliere di particolato PM2.5 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio e dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada nei quattro periodi di monitoraggio.

Il confronto tra le concentrazioni rilevate dal mezzo mobile e le stazioni fisse di monitoraggio evidenzia che presso il sito di misura prossimo all'autostrada si rilevano concentrazioni di inquinanti leggermente inferiori anche rispetto ai rilievi delle centraline classificate come fondo urbano. La media di NO₂ effettuata su tutti i giorni dei quattro periodi è superiore solamente a quanto rilevato dalla centralina di fondo rurale di San Pietro Capofiume e l'andamento orario medio delle concentrazioni di Figura 1-15 mostra concentrazioni inferiori a quelle rilevate da tutte le altre centraline per quasi tutta la giornata ad esclusione delle ore serali.

In questa fase della giornata la scarsa dispersione atmosferica fa crescere le concentrazioni di inquinanti nonostante vi sia in queste ore una riduzione del traffico. La differenza di concentrazione tra il rilievo del mezzo mobile e la centralina di fondo rurale di San Pietro Capofiume risulta molto contenuta, nell'ordine dei 7 µg/m³.

Le concentrazioni di polveri PM10 e PM2.5 rilevate dal mezzo mobile, sia quelle medie relative all'intero periodo che le concentrazioni giornaliere, sono allineate a quelle registrate dalle stazioni fisse di monitoraggio (Tabella 1-12, Figura 1-16 e Figura 1-17). Come media su tutti i periodi le concentrazioni sono leggermente inferiori a quelle registrate dalle centraline più prossime e classificate come fondo urbano (Cento e Villa Fulvia) e l'andamento giornaliero mostra delle differenze poco significative sia in positivo che in negativo tra le misure del mezzo mobile e quelle delle stazioni fisse. Le misure evidenziano il peso della componente secondaria di questo inquinante che in pianura padana è costituito per più del 50% di composti che si formano in atmosfera e le cui concentrazioni sono dunque alte ed omogenee su tutto il territorio e solo lievemente influenzate dalla vicinanza di sorgenti di particolato primario.

Se si applicano i rapporti tra le concentrazioni rilevate nei periodi di monitoraggio tra il mezzo mobile e la centralina "Villa Fulvia" ai parametri annuali monitorati presso questa stazione di rilevamento, è lecito supporre che nelle aree interessate dal progetto di ampliamento dell'asse autostradale il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 sia inferiore ai 35 consentiti dalla normativa.

Un aggiornamento della campagna di indagini svolta nel 2011 è stato svolto nell'autunno del 2016 presso lo stesso sito collocato nel comune di Poggio Renatico a circa 150 m dal tracciato dell'autostrada A13.

Le campagne di monitoraggio sono state condotte nel corso di quindici giorni dalle ore 1:00 del 15/09/2016 alle ore 24 29/09/2016 e dalle ore 1:00 del 12/11/2016 alle ore 24 27/11/2016

Nelle tabelle e nei grafici seguenti vengono riportati i dati di rilievo di PM10, PM2.5 e biossido di azoto, relativi ai periodi di monitoraggio considerati tutti insieme, sia delle stazioni fisse di monitoraggio che del mezzo mobile.

Tabella 1-12: Concentrazioni medie di NO₂, PM10 e PM2.5 rilevate dalle stazioni fisse di monitoraggio e dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada nel periodo di monitoraggio.

Stazione: NOME - Comune	Concentrazione media nei periodi NO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ - Numero di superamenti del limite orario di 200 µg/m ³
Mezzo Mobile – A13	31.1	0
Cento – Cento	18.0	0
Giardini Margherita – Bologna	20.8	0
Isonzo – Ferrara	40.5	0
Porta San Felice – Bologna	54.6	0
San Lazzaro – San Lazzaro di Savena	24.2	0
San Pietro Capofiume – Molinella	9.3	0
Via Chiarini – Bologna	25.9	0
Villa Fulvia – Ferrara	14.4	0

Stazione: NOME - Comune	Concentrazione media nel periodo PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM10 - Numero di superamenti del limite orario di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazione media nel periodo PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Mezzo Mobile – A13	18.0	0	13.4
Cento – Cento	16.2	0	-
Giardini Margherita – Bologna	12.9	0	7.2
Isonzo – Ferrara	23.3	0	-
Porta San Felice – Bologna	18.5	0	12.3
San Lazzaro – San Lazzaro di Savena	18.1	0	-
San Pietro Capofiume – Molinella	16.5	0	11.6
Via Chiarini – Bologna	16.6	0	-
Villa Fulvia – Ferrara	20.5	0	11.1

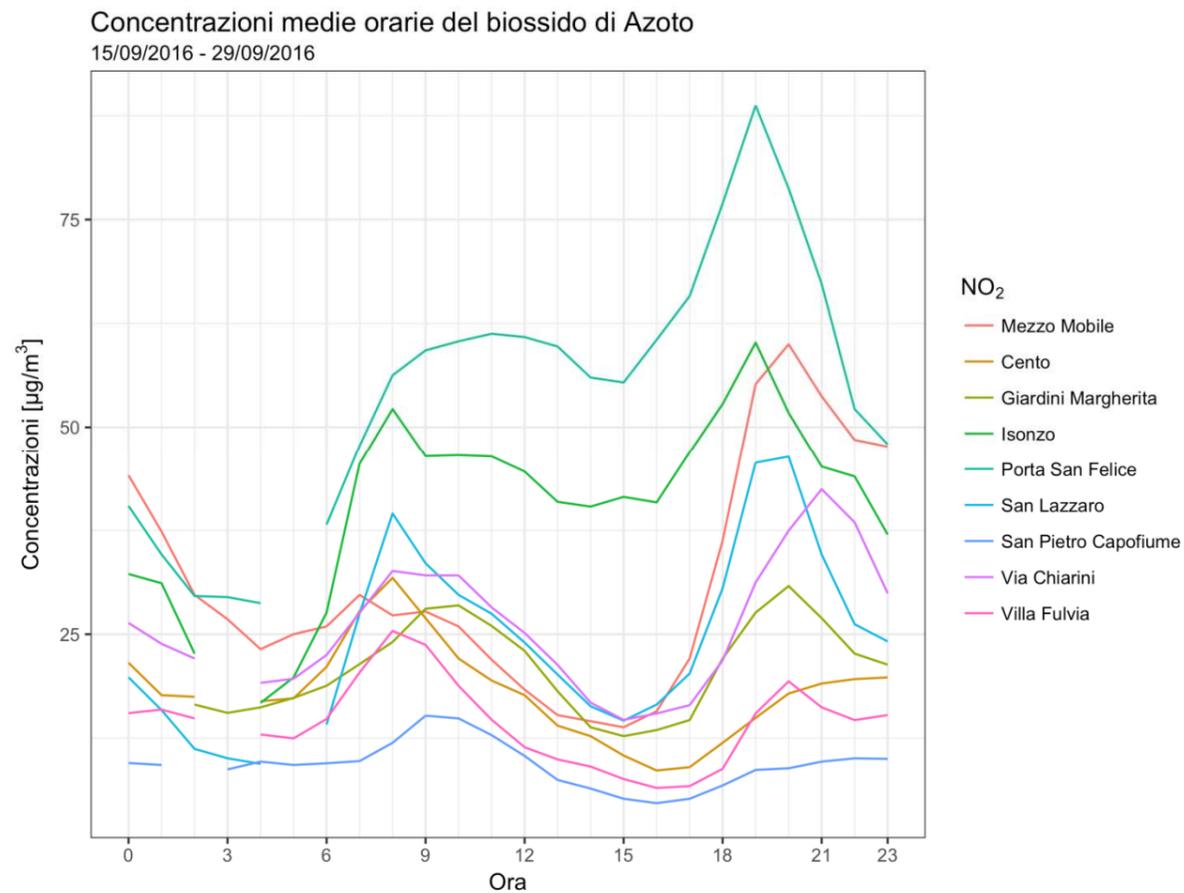


Figura 1-18: Concentrazioni medie orarie di NO₂ rilevate dal mezzo mobile posizionato a 150 m dall'autostrada e dalle stazioni fisse di monitoraggio nel periodo di monitoraggio.

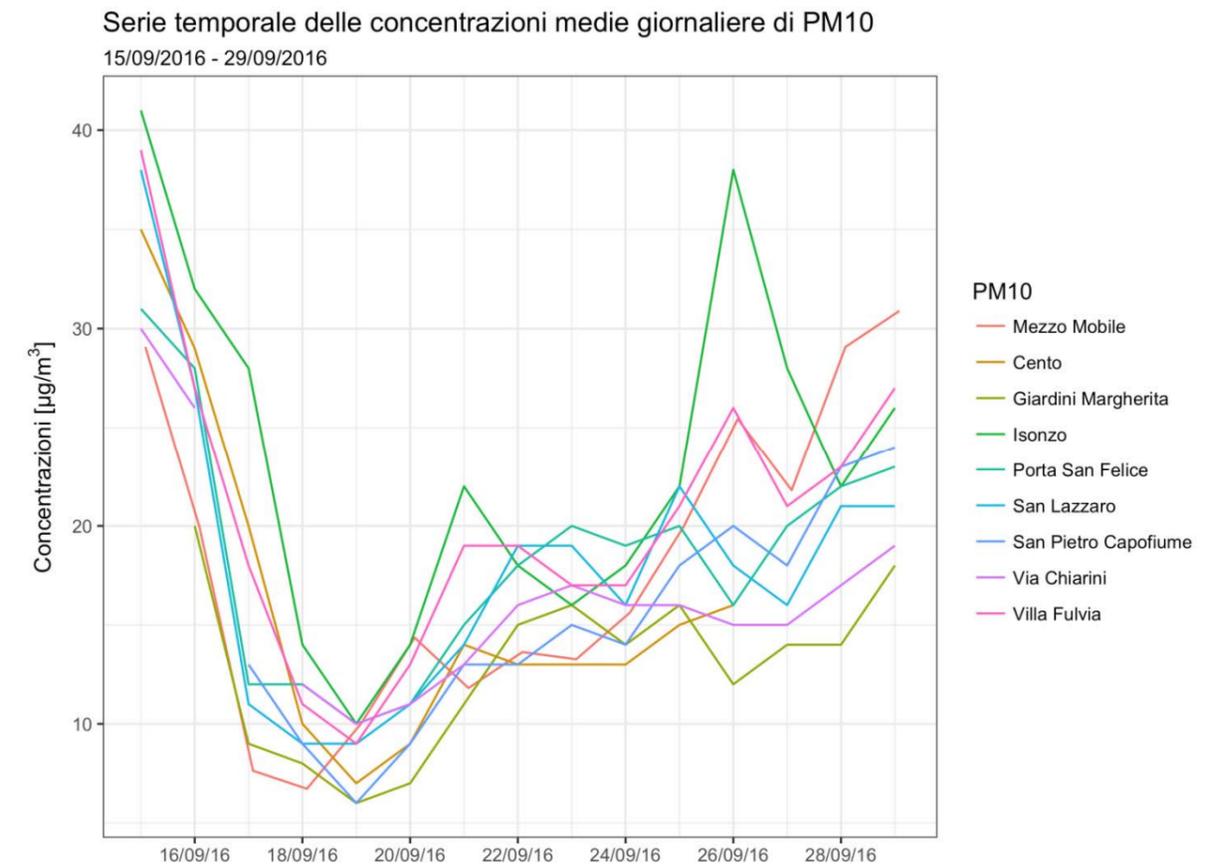


Figura 1-19: Concentrazioni medie giornaliere di particolato PM10 rilevate dal mezzo mobile a 150 m dall'autostrada e dalle stazioni fisse di monitoraggio nel periodo di monitoraggio.

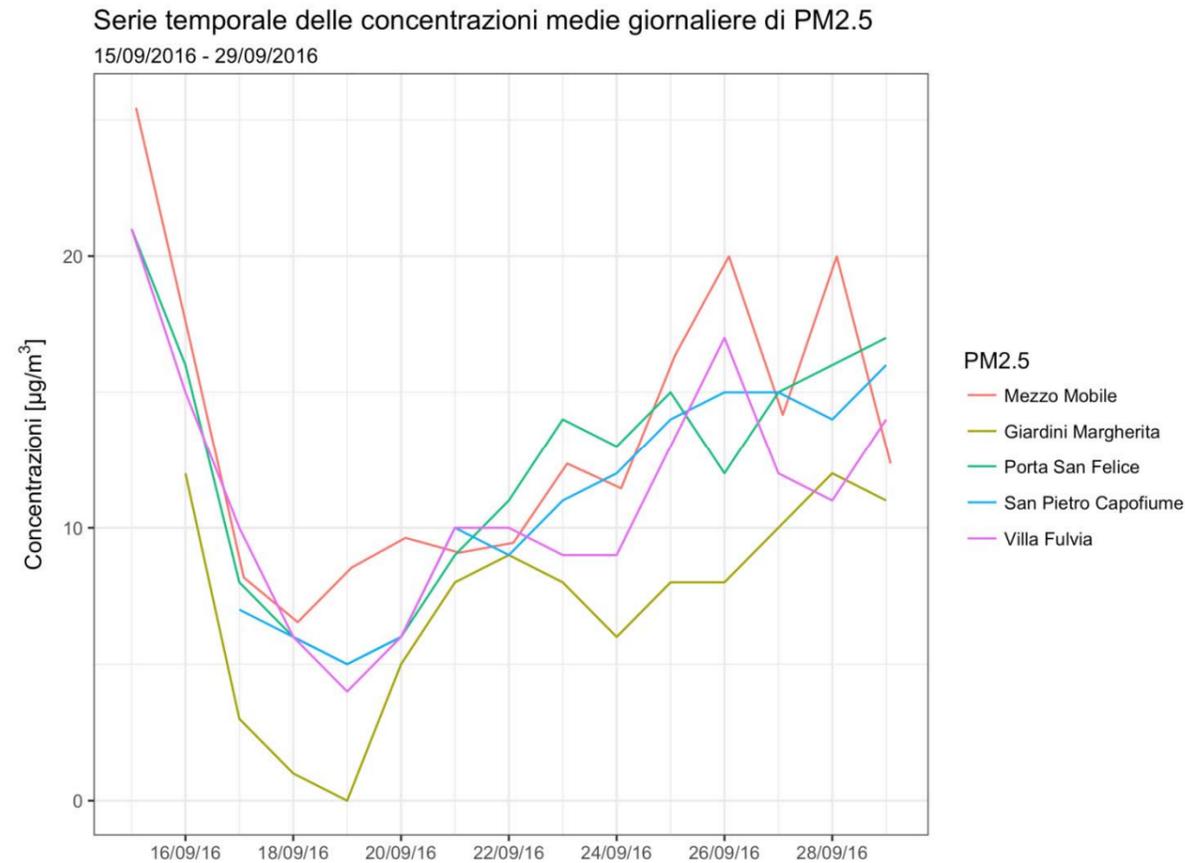


Figura 1-20: Concentrazioni medie giornaliere di particolato PM2.5 rilevate dal mezzo mobile a 150 m dall'autostrada e dalle stazioni fisse di monitoraggio nel periodo di monitoraggio.

Il confronto tra le concentrazioni rilevate dal mezzo mobile e le stazioni fisse di monitoraggio evidenzia che presso il sito di misura prossimo all'autostrada si rilevano concentrazioni di inquinanti generalmente inferiori rispetto ai rilievi delle centraline classificate come traffico urbano. La media di NO₂ effettuata su tutti i giorni del periodo di monitoraggio è superiore a quanto rilevato dalla centralina di traffico di San Lazzaro, ma inferiore ai valori delle altre centraline dello stesso tipo. L'andamento orario medio delle concentrazioni di Figura 1-18 mostra concentrazioni confrontabili con quelle rilevate dalle centraline di fondo per tutta la giornata, ad esclusione delle ore serali e notturne quando si osserva una significativa risalita.

Le concentrazioni di polveri PM₁₀ e PM_{2.5} rilevate dal mezzo mobile, sia quelle medie relative all'intero periodo che le concentrazioni giornaliere, sono allineate a quelle registrate dalle stazioni fisse di monitoraggio (Tabella 1-12, Figura 1-19 e Figura 1-20). Per il PM₁₀, la media sull'intero periodo di monitoraggio è leggermente inferiore ai valori registrati dalle centraline di traffico e l'andamento giornaliero mostra variazioni poco significative rispetto alle misure delle stazioni fisse. Per quanto riguarda il PM_{2.5}, i valori

misurati sono lievemente superiori rispetto a quelli delle stazioni fisse e un andamento giornaliero del tutto analogo.

Le misure evidenziano il peso della componente secondaria di questo inquinante che in pianura padana è costituito per più del 50% di composti che si formano in atmosfera e le cui concentrazioni sono dunque alte ed omogenee su tutto il territorio e solo lievemente influenzate dalla vicinanza di sorgenti di particolato primario.

1.5 QUADRO EMISSIVO

Il quadro emissivo dell'opera è stato valutato nello stato attuale e in sei configurazioni future per un totale di sette scenari.

1. Attuale:	Flussi veicolari nel 2016 e parco veicolare del 2014.
2. Programmatico 2025: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2025 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
3. Progettuale 2025: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2025 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
4. Programmatico 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
5. Progettuale 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
6. Programmatico 2035: Parco 2035	Flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2035.
7. Progettuale 2035: Parco 2035	Flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2035.

Per lo scenario relativo ai flussi veicolari attesi per il 2035 si è preferito stimare le emissioni in due modi, utilizzando sia il parco veicolare ricostruito per il 2035 che il parco veicolare ricostruito per il 2025. La ricostruzione del parco veicolare al 2035 ha infatti un alto grado di incertezza legato sia alla mancanza di conoscenza degli standard emissivi successivi a Euro 6 per gli autoveicoli e i veicoli commerciali e a Euro 3 per i motoveicoli, sia per l'evoluzione della composizione del parco veicolare in un arco di tempo così ampio. La stima per il 2035 con il parco ricostruito al 2035 è dunque quella metodologicamente più corretta, ma il calcolo delle emissioni con i flussi stimati per il 2035 con il parco ricostruito al 2025 è considerato conservativo e rappresenta un dato sovrastimato delle emissioni attese per questo orizzonte temporale.

Gli inquinanti di cui sono state calcolate le emissioni sono: NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, Benzene, individuati come gli inquinanti per i quali è definito un limite per la protezione della salute umana e che sono emessi per una grande frazione dal traffico veicolare. Le emissioni che sono state stimate sono relative alla rete stradale inclusa in un dominio parallelo all'autostrada A13, i cui estremi distano 10 km da essa per una dimensione complessiva di 20 km x 39 km. Il domino risulta inclinato verso est di 26.1° rispetto alla direzione nord e il punto più meridionale ha coordinate UTM 32 695343, 4926510.

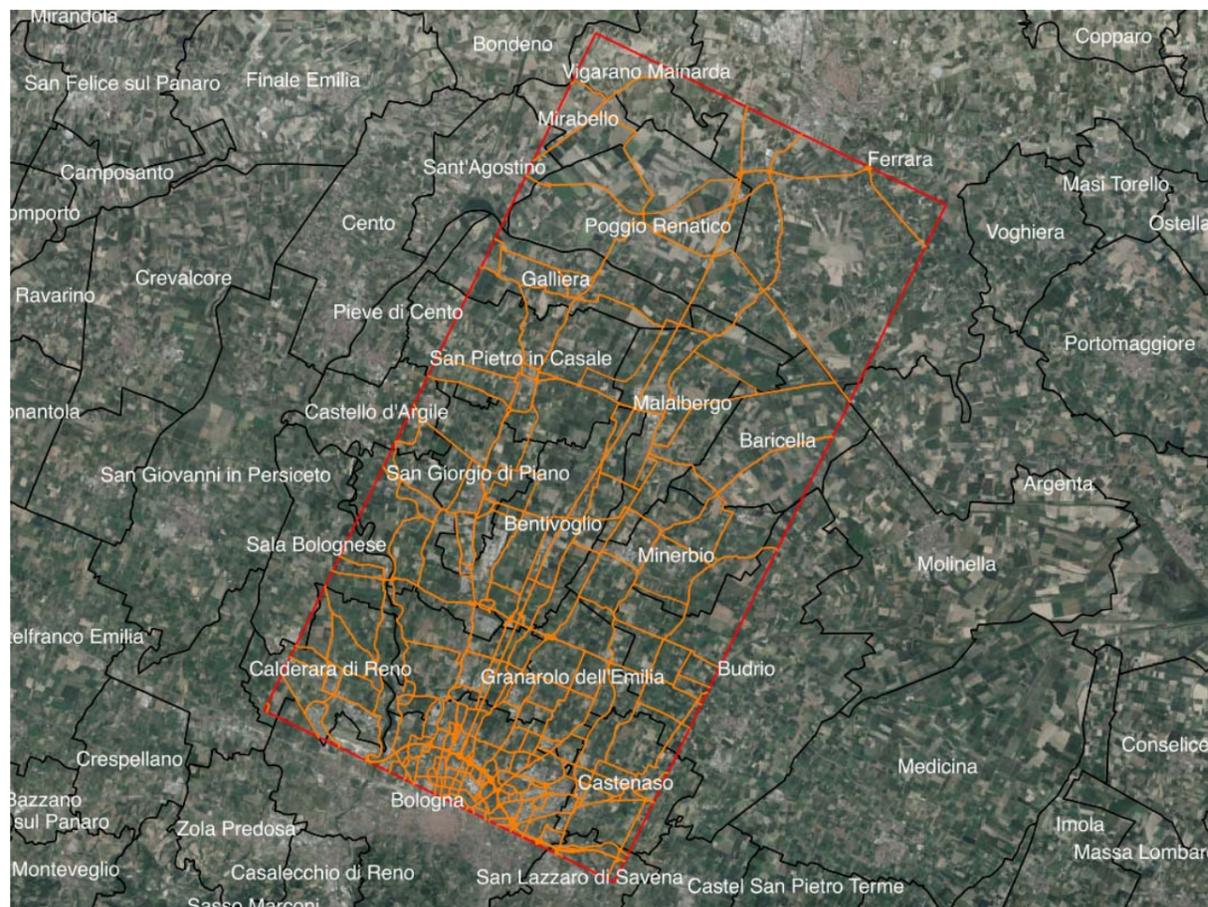


Figura 1-21: Grafo stradale di cui è stata effettuata stima delle emissioni. Ortofoto PCN.

1.5.1 Metodologia di calcolo delle emissioni.

La stima delle emissioni di NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, Benzene è stata compiuta attraverso l'uso del software TREFIC, che integra i fattori emissivi della metodologia ufficiale COPERT IV/Corinair sviluppata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente e i fattori emissivi della metodologia elaborata dallo IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) per il PM, consentendo di applicarli ai flussi veicolari associati a una rete stradale. La metodologia utilizzata per la stima delle emissioni di PM₁₀ e di PM_{2.5} tiene conto anche della componente non-exhaust generata dall'abrasione dei freni, degli pneumatici e della strada.

I flussi della rete stradale sono assegnati a quattro categorie veicolari:

- Motoveicoli;
- Autoveicoli;
- Veicoli Commerciali Leggeri;
- Veicoli Commerciali Pesanti.

Per ciascuna categoria veicolare deve essere ricostruita una suddivisione in classi emissive (classi COPERT) ciascuna delle quali è associata ad una classe di omologazione ambientale EURO.

Per ricostruire le emissioni da traffico nei differenti scenari sono stati usati i dati dei flussi veicolari ricostruiti dai modelli di traffico per ciascun arco nell'ora di punta di un giorno ferialo secondo la distinzione tra autoveicoli, veicoli leggeri e veicoli pesanti.

1.5.2 Ripartizione del parco circolante nel 2014 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.

Il parco dei veicoli circolanti nella configurazione attuale è stato costruito, sulla base dei dati ACI più recente pubblicata (2014) dei veicoli immatricolati successivamente pesati per i valori di percorrenze annuali (chilometraggio medio annuale per età - fonte ENEA/Ministero dell'Ambiente) per calcolare la composizione dei mezzi circolanti. Di seguito si riportano i diagrammi a barre della suddivisione in classi ambientali delle categorie veicolari per il 2014.

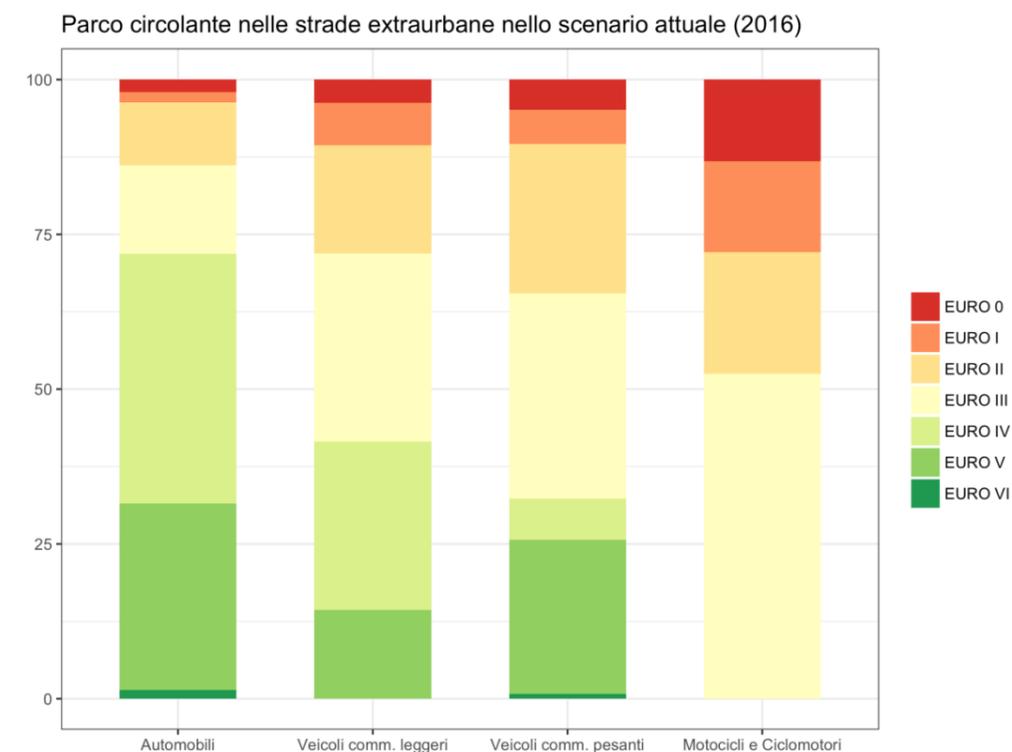


Figura 1-22: Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle strade extraurbane nello scenario attuale (2016, parco 2014). Dati ACI Emilia Romagna e percorrenze ENEA/Ministero dell'Ambiente.

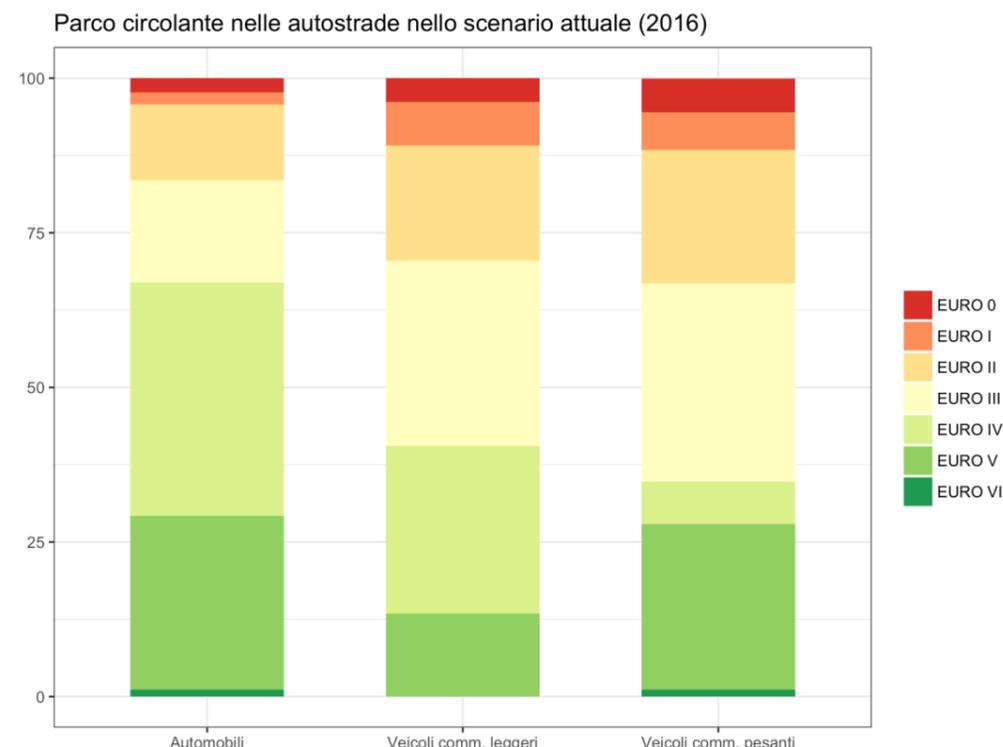


Figura 1-23: Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle autostrade nello scenario attuale (2016, parco 2014). Dati ACI nazionali e percorrenze ENEA/Ministero dell'Ambiente. Non è riportato alcun dato relativo ai motocicli in quanto a questa categoria non è stato assegnato flusso veicolare sulle autostrade.

1.5.3 Metodologia per la ricostruzione del parco circolante nel 2025 e nel 2035.

Per ricostruire il parco circolante nel 2025 e nel 2035 ci si è basati sul parco veicolare più recente pubblicato da ACI (2014), sul tasso di estinzione dei veicoli in base alla loro età e le nuove immatricolazioni.

Il tasso di estinzione è stato stimato sulla base dello studio dell'ACI "Anzianità del parco veicoli in Italia" disponibile sul sito (<http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche.html>) nel quale è riportata un'analisi dettagliata della distribuzione dei veicoli in base all'anno di prima immatricolazione, completa fino al 2011 relativamente ai dati nazionali.

I dati mostrati in questo documento sono stati corretti da ACI con delle funzioni statistiche per eliminare le anomalie spesso presenti nei dati dei veicoli immatricolati, ed esso costituisce la fonte con la maggiore affidabilità per l'analisi del tasso di estinzione dei veicoli.

Il tasso di riduzione percentuale dei veicoli è stato ricostruito per un periodo di 20 anni, distinto in 6 tipologie di veicoli: autoveicoli, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, trattori stradali, autobus, motocicli.

Il tasso di riduzione che è stato utilizzato da ACI nelle elaborazioni del documento non varia per anni di immatricolazione diversi; non è stata necessaria dunque alcuna operazione di media per ricostruire un unico andamento del tasso di riduzione per ciascuna classe veicolare.

Per gli anni dal 21° in avanti è stata impostata una riduzione percentuale pari a quella del 20° anno, corrispondente ad un andamento esponenziale decrescente del numero di veicoli.

Questa scelta è stata ritenuta conservativa, in quanto peggiorativa dal punto di vista emissivo, rispetto ad una interpolazione lineare del numero di veicoli poiché mantiene in vita sempre un minimo numero di veicoli molto vecchi.

In Tabella 1-13 vengono riportate le riduzioni percentuali del numero di veicoli rispetto all'anno precedente e nei grafici da Figura 1-24 a Figura 1-29, viene mostrato l'andamento a partire dal primo anno di immatricolazione del numero di veicoli per ciascuna categoria, avendo normalizzato a uno il numero di veicoli con meno di un anno di vita.

Tabella 1-13: riduzione percentuale rispetto all'anno precedente del numero di veicoli.

% riduzione	Autoveicoli	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Trattori stradali	Autobus	Motocicli
2° anno	-0.29%	-0.57%	0.36%	-0.09%	0.11%	-0.50%
3° anno	-0.50%	-0.48%	0.06%	-0.05%	0.20%	-0.69%
4° anno	-0.98%	-1.77%	-0.24%	-1.33%	0.21%	-1.15%
5° anno	-1.14%	-1.92%	-0.54%	-1.31%	0.11%	-1.48%
6° anno	-1.29%	-2.28%	-0.33%	-3.71%	-0.09%	-1.91%
7° anno	-1.72%	-2.53%	-0.69%	-5.33%	-0.05%	-2.42%
8° anno	-2.33%	-2.58%	-0.92%	-6.32%	-0.37%	-2.88%
9° anno	-3.16%	-2.93%	-1.10%	-6.20%	-0.52%	-3.33%
10° anno	-4.31%	-3.58%	-1.26%	-8.04%	-0.59%	-3.86%
11° anno	-6.76%	-4.69%	-1.48%	-8.92%	-0.98%	-4.14%
12° anno	-9.23%	-5.36%	-1.75%	-9.54%	-1.17%	-4.27%
13° anno	-12.53%	-6.34%	-2.06%	-10.07%	-1.67%	-4.39%
14° anno	-14.79%	-6.79%	-2.37%	-11.04%	-1.78%	-4.50%
15° anno	-16.94%	-6.97%	-2.74%	-11.52%	-2.23%	-4.52%
16° anno	-18.03%	-7.08%	-3.32%	-11.58%	-3.46%	-4.71%
17° anno	-18.70%	-7.24%	-3.75%	-11.67%	-4.12%	-4.81%
18° anno	-18.69%	-7.42%	-4.23%	-12.22%	-5.01%	-4.81%
19° anno	-17.81%	-7.55%	-4.92%	-11.47%	-6.69%	-4.64%
20° anno	-16.36%	-7.68%	-5.13%	-11.56%	-10.22%	-4.37%
Dal 21° anno	-16.36%	-7.68%	-5.13%	-11.56%	-10.22%	-4.37%

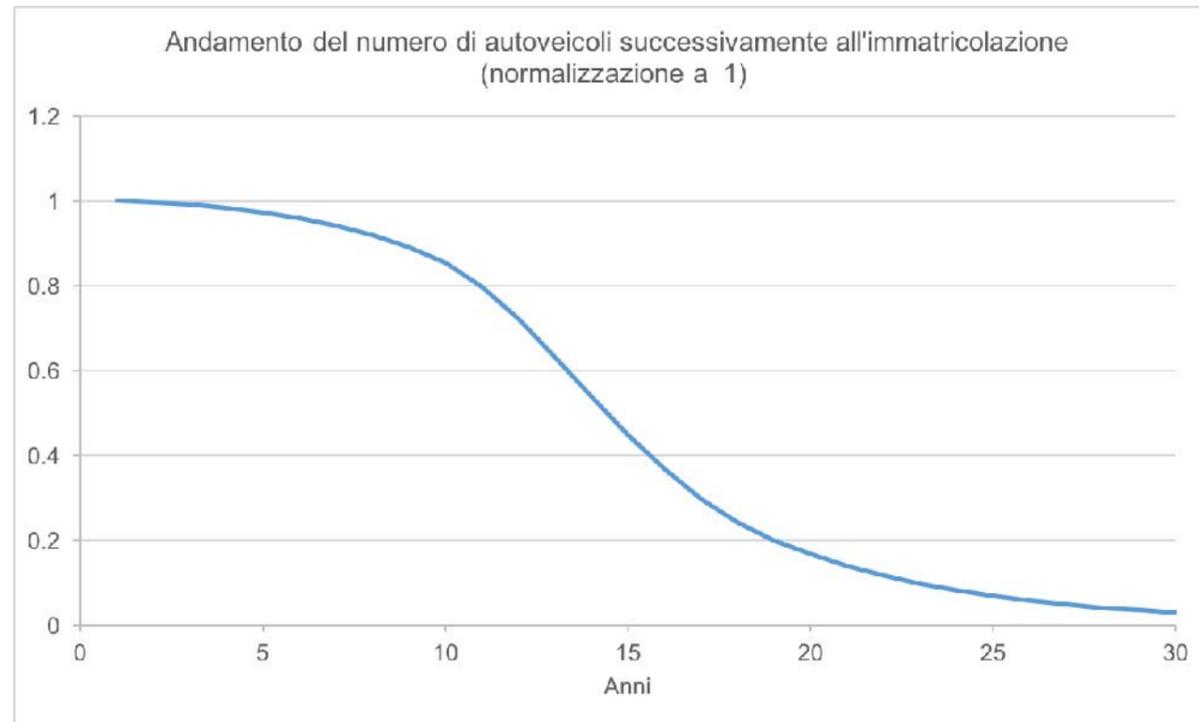


Figura 1-24: Andamento del numero di autoveicoli successivamente all'immatricolazione.

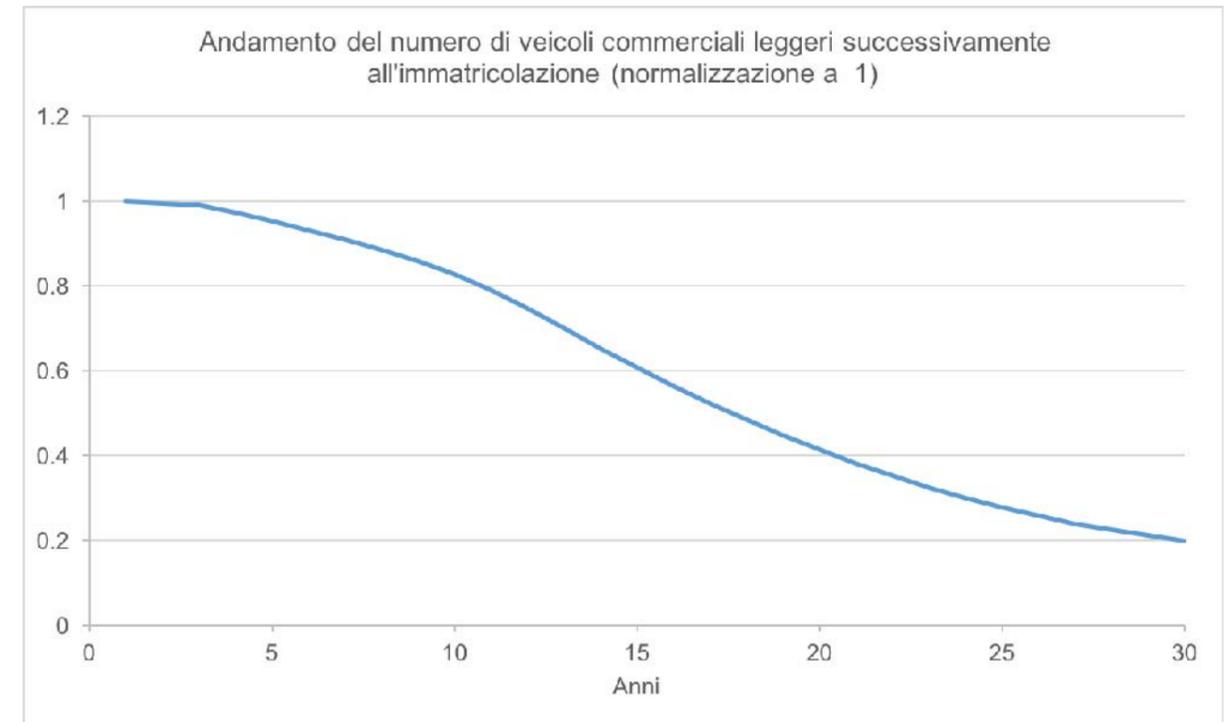


Figura 1-25: Andamento del numero di veicoli commerciali leggeri successivamente all'immatricolazione.

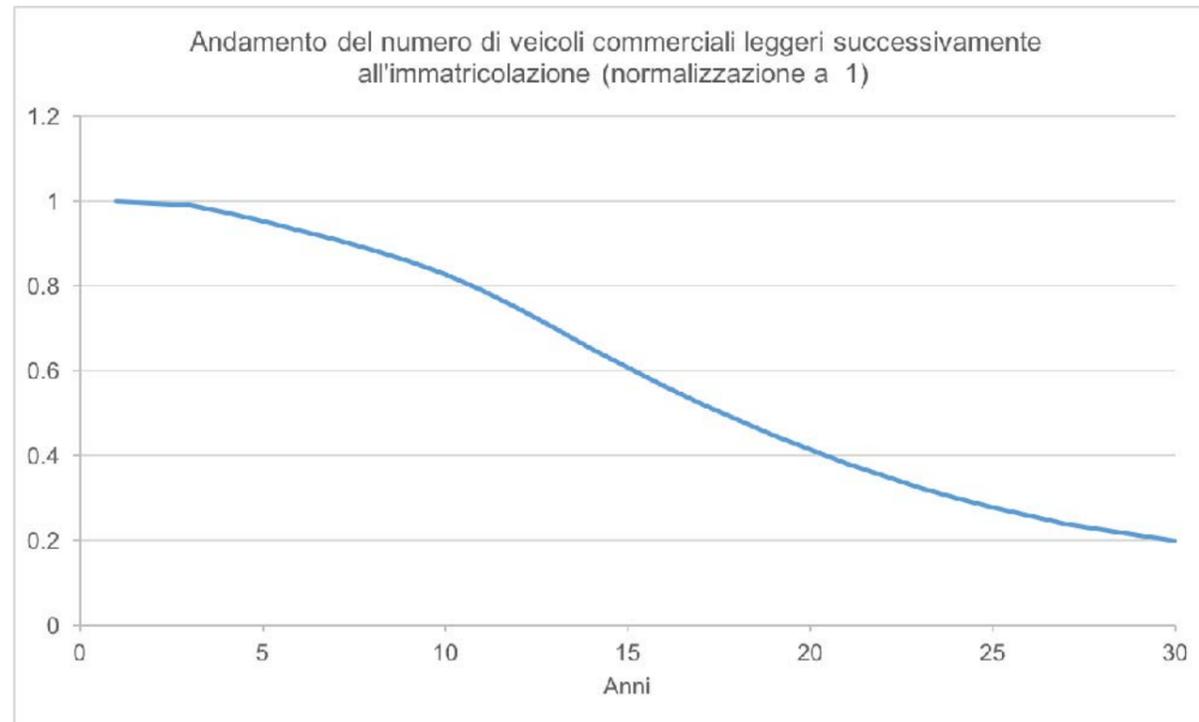


Figura 1-26: Andamento del numero di veicoli commerciali pesanti successivamente all'immatricolazione.

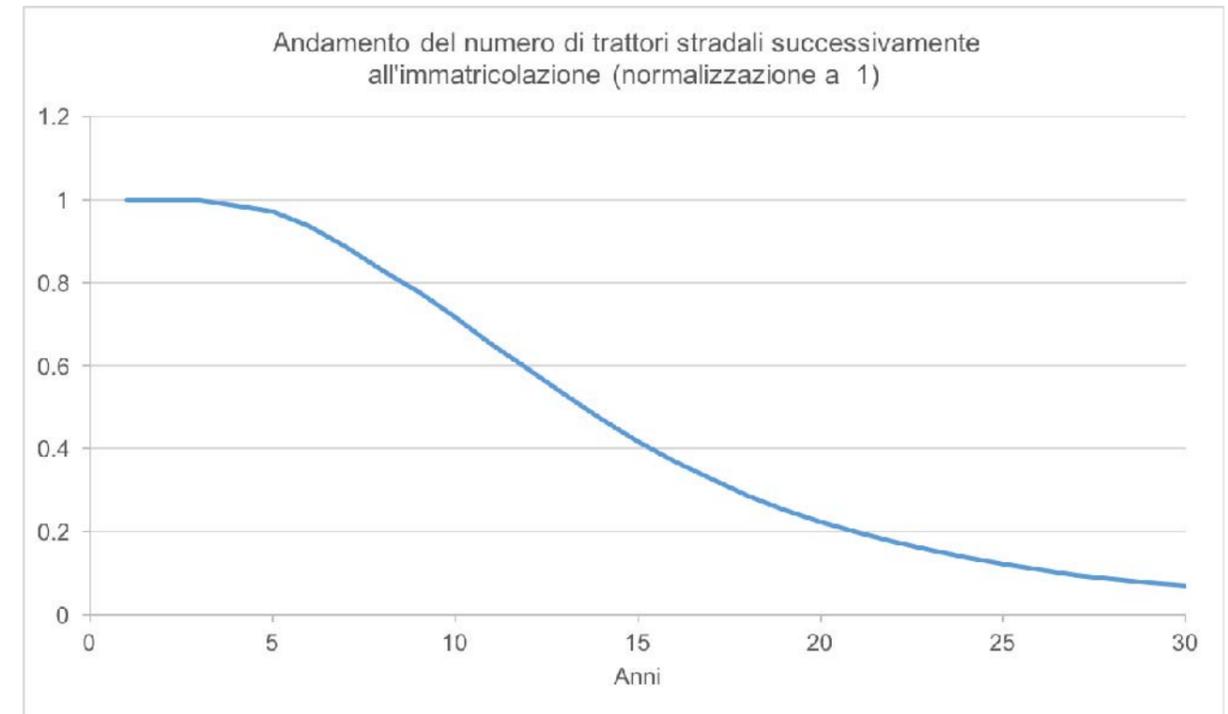


Figura 1-27: Andamento del numero di trattori stradali successivamente all'immatricolazione.

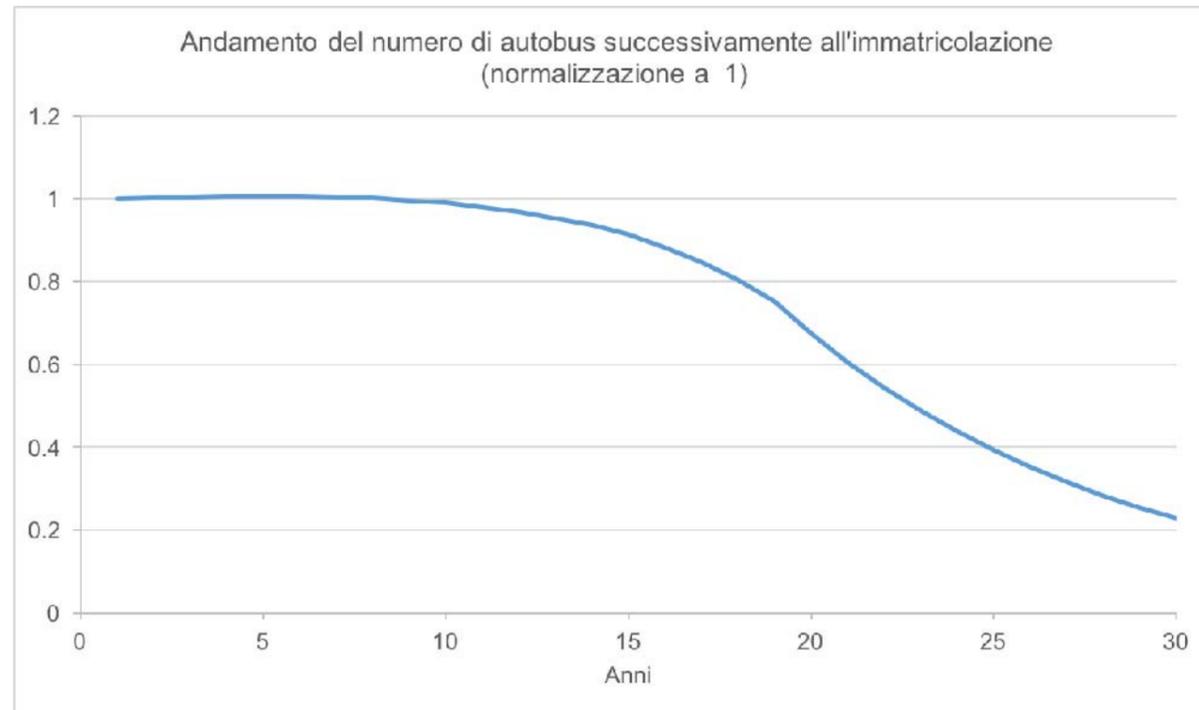


Figura 1-28: Andamento del numero di autobus successivamente all'immatricolazione.

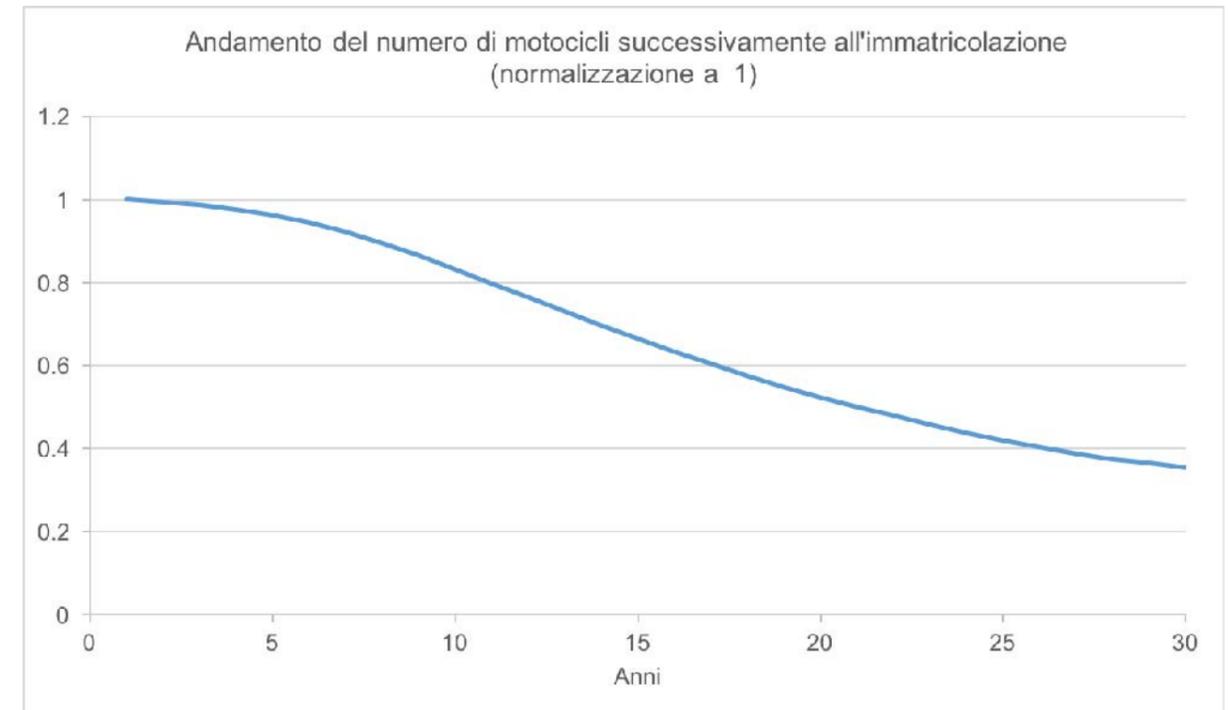


Figura 1-29: Andamento del numero di motocicli successivamente all'immatricolazione.

Per ricostruire l'informazione sui veicoli immatricolati sono stati utilizzati i dati che ACI pubblica in "Autoritratto", per gli anni più recenti disponibili (2010-2015), con riferimento alla regione Emilia Romagna e suddivisi per macro-categoria. Sulla base dei nuovi veicoli introdotti, si è calcolato un trend medio di immatricolati rispetto ai veicoli introdotti l'anno precedente (Tabella 1-14). Questa scelta è stata operata al fine di mantenere una continuità con l'approccio utilizzato da ACI per valutare i trend d'estinzione e per utilizzare i dati più recenti possibili che consentano di rispecchiare l'attuale andamento del mercato

Tabella 1-14: Veicoli immatricolati in Emilia Romagna (2010-2015) e % dei nuovi veicoli rispetto agli immatricolati dell'anno precedente.

Immatricolati Emilia Romagna	Autoveicoli	Veicoli commerciali leggeri	Veicoli commerciali pesanti	Trattori stradali	Autobus	Motocicli
2010	156994	14118	743.05	1002	204	23546
2011	140129	12906.7	679.3	1115	134	20149
2012	111750	8078.8	425.2	701	103	15925
2013	113546	9761.25	513.75	847	90	12862
2014	117030	9640.6	507.4	856	167	13279
2015	132690	10453.8	550.2	1422	163	13794
trend Immatr.	-2.6%	-3.6%	-3.6%	9.0%	2.6%	-9.5%

L'andamento previsto per le nuove immatricolazioni di autovetture e veicoli commerciali, sulla base della metodologia descritta, è illustrato in Figura 1-30.

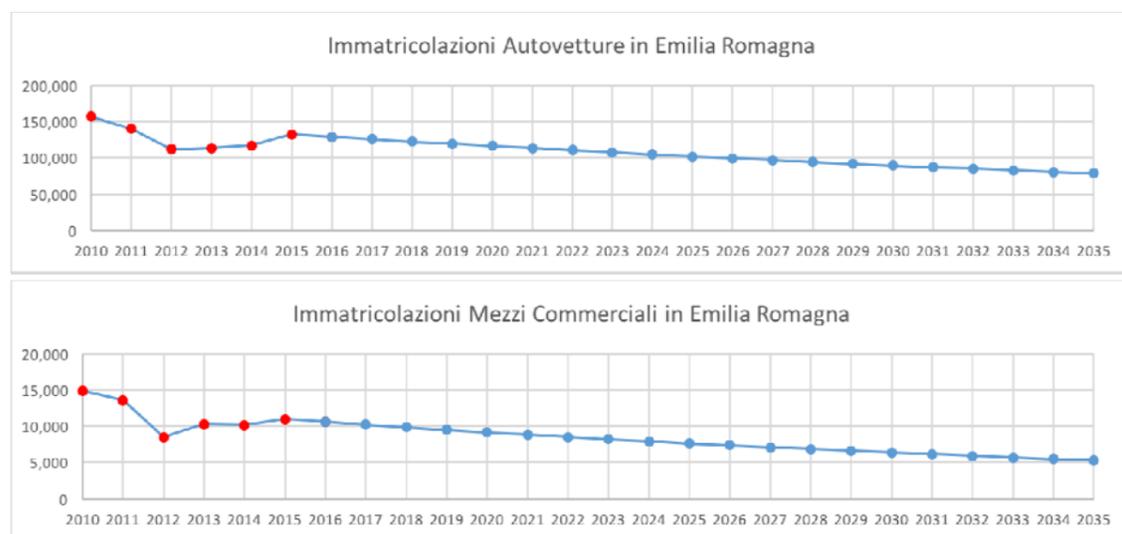


Figura 1-30: Ipotesi di andamento delle nuove immatricolazioni di autovetture e veicoli commerciali sulla base dei dati 2010-2015.

Nuove immatricolazioni e tassi di estinzioni sono stati utilizzati per calcolare l'anzianità dei veicoli al 2025 e al 2035, partendo dalla più recente fotografia del parco suddiviso per classi di età (2014).

Per poter proiettare il parco agli anni successivi ciascuna omologazione ambientale è stata suddivisa in anni di immatricolazione sulla base dei dati riportati nello studio "Anzianità del parco veicoli in Italia" e sulla base dei periodi in cui la normativa ha reso obbligatoria la vendita di mezzi omologati secondo la direttiva di riferimento (Tabella 1-15).

Tabella 1-15: Anno di introduzione di ciascuna classe di omologazione ambientale.

Classi Amb.	Anno
Euro 0	Fino 12-1992
Euro 1	1993
Euro 2	1997
Euro 3	2001
Euro 4	2006
Euro 5	10-2008
Euro 6	2009 - presente

L'estinzione dei veicoli è stata applicata identicamente per tutte le tipologie veicolari (cilindrata, peso...) e per tutti combustibili all'interno di ciascuna categoria veicolare (motoveicoli, autoveicoli...). I veicoli di nuova immatricolazione sono stati suddivisi tra le diverse tipologie veicolari e tra i diversi combustibili con la stessa ripartizione associata nel 2014 (dati "Autoritratto" ACI) ai veicoli dell'omologazione ambientale più recente.

Le scelte operate appaiono complessivamente conservative in quanto i veicoli di recente immatricolazione che si considera vengano aggiunti ogni anno sono di più dei veicoli che si considerano rottamati, diversamente da quanto di si potrebbe aspettare da un mercato quasi statico come quello attuale.

1.5.3.1 Ripartizione del parco circolante nel 2025 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.

Applicando al parco veicolare ricostruito per il 2014 le curve di riduzione percentuale di ciascuna categoria veicolare descritte nel paragrafo 1.5.3 si ottiene per il 2025 una ricostruzione del parco veicolare distinto nelle classi COPERT e nelle classi di omologazione ambientale. Come per il 2014 la ripartizione in classi è distinta tra strade extraurbane e autostrade.

Di seguito si riportano i diagrammi della suddivisione in classi ambientali delle categorie veicolari per il 2025 elaborati tenendo conto della percorrenza stimata da ENEA/Ministero dell'Ambiente.

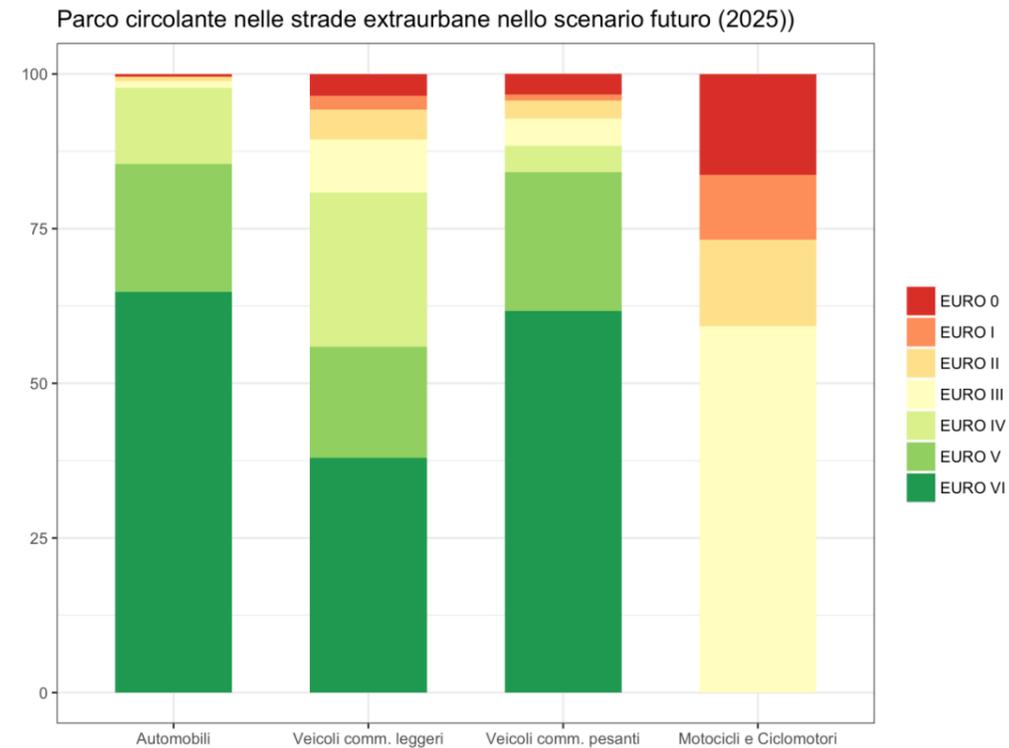


Figura 1-31: Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle strade extraurbane nel 2025. La distribuzione del parco tiene conto della percorrenza di ciascuna categoria veicolare stimata da ENEA/Ministero dell’Ambiente.

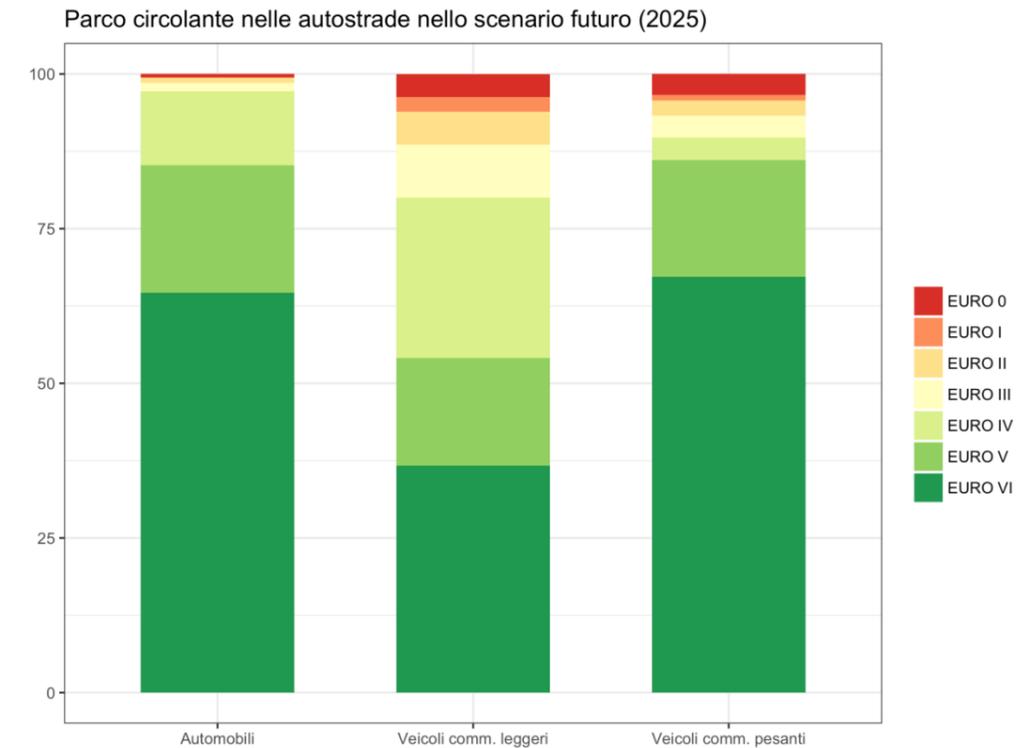


Figura 1-32: Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle autostrade nel 2025. La distribuzione del parco tiene conto della percorrenza di ciascuna categoria veicolare stimata da ENEA/Ministero dell’Ambiente. Non è riportato alcun dato relativo ai motocicli in quanto a questa categoria non è stato assegnato flusso veicolare sulle autostrade.

1.5.3.2 Ripartizione del parco circolante nel 2035 nelle classi COPERT e di omologazione ambientale.

Applicando al parco veicolare ricostruito per il 2014 le curve di riduzione percentuale di ciascuna categoria veicolare descritte nel paragrafo 1.5.3 si ottiene per il 2035 una ricostruzione del parco veicolare distinto nelle classi COPERT e nelle classi di omologazione ambientale. Come per il 2014 la ripartizione in classi è distinta tra strade extraurbane e autostrade.

Di seguito si riportano gli aerogrammi della suddivisione in classi ambientali delle categorie veicolari per il 2035 elaborati tenendo conto anche della percorrenza stimata da ENEA/Ministero dell’Ambiente.

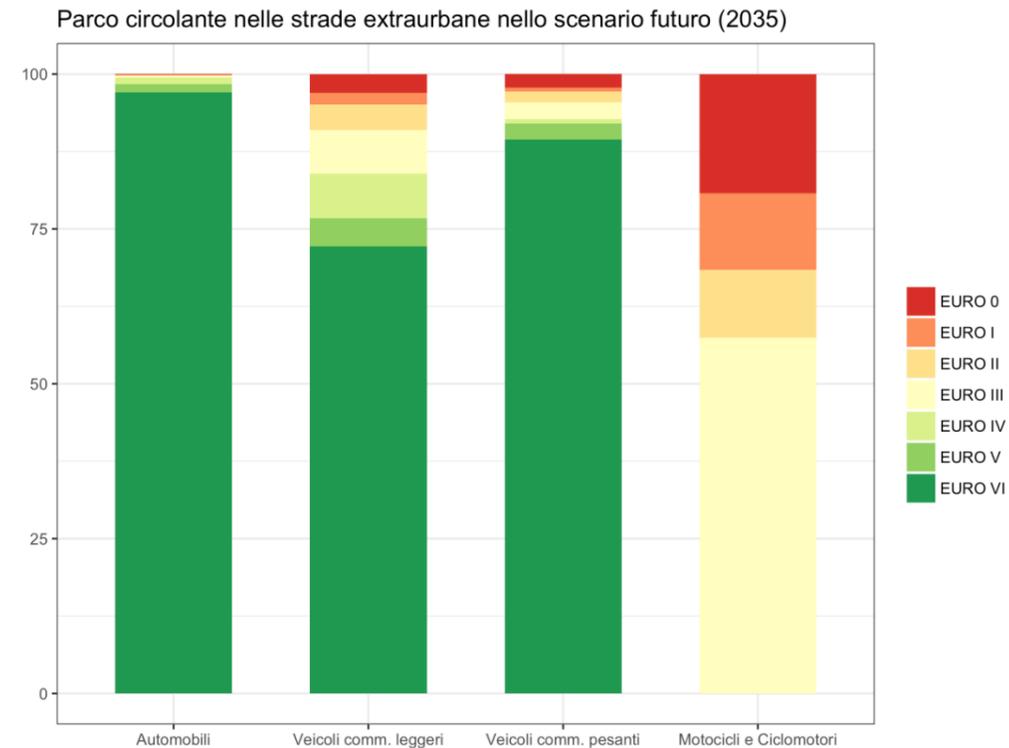


Figura 1-33 Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle strade extraurbane nel 2035. La distribuzione del parco tiene conto della percorrenza di ciascuna categoria veicolare stimata da ENEA/Ministero dell’Ambiente.

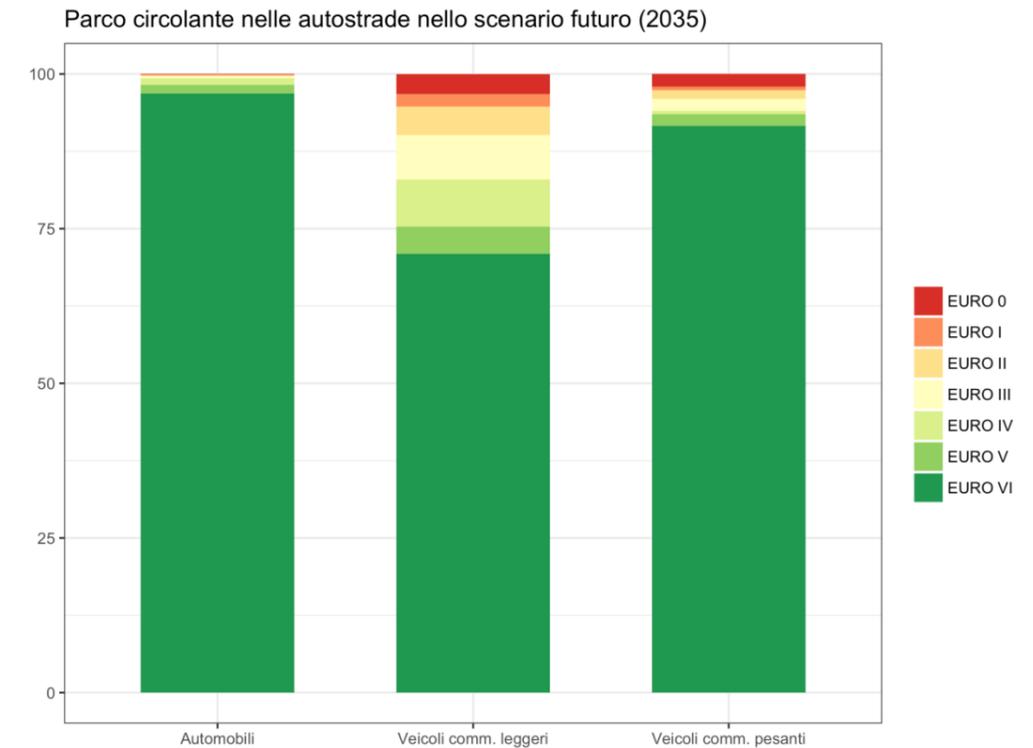


Figura 1-34 Diagramma a barre della distribuzione in classi di omologazione ambientale per ciascuna categoria veicolare del parco circolante sulle autostrade nel 2035. La distribuzione del parco tiene conto della percorrenza di ciascuna categoria veicolare stimata da ENEA/Ministero dell’Ambiente. Non è riportato alcun dato relativo ai motocicli in quanto a questa categoria non è stato assegnato flusso veicolare sulle autostrade.

1.5.4 Modulazioni dei flussi di traffico

Per ricostruire le emissioni orarie di ciascun arco stradale per tutto l’anno solare è necessario utilizzare dei profili di modulazione temporale del traffico veicolare.

Per l’autostrada sono gli andamenti sono stati ricavati da dati sperimentali derivanti da rilievi di traffico ASPI effettuati con cadenza oraria per tutto il 2015, in corrispondenza del ramo dell’A14 compreso tra lo svincolo di Casalecchio e il raccordo A14-A13, distinti per direzione di marcia e classe tariffaria (A, B, 345).

Analogamente per la viabilità extraurbana, sono stati utilizzati i conteggi aggregati di veicoli totali bidirezionali con cadenza oraria effettuati durante il 2015, da cui ricavare i profili settimanali e mensili da applicare agli assi non autostradali.

Sulla base dei dati disponibili sono stati utilizzati quattro profili temporali per ricostruire l’andamento giornaliero dei flussi nell’area di intervento distinguendo autostrade da strade extraurbane e veicoli leggeri (motoveicoli e autoveicoli nella suddivisione utilizzata dal

software TREFIC) e veicoli pesanti (veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti nella suddivisione utilizzata dal software TREFIC). In aggiunta, sono stati utilizzati tre profili temporali settimanali e mensili distinguendo le strade extraurbane e le autostrade, e in quest'ultima situazione veicoli leggeri e pesanti. Nelle figure seguenti si riportano gli andamenti temporali applicati per alimentare la simulazione di dispersione annuale, in termini di coefficienti moltiplicativi del dato di flusso dell'ora di punta mattutina del giorno feriale (8-9), rappresentativi del giorno feriale medio annuo.

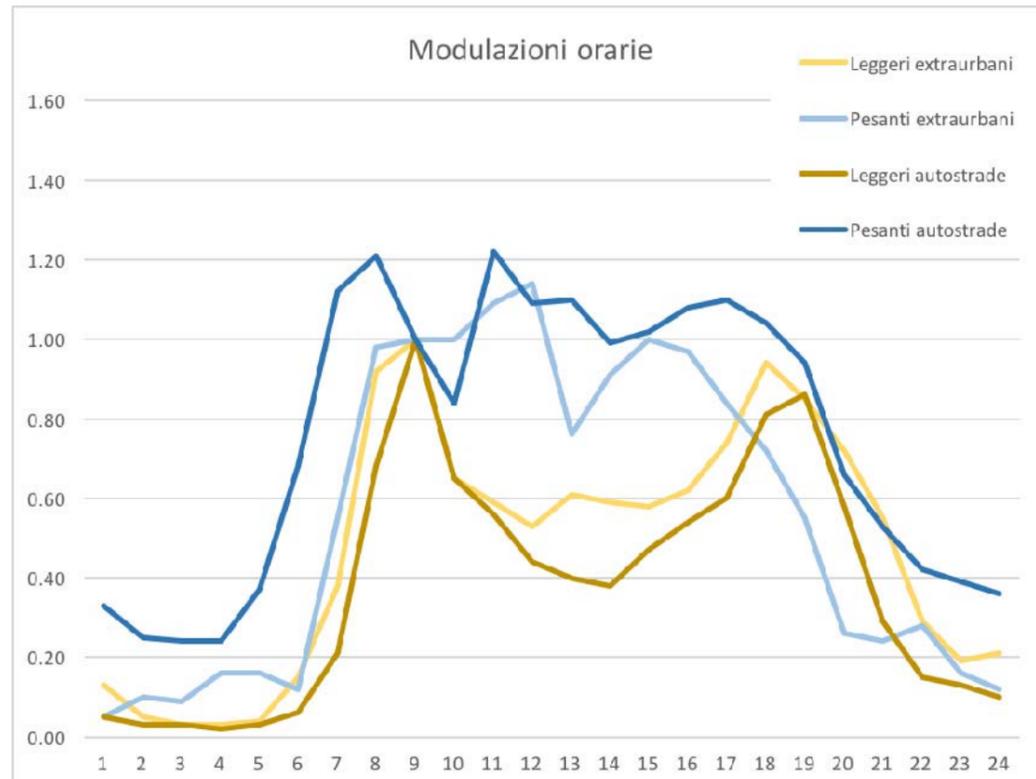


Figura 1-35: Profilo giornaliero delle modulazioni dei flussi di traffico per le autostrade e le strade extraurbane, distinto tra veicoli leggeri (motoveicoli e autoveicoli nella suddivisione utilizzata dal software TREFIC) e veicoli pesanti (veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti nella suddivisione utilizzata dal software TREFIC).

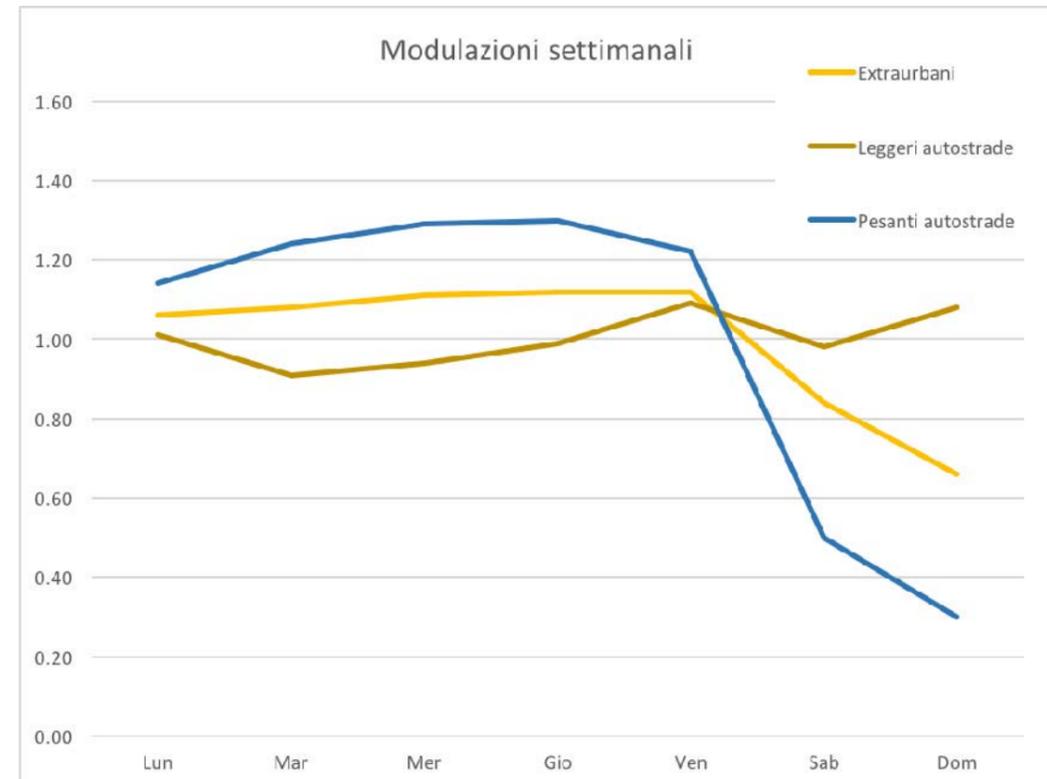


Figura 1-36: Profilo delle modulazioni settimanali dei flussi di traffico per le strade extraurbane e le autostrade distinte tra veicoli leggeri e veicoli pesanti.

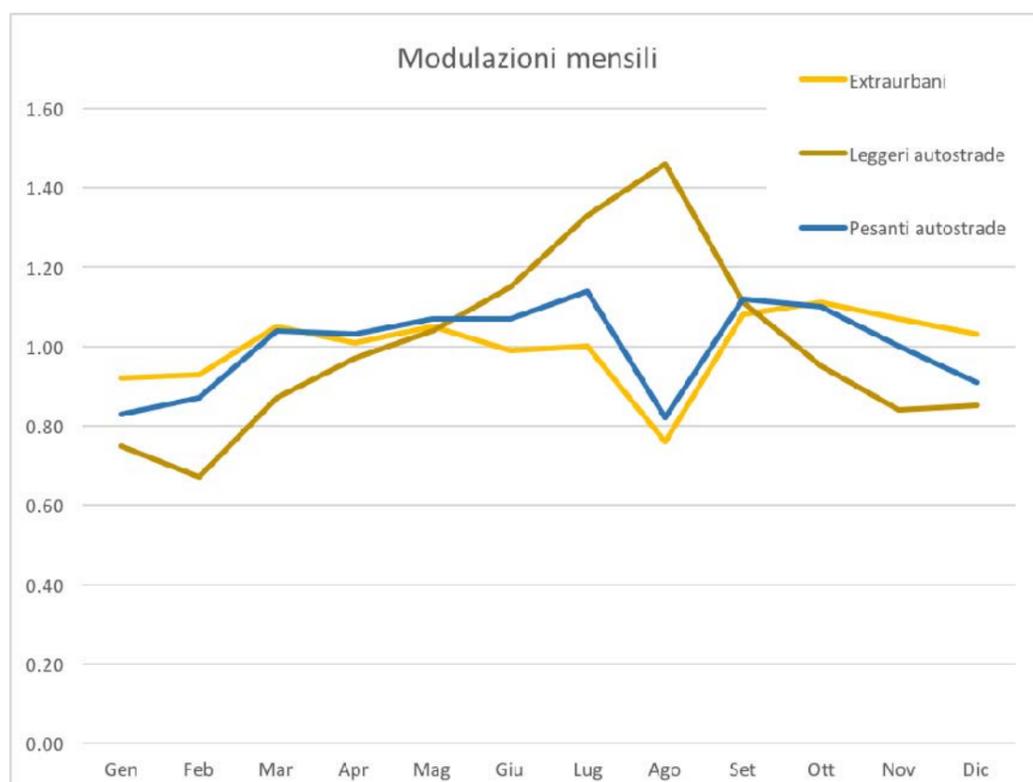


Figura 1-37: Profilo delle modulazioni mensili dei flussi di traffico per le strade extraurbane e le autostrade distinte tra veicoli leggeri e veicoli pesanti.

Tabella 1-16: Emissioni espresse in t/a dei sette scenari, suddivise in emissioni totali della rete stradale, emissioni autostradali.

Anno	Parco	Scenario	Tipo	NOX [t/a]	CO [t/a]	CO2 [kt/a]	Benzene [t/a]	PM10 [t/a]	PM2.5 [t/a]
2016	2014	Attuale	Rete Stradale	3068	3458	682	13	125	95
			Rete Autostradale	1536	1649	251	5	54	40
			A13	901	1083	148	3	31	23
2025	2025	Programm.	Rete Stradale	1719	1251	748	4	117	84
			Rete Autostradale	808	639	273	1	48	32
			A13	502	399	169	1	29	19
2025	2025	Progettuale	Rete Stradale	1757	1280	760	4	119	85
			Rete Autostradale	863	679	293	2	51	34
			A13	554	438	188	1	31	22
2035	2025	Programm.	Rete Stradale	1809	1315	790	4	122	88
			Rete Autostradale	822	641	280	1	48	33
			A13	508	398	173	1	29	20
2035	2025	Progettuale	Rete Stradale	1853	1349	803	4	124	89
			Rete Autostradale	883	686	302	2	52	35
			A13	566	442	194	1	32	22
2035	2035	Programm.	Rete Stradale	1117	1045	787	2	119	84
			Rete Autostradale	494	545	279	1	47	31
			A13	309	331	172	1	28	19
2035	2035	Progettuale	Rete Stradale	1145	1072	800	2	121	86
			Rete Autostradale	532	580	301	1	50	33
			A13	346	365	193	1	31	21

1.5.5 Emissioni dei diversi scenari.

Per analizzare il carico emissivo nei diversi scenari sono state stimate le emissioni annuali per mezzo del codice TREFIC, applicando sull'intera rete stradale oggetto dello studio del traffico i dati di input descritti nei paragrafi precedenti. Il risultato è sintetizzato in Tabella 1-16, e nelle Figura 1-38, Figura 1-39 e Figura 1-40.

Emissioni degli scenari lungo la Rete Stradale

Normalizzazione rispetto allo scenario attuale

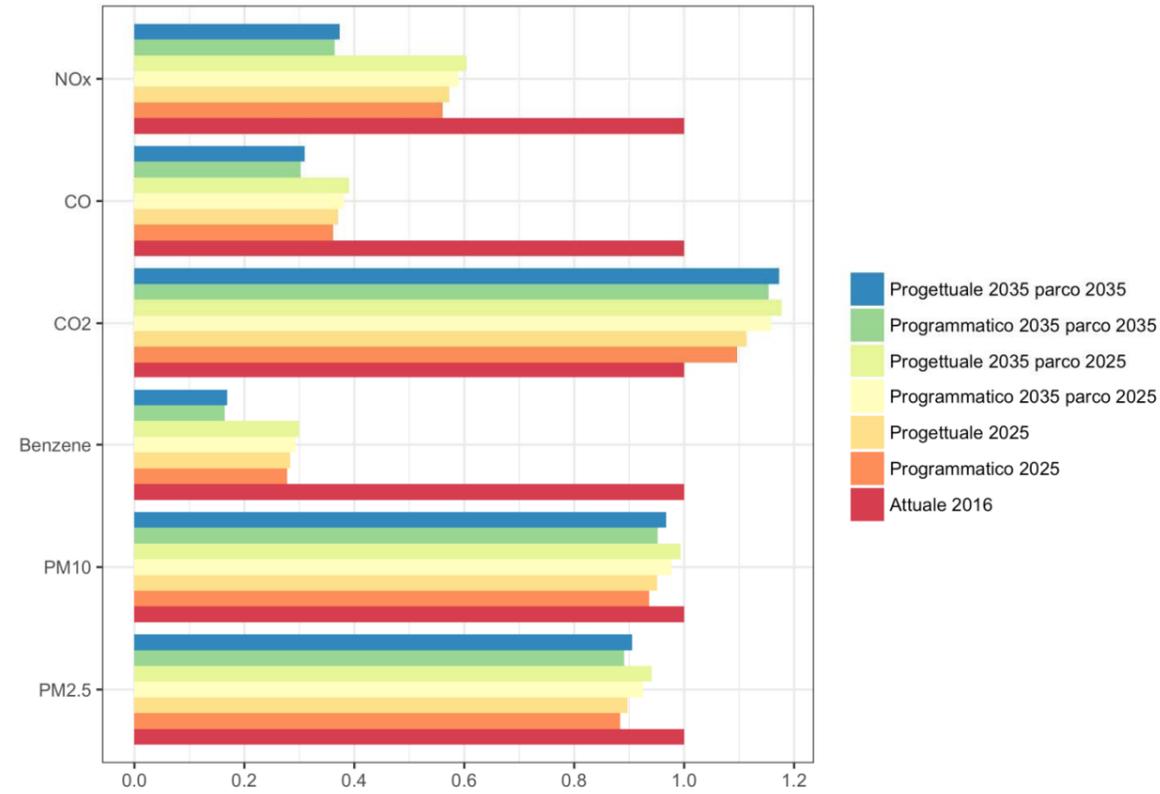


Figura 1-38: Istogramma delle emissioni totali da traffico relative ai sette scenari normalizzate rispetto allo scenario attuale.

Emissioni degli scenari lungo la Rete Autostradale

Normalizzazione rispetto allo scenario attuale

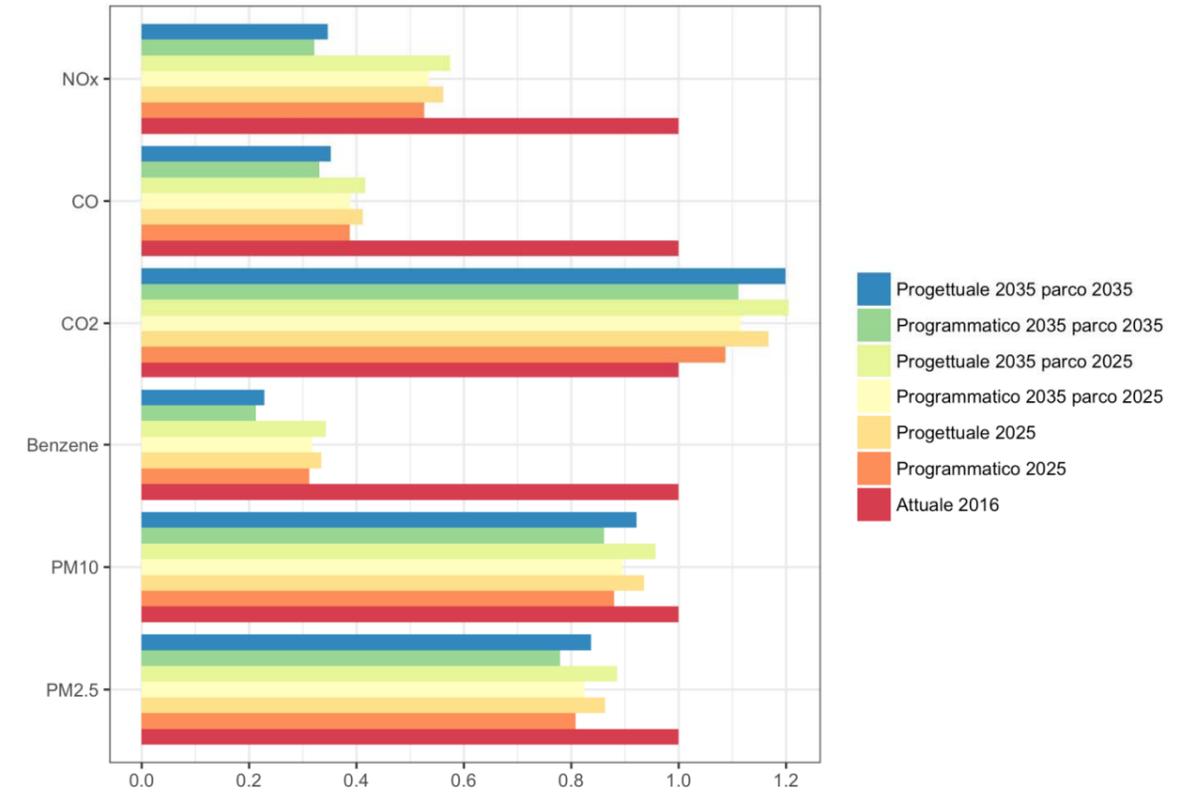


Figura 1-39: Istogramma delle emissioni della Rete Autostradale relative ai sette scenari normalizzate rispetto allo scenario attuale.

Emissioni degli scenari lungo la A13

Normalizzazione rispetto allo scenario attuale

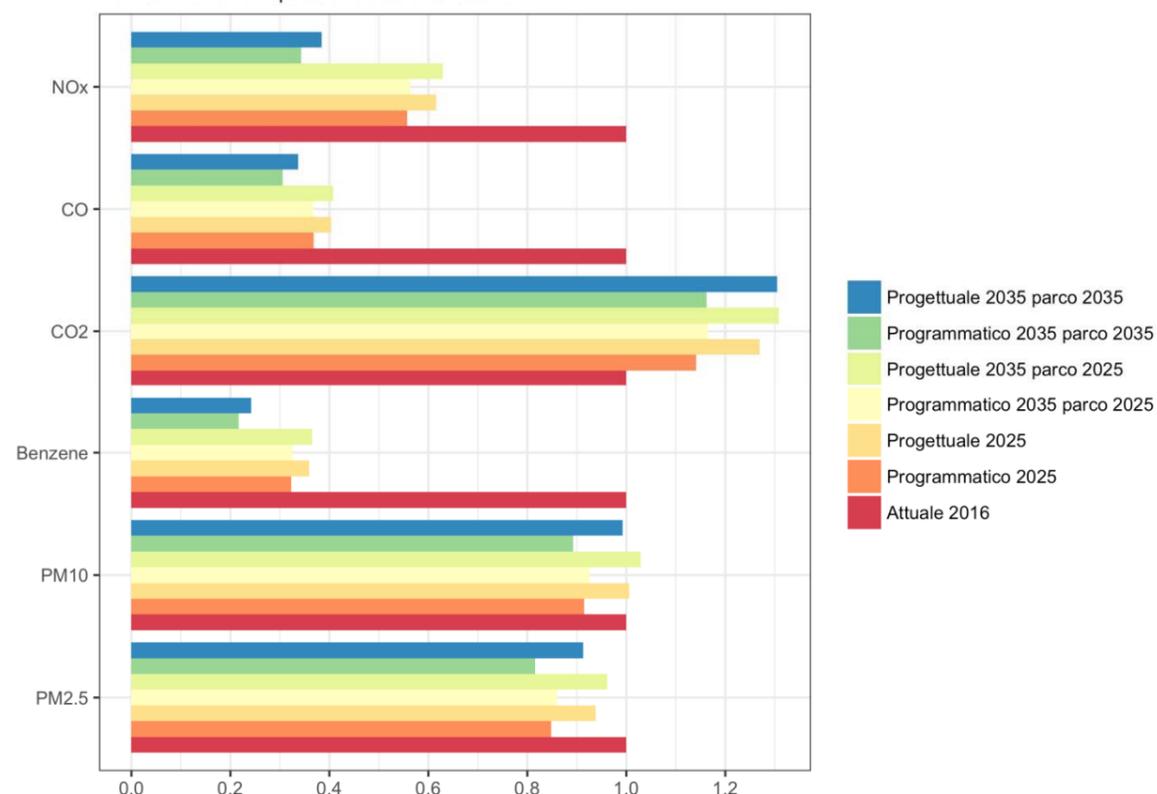


Figura 1-40: Istogramma delle emissioni della A13 relative ai sette scenari normalizzate rispetto allo scenario attuale.

In tutti gli scenari, le emissioni associate ai tratti autostradali costituiscono una frazione significativa delle emissioni totali, compresa tra il 33% e il 54% in funzione del tipo di inquinante; pertanto l'andamento delle emissioni osservato lungo la rete autostradale risulta molto simile a quello osservato lungo l'intera rete stradale nel dominio (Figura 1-21). Per gli inquinanti NOx, CO e Benzene, il bilancio emissivo mostra che tra lo stato attuale e quelli futuri si prevede una significativa riduzione delle emissioni a causa del rinnovo del parco veicolare, nonostante l'aumento delle percorrenze. Infatti, nei prossimi 10 anni si prevede la sostanziale uscita dal parco circolante dei mezzi di categoria Euro 4 e precedenti, che saranno rimpiazzati da Euro 5 e 6, significativamente più performanti rispetto ai precedenti. Nei successivi 10 anni, il parco circolante è stimato essere composto quasi esclusivamente da veicoli Euro 6, migliorando ulteriormente le prestazioni emissive. Nella simulazione di dispersione degli inquinanti in atmosfera, al fine di attuare un approccio cautelativo, sono state utilizzate le emissioni degli scenari 2035 con il parco 2025.

Per quanto riguarda le polveri, l'effetto di riduzione delle emissioni è minore, se non nullo, in quanto il contributo dell'usura di freni e pneumatici dipende solo dalle percorrenze e non dalla classe di omologazione ambientale.

In tutti i casi futuri, sia nella rete stradale complessiva che nelle tratte autostradali, lo scenario programmatico è caratterizzato da emissioni ridotte rispetto al corrispondente scenario progettuale, a causa dei minori flussi veicolari lungo i tratti autostradali.

Infine, le emissioni di anidride carbonica sono accresciute per tutti gli scenari futuri, poiché la riduzione di emissione di questo inquinante per i nuovi standard "euro" è modesta e non è sufficiente a bilanciare l'aumento dei flussi veicolari. Bisogna sottolineare che nelle proiezioni sul parco veicolare è stata considerata un'evoluzione che non tiene conto dell'introduzione dei veicoli elettrici o ibridi, i quali avrebbero probabilmente contribuito alla riduzione delle emissioni di CO2, ma la cui diffusione nei prossimi anni è incerta negli aspetti quantitativi.

1.6 DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI: METODOLOGIA DI STIMA E RISULTATI

1.6.1 Descrizione del modello ARIA Impact

Il pacchetto software ARIA Impact implementa un modello gaussiano coerente con le raccomandazioni della US E.P.A. (Environmental Protection Agency).

Le equazioni di base del modello gaussiano sono quelle classiche che descrivono la dispersione rettilinea di un pennacchio in condizioni stazionarie. Tali equazioni, con alcune modifiche, sono usate per trattare diverse tipologie di sorgenti, classificabili in tre categorie principali: sorgenti di tipo puntiforme, sorgenti di tipo areale e sorgenti di tipo lineare.

L'equazione gaussiana di base, relativa ad una sorgente puntiforme con pennacchio stazionario, utilizzata per il calcolo della concentrazione media oraria ad una distanza sottovento x e ad una distanza laterale y, è la seguente:

$$\chi = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2}$$

dove:

χ	concentrazione oraria (massa per unità di volume)
Q	rateo di emissione (massa per unità di tempo)
K	coefficiente per trasformazione le concentrazioni nelle unità di misura desiderate
V	termine di dispersione verticale
D	termine di decadimento
σ_y	deviazione standard della distribuzione laterale delle concentrazioni (m)
σ_z	deviazione standard della distribuzione verticale delle concentrazioni (m)
u_s	velocità del vento media alla quota di rilascio (m/s).

Il termine di dispersione verticale V, include gli effetti dovuti all'altezza fisica del camino, all'innalzamento del pennacchio (Briggs, 1975), alla quota dei recettori, allo strato di rimescolamento, alla deposizione secca, ecc.

Dalla formula si può comprendere come, per basse velocità del vento, la concentrazione calcolata assuma valori molto elevati; la letteratura ha evidenziato che per $u_s < 1$ m/s tali valori sono sovrastimati. Per questo motivo, ARIA Impact include un algoritmo di calcolo specifico (della classe dei modelli "a puff") per basse velocità del vento, in grado di migliorare il valore calcolato, in cui sostanzialmente la velocità del vento u_s viene sostituita con un coefficiente di dispersione longitudinale.

La velocità del vento, se necessario, viene estrapolata alla quota di emissione secondo la seguente legge di potenza:

$$u_s = u_m \left(\frac{h_s}{z_m} \right)^p$$

dove u_m è la velocità del vento misurata alla quota z_m , mentre all'esponente p , in mancanza di informazioni fornite dall'utente, vengono assegnati dal modello valori standard funzione della categoria di stabilità. Tale estrapolazione non viene però effettuata per le sorgenti lineari al suolo come nel caso delle emissioni da traffico.

I parametri di dispersione orizzontale e verticale del pennacchio per una sorgente puntiforme, sono rappresentati nei grafici seguenti in funzione della distanza sottovento, della categoria di stabilità secondo Pasquill o McElroy e dell'opzione "rural" o "urban" mode. In Figura 40 sono riportate curve classiche dei coefficienti di dispersione orizzontale e verticale.

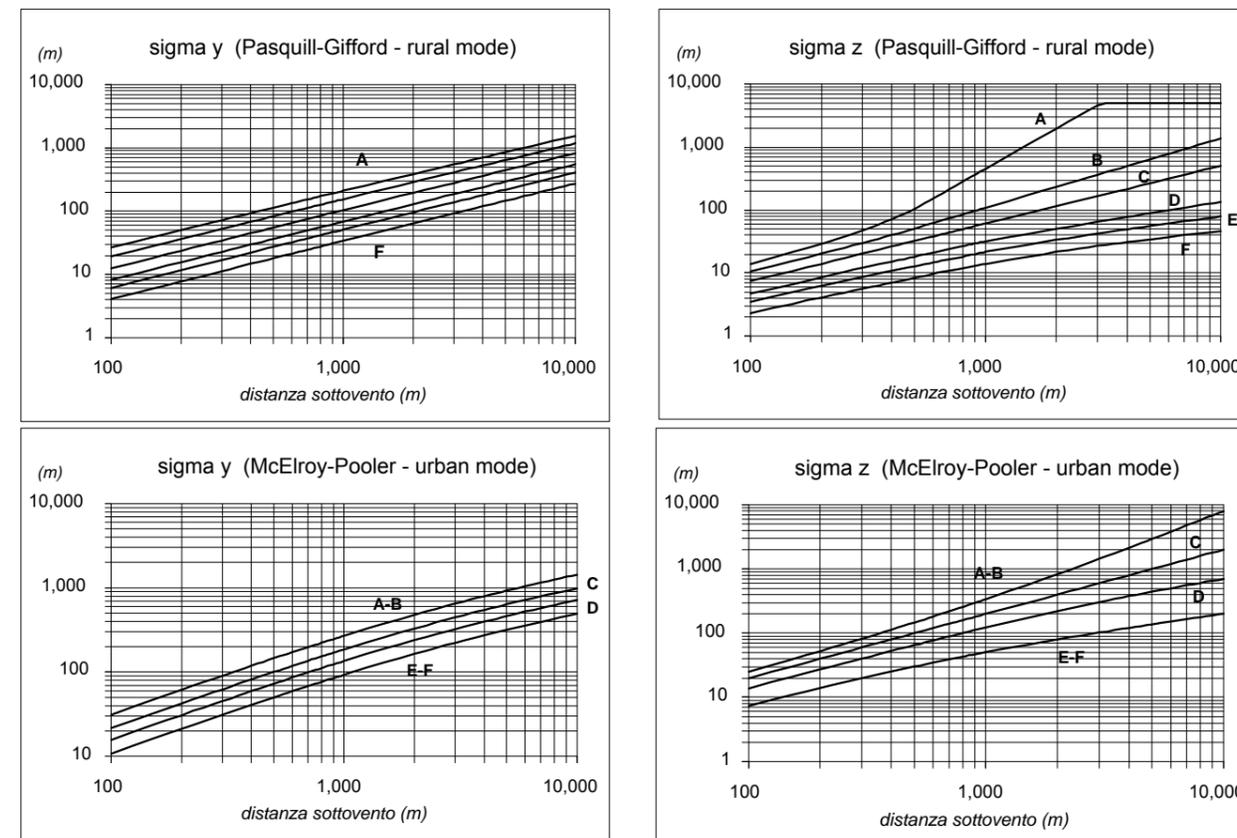


Figura 1-41 Parametri di dispersione orizzontali e verticali.

Il modello gaussiano adottato è un modello analitico, determina cioè in maniera esatta la concentrazione d'inquinante al suolo sulla base della formula presentata. Non avendo quindi da risolvere numericamente equazioni differenziali in un dominio discreto, non è affetto dall'incertezza numerica che deriva, nel caso di modelli avanzati, dalla risoluzione del dominio discreto adottato. Tuttavia, la risoluzione del grigliato di calcolo delle concentrazioni e la dimensione delle sorgenti influenzano le concentrazioni massime calcolate, in quanto introducono una distanza minima recettore - sorgente tanto maggiore quanto maggiore è il passo di griglia: in questo senso, permane una incertezza numerica nel calcolo delle concentrazioni massime, incertezza che si riduce rapidamente con la distanza dalla sorgente.

Nel caso di venti deboli, in luogo del modello a pennacchio viene, come detto, utilizzata una formulazione a puff gaussiani. Per le sorgenti puntuali il sovra-innalzamento viene calcolato utilizzando la formula di Holland, mentre per le sorgenti lineari fredde, non è prevista alcuna elaborazione del dato emissivo. L'emissione viene poi discretizzata tramite la generazione a con una cadenza esposta di seguito. Il modello ARIA Impact calcola la risoluzione temporale in funzione delle dimensioni del dominio di calcolo e della velocità del vento, con soglia minima pari a 5s. In dettaglio

1. viene determinato il numero di puff generati per ciascuna sorgente ad ogni passo temporale, con soglia minima pari a 10, come: $np=2*\max(nx,ny)$, essendo nx e ny i numeri di nodi del grigliato di calcolo;
2. viene determinata la distanza massima percorsa dal pennacchio in un'ora, con soglia massima pari alla lunghezza della diagonale del dominio di calcolo, come: $d_{max}=3600*u$, essendo u la velocità del vento;
3. viene calcolata la risoluzione temporale di generazione dei puff come: $dt=d_{max}/u/np$.

Per esempio:

per un dominio quadrato di 200m di risoluzione e lato 20km e una velocità del vento pari a 0.5m/s

1. $np=\max(10,2*101)=202$
2. $d_{max}=\min(28280[\text{diagonale del dominio in metri}],3600s*0.5m/s)=1800m$
3. $dt=1800m/(0.5m/s)/202=18s$

La simulazione della dispersione avviene mediante il calcolo delle traiettorie dei loro centri di massa (trasporto da parte del vento) e della diffusione attorno ad essi. La velocità orizzontale utilizzata corrisponde a quella in corrispondenza del baricentro del puff; la velocità verticale nel caso di particolati è data invece dalla combinazione della componente verticale del vento e della velocità di sedimentazione, funzione della granulometria.

La concentrazione dei puff intorno ai loro centri di massa è assunta di tipo gaussiano, con distribuzione caratterizzata dagli scarti orizzontale e verticale. Tali scarti evolvono nel tempo, per simulare la diffusione del pennacchio nell'atmosfera circostante, sulla base delle formule di Pasquill. Il calcolo è effettuato in funzione della stabilità atmosferica e della distanza percorsa dal puff a partire dal suo rilascio in corrispondenza della sorgente.

La modellizzazione a puff coincide con quella a pennacchio rettilineo quando il vento è uniforme su tutto il dominio di calcolo, la velocità verticale è nulla, il terreno è pianeggiante ed il flusso d'uscita al camino è costante.

1.6.2 Relazione semi-empirica tra le concentrazioni in aria di NO_x e NO₂

Rispetto agli ossidi di azoto l'utilizzo dei modelli gaussiani richiede alcune accortezze. I limiti di legge per la protezione della salute umana riguardano infatti il solo biossido di azoto (NO₂) mentre le simulazioni modellistiche descritte considerano gli NO_x cioè la miscela complessiva degli ossidi di azoto; e la metodologia modellistica gaussiana utilizzata in questo studio tratta il solo inquinamento primario. Per confrontare le concentrazioni stimate con i limiti normativi è dunque necessario riportare i risultati modellistici di NO_x in NO₂ in modo da verificare il rispetto dei limiti di legge.

La miscela inquinante NO_x (ossidi di azoto) in aria è composta in massima parte di due gas, monossido (NO) e biossido (NO₂) di azoto, in misura variabile che dipende tra l'altro dal sito, dalla meteorologia e dalla distanza dalle principali sorgenti. In altre parole, le reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera, e che portano alla trasformazione di NO in NO₂ e viceversa, dipendono tra l'altro:

- dalla presenza ed intensità della luce solare;
- dalla presenza di altri gas (ozono e composti organici) che interagiscono con tali trasformazioni;

- dalla relativa composizione della miscela NO_x presente all'emissione.

Come detto, tale composizione può dipendere a sua volta fortemente dalla distanza dalle eventuali sorgenti, in quanto negli ossidi di azoto, che sono un prodotto della combustione ad alta temperatura, l'NO è presente all'emissione in frazione preponderante (anche oltre il 90%), e tale frazione tende a diminuire velocemente mentre l'aria contenente il gas emesso è trasportata lontano, risultando all'osservazione generalmente compresa tra il 25% ed il 75%.

Una relazione semiempirica dell'andamento di tale frazione in funzione dei livelli di NO_x è stata stabilita da alcuni studi, sulla base di una curva polinomiale di quarto ordine del logaritmo in base 10 della concentrazione di NO_x (Derwent & Middleton, 1996, Dixon et al., 2000).

In sostanza, detta [NO₂] la concentrazione di biossido di azoto (misurata in ppb o in µg/m³) e [NO_x] la concentrazione in aria di ossidi di azoto (misurata rispettivamente in ppb o in µg/m³ NO₂-equivalenti), è possibile stabilire la seguente relazione:

$$[NO_2]=[NO_x](a+bA+cA^2+dA^3+eA^4)$$

dove: $A=\log_{10}([NO_x])$ ed i coefficienti a, b, c, d, e sono determinati tramite regressione statistica della funzione sui dati misurati nel sito oggetto di studio.

Per ricavare per regressione i coefficienti della funzione di cui sopra sono stati utilizzati i dati monitorati da SPEA nei pressi dell'autostrada oggetto di studio, sito di Poggio Renatico, nel corso del 2011. Il periodo di monitoraggio non copre tutto l'anno ma quattro intervalli, dal 27/01/2011 al 10/02/2011, dal 31/05/2011 al 14/06/2011, dal 03/09/2011 al 27/09/2011, dal 18/10/2011 al 01/11/2011.

Dai dati della campagna di monitoraggio sono stati ricavati i coefficienti di regressione. La Figura 1-42 presenta l'andamento della curva ottenuta. La frazione di NO₂ rispetto agli NO_x risulta dunque già inferiore al 50% quando la concentrazione di NO_x vale 100 µg/m³, passando a meno del 20% per 300 µg/m³. La curva riesce riprodurre correttamente le concentrazioni basse, inferiori a 100 µg/m³ di NO_x per le quali è disponibile un alto numero di dati, e che sono le concentrazioni ricostruite per il maggior numero di casi anche dal modello (59.3 µg/m³ è il massimo valore del 99.8° delle concentrazioni di NO_x).

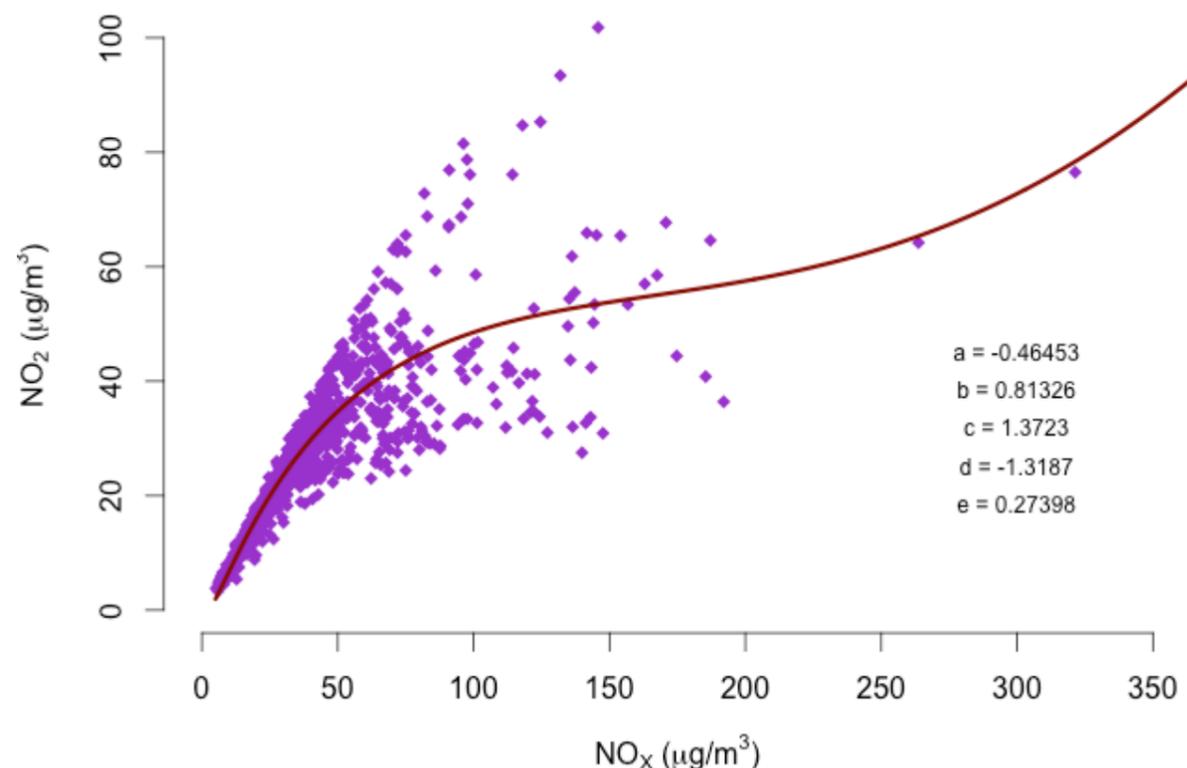


Figura 1-42: Andamento della curva NO₂/NO_x caratteristico del punto di monitoraggio Spea presso Poggio Renatico (curva in azzurro, misure in blu - coefficienti: a=-0.46453, b=0.81326, c=1.3723, d=-1.3187, e=0.27398).

1.6.3 Risultati

Il modello ARIA Impact è stato applicato per ricostruire la dispersione in atmosfera degli inquinanti primari emessi dal traffico stradale su un dominio ridotto rispetto a quello utilizzato per la stima delle emissioni (Figura 1-43). I limiti del dominio sono paralleli all'autostrada A13 e distano da essa 2 km. Il dominio è dunque ruotato di 26.1° in direzione Est rispetto al Nord, si estende per 7.2 km x 35.4 km e il vertice più meridionale ha coordinate UTM 32 690397, 4930965. Per il calcolo è stata scelta una risoluzione orizzontale di 200m.

Il dato meteorologico con cui è stato alimentato il modello di dispersione è stato descritto nel paragrafo 1.1.

Tra i sette scenari emissivi ne sono stati selezionati tre per il calcolo della dispersione degli inquinanti scegliendo gli scenari

- Attuale: flussi veicolari nel 2016 e parco veicolare del 2014;
- Programmatico 2035, parco 2025: flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025;

- Progettuale 2035, parco 2025: flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.

Gli inquinanti primari considerati per la simulazione di dispersione sono NO₂ (ricavato a partire dalle concentrazioni di NO_x, come descritto nel paragrafo 1.6.2), PM₁₀ e PM_{2.5}. Tali inquinanti sono stati scelti poiché per essi non sono rispettati, o rischiano di non esserlo, i limiti normativi per la protezione della salute umana.

Le simulazioni sono state condotte con cadenza oraria per un periodo di durata annuale, per ciascuno dei tre scenari. E' stato così possibile calcolare gli indicatori statistici normati dalla legge (D.Lgs 155/2010) per ognuno dei tre inquinanti considerati. Tuttavia, è opportuno sottolineare che i livelli calcolati si riferiscono esclusivamente al contributo primario delle sorgenti stradali considerate, senza tenere conto delle trasformazioni chimiche che avvengono in atmosfera (ad eccezione della stima semi empirica condotta sull'NO₂) e delle altre sorgenti civili e industriali presenti sul territorio. Poiché i fenomeni di trasformazione chimica in atmosfera sono relativamente tanto meno rilevanti rispetto all'intensità della sorgente quanto più vicino ci si pone ad essa, essendo il dominio di calcolo di dimensioni contenute, i livelli calcolati sono ritenuti in ogni caso rappresentativi. Le mappe che riportano le curve di isoconcentrazione sono state ruotate di 63.9° in senso orario in modo da favorirne la lettura.

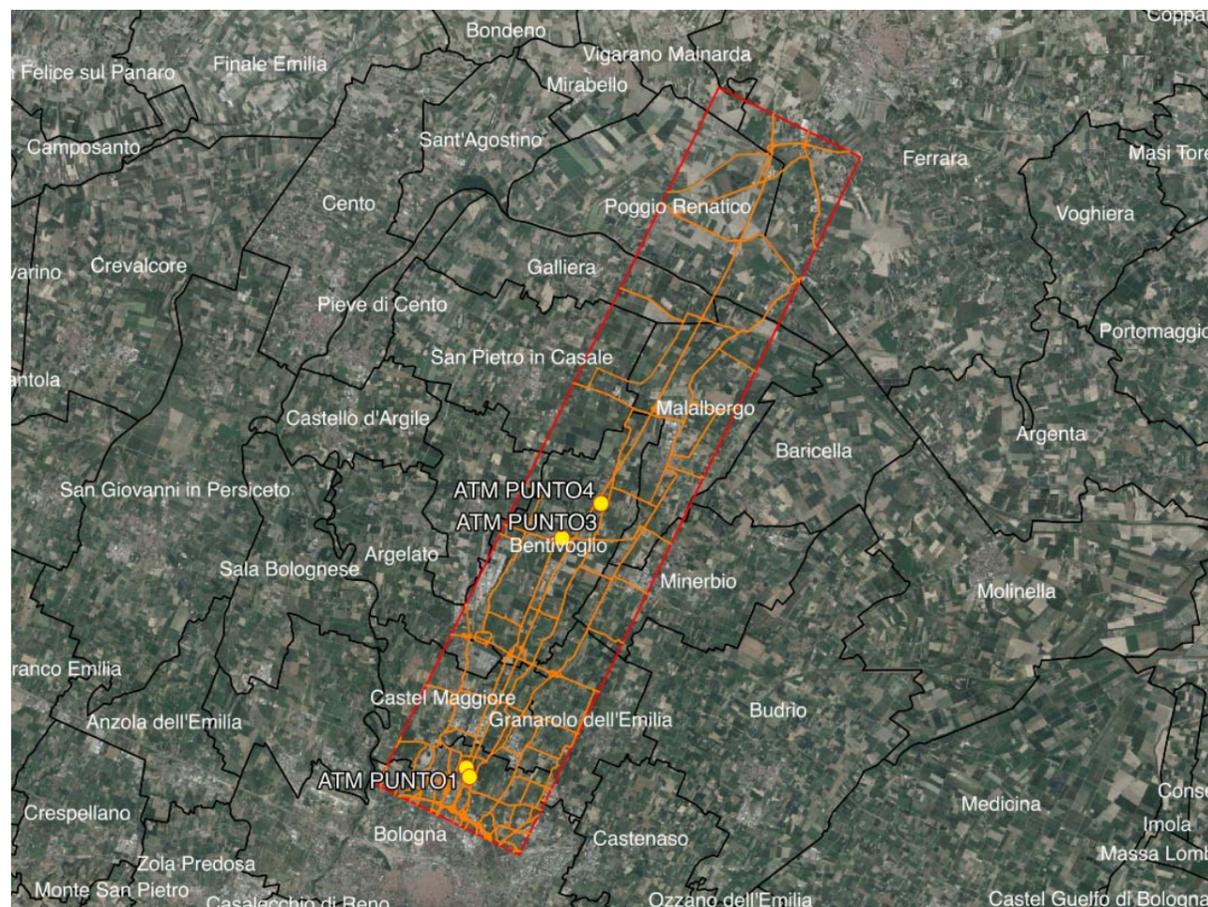


Figura 1-43: Localizzazione del dominio di calcolo delle dispersioni in atmosfera e grafo stradale dello scenario attuale (2016); ortofoto PCN.

I valori puntuali degli indicatori statistici normati dalla legge, sono stati estratti in corrispondenza quattro siti ritenuti indicativi delle concentrazioni a cui sono esposte le abitazioni più prossime alla infrastruttura autostradale. Tutti i punti sono stati scelti in corrispondenza di aree edificate: due di questi punti ricadono nel comune di Bologna, 150 metri a ovest e 130 metri a est dell'asse autostradale, e altri due punti nel comune di Bentivoglio, 500 metri a ovest e 200 metri ad est (Figura 1-43).

I medesimi indicatori statistici normati sono stati anche estratti in corrispondenza di un transetto ortogonale (composto da sei punti per ciascun lato dell'autostrada, posti a distanza di 100 m), localizzato al centro del dominio nel Comune di Bentivoglio (Figura 1-44).

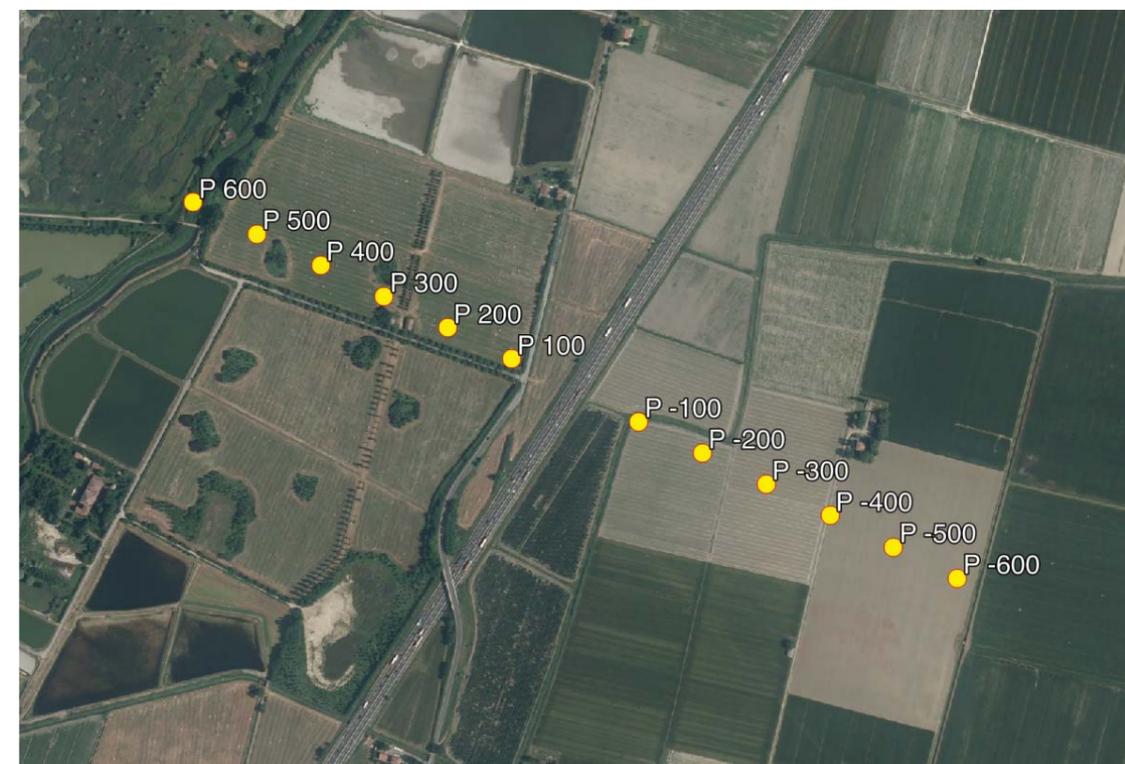


Figura 1-44: Dettaglio dei punti del transetto ortogonale (ortofoto 2012 dal Portale Cartografico Nazionale).

Stato attuale

In Figura 1-45 e Figura 1-48, sono mostrate le mappe della media annuale delle concentrazioni orarie dell'NO₂ e il 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀, che sono gli indicatori il cui limite normativo è più raramente rispettato in pianura padana. La totalità delle mappe dei singoli indicatori statistici è presentata nel seguito e in allegato. Le concentrazioni degli inquinanti mostrano i valori più alti in prossimità dell'autostrada A13 e della tangenziale di Bologna (a sinistra nelle mappe), in tutti i casi notevolmente inferiori ai limiti normativi evidenziati in rosso nelle scale delle mappe.

La concentrazione media annuale di NO₂ raggiunge il valore più alto in prossimità dell'autostrada nella zona vicina alla tangenziale di Bologna con un valore massimo di 7.3 µg/m³. La concentrazione media di NO₂ nel dominio è di 1.0 µg/m³. Le concentrazioni di PM₁₀ dovute alle emissioni dell'autostrada sono molto basse e il 90.4° percentile massimo nel dominio è di 0.6 µg/m³.

Scenario progettuale 2035, parco 2025

Nelle medesime Figura 1-45 e Figura 1-48 sono mostrate le mappe della media annuale delle concentrazioni orarie dell'NO₂ e il 90.4° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀, relativamente allo scenario progettuale 2035 (parco 2025),

Le concentrazioni di biossido di azoto stimate nello scenario progettuale al 2035 presentano dei valori medi leggermente inferiori a quelli dello stato attuale e dei valori massimi ridotti di circa 3 µg/m³. Il valore più alto della media annuale del biossido di azoto è 4.2 µg/m³, mentre il valore medio nell'intero dominio è 0.6 µg/m³.

Per quanto riguarda il 90.4° percentile del PM₁₀ non si osservano variazioni sostanziali rispetto allo scenario attuale, nonostante l'incremento dei flussi veicolari sul sistema autostradale di Bologna e lungo la A13. Anche in questo caso i valori più alti sono prossimi alla tangenziale di Bologna e alla infrastruttura autostradale, comunque notevolmente inferiori al limite di legge.

La differenza delle concentrazioni medie tra lo scenario progettuale e programmatico relativi al 2035, con parco 2025, è molto contenuta (Figura 1-53, Figura 1-54 e Figura 1-55)

Per il biossido di azoto la differenza delle concentrazioni è inferiore a 0.3 µg/m³ in prossimità del tracciato autostradale ed è inferiore a 0.05 µg/m³ in tutto il resto del dominio.

Per le polveri, sia il PM₁₀ che il PM_{2.5}, la differenza di emissione assoluta è trascurabile.

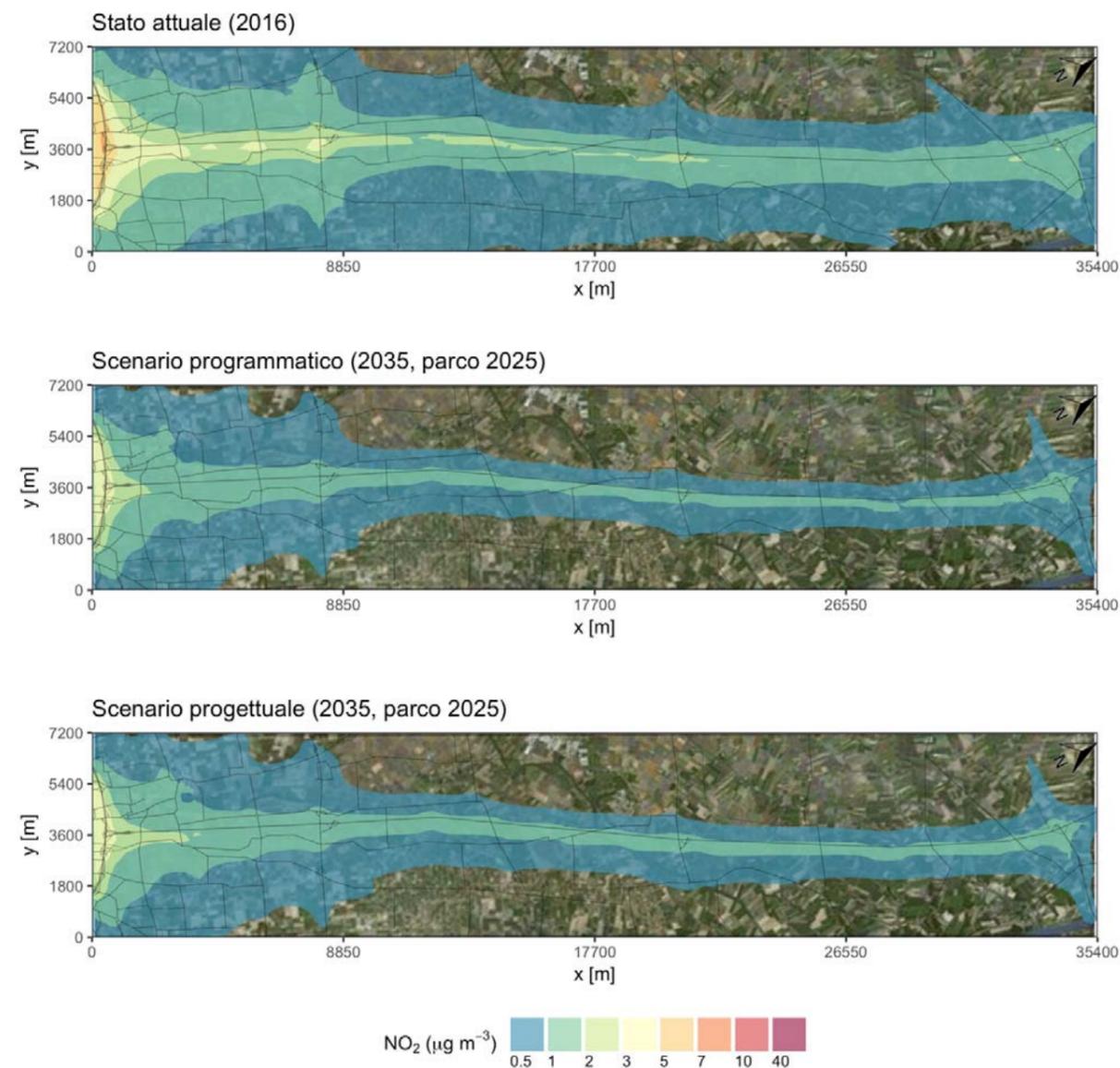


Figura 1-45: Media annuale della concentrazione di NO₂, valori in µg/m³. 1) stato attuale; 2) scenario programmatico 2035, parco 2035; 3) scenario progettuale 2035, parco 2025.

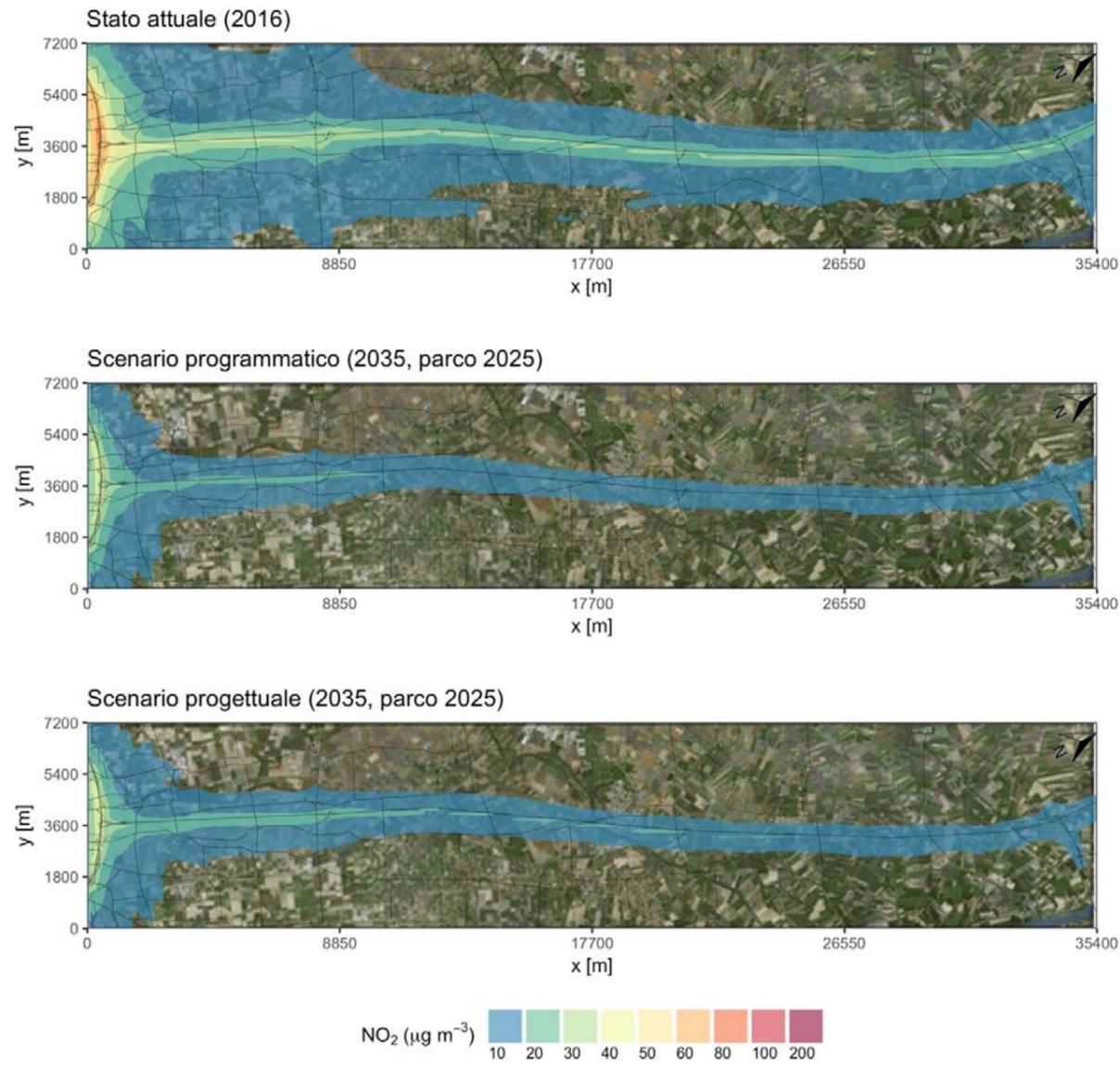


Figura 1-46: 99.8° percentile della concentrazione oraria di NO₂, valori in µg/m³. 1) stato attuale; 2) scenario programmatico 2035, parco 2035; 3) scenario progettuale 2035, parco 2025.

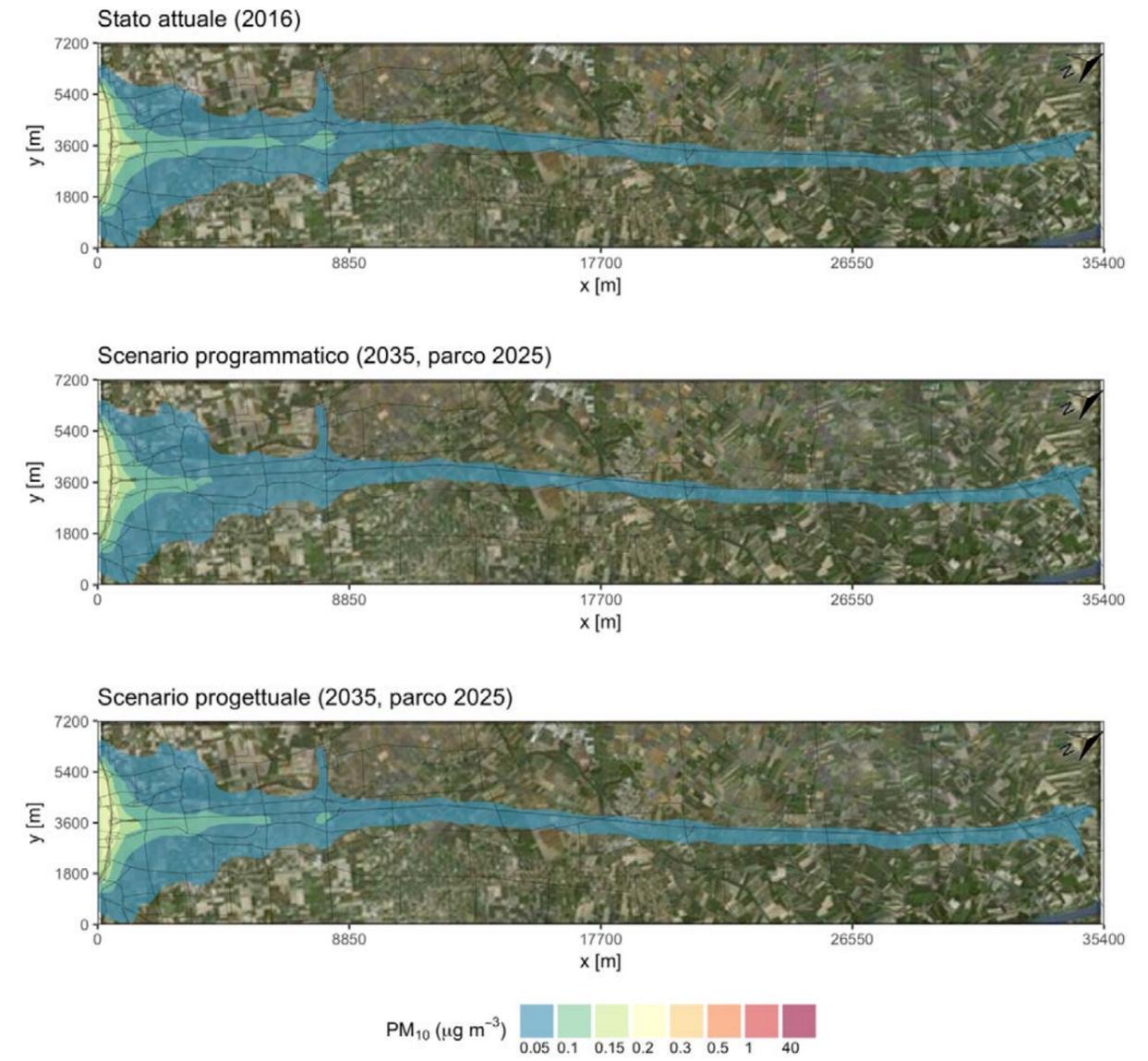


Figura 1-47: Media annuale della concentrazione di PM₁₀, valori in µg/m³. 1) stato attuale; 2) scenario programmatico 2035, parco 2025; 3) scenario progettuale 2035, parco 2025.

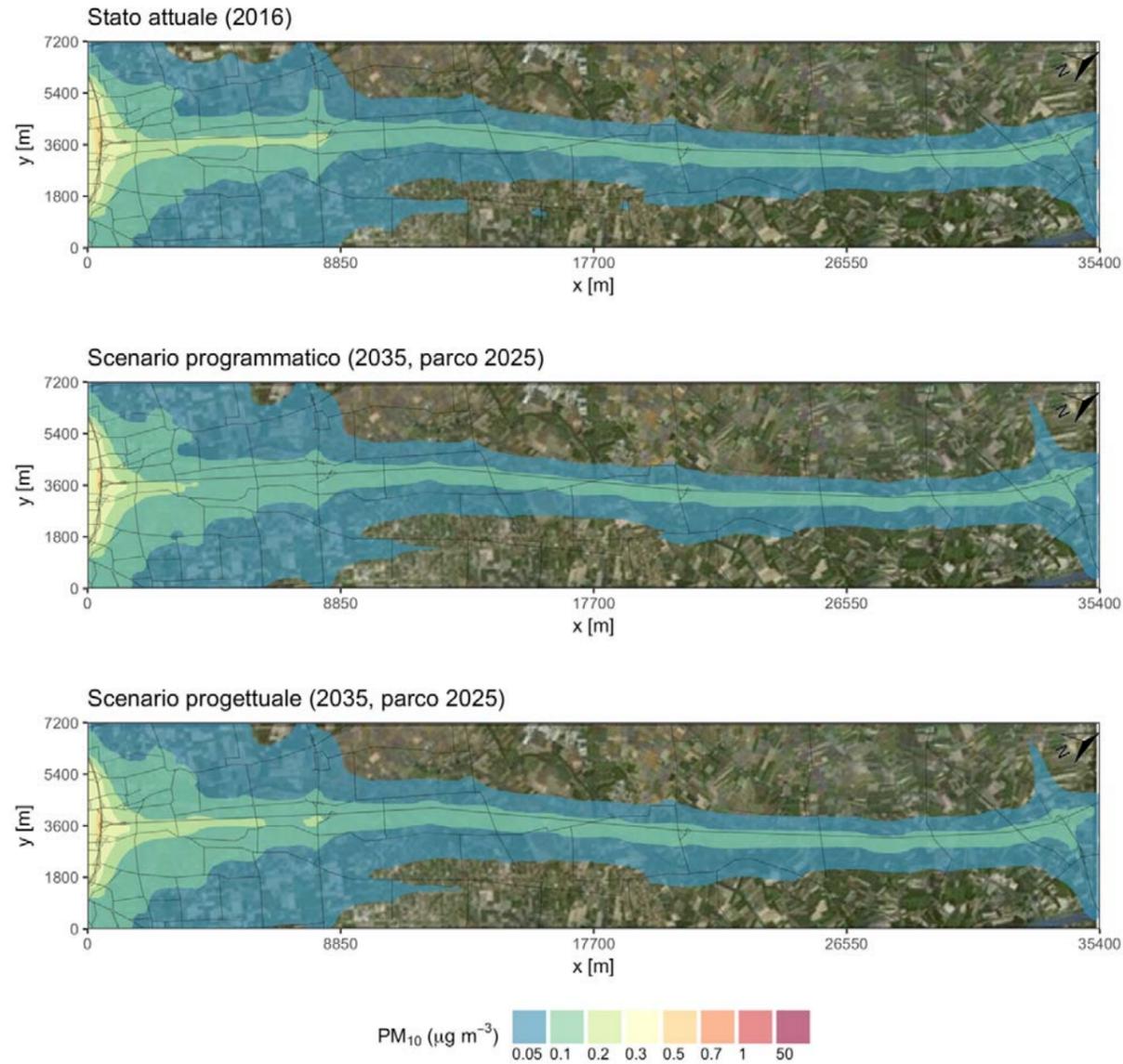


Figura 1-48: 90.4° percentile delle medie giornaliere di PM₁₀, valori in µg/m³. 1) stato attuale; 2) scenario programmatico 2035, parco 2025; 3) scenario progettuale 2035, parco 2025.

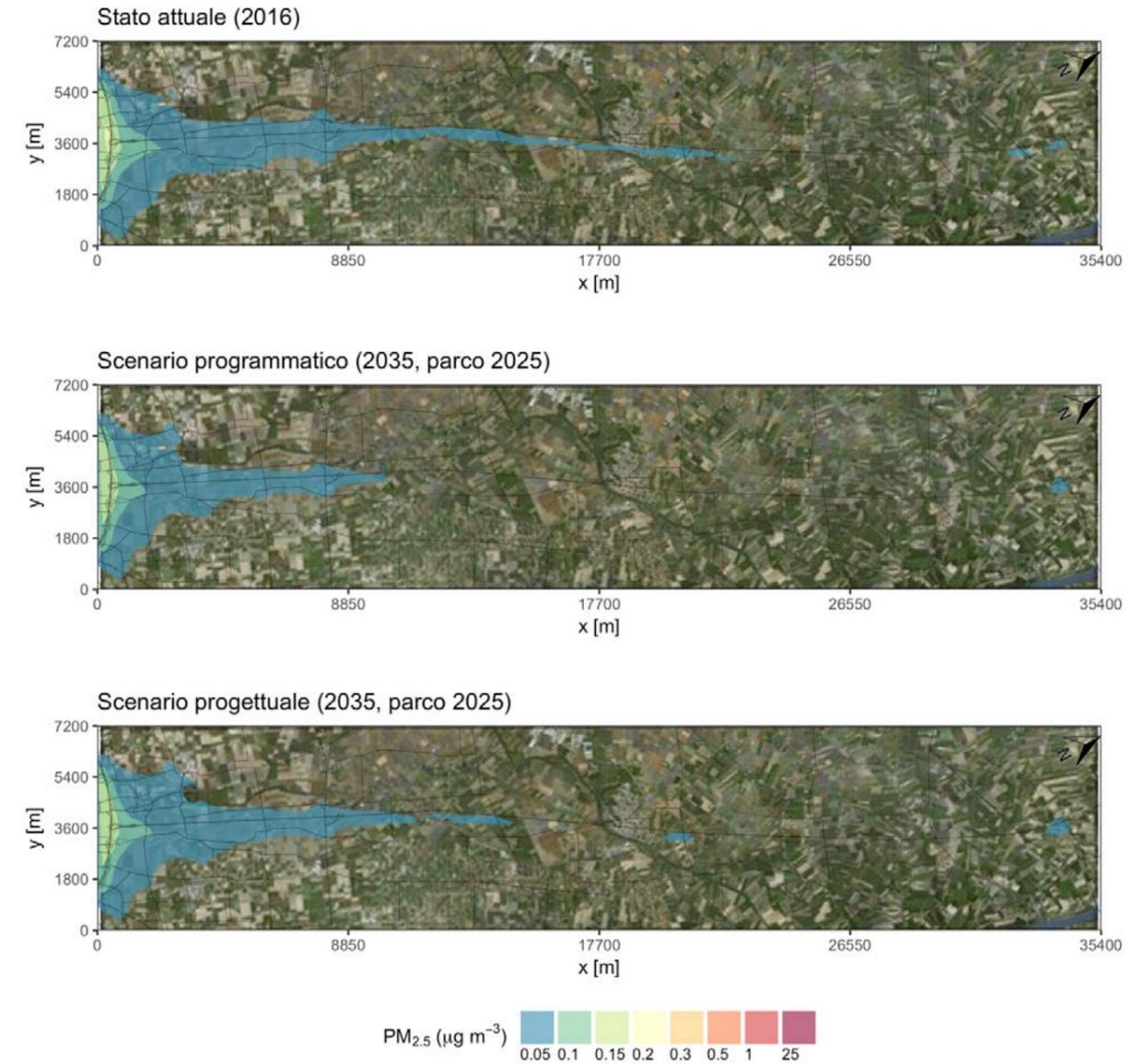


Figura 1-49: Media annuale delle concentrazioni giornaliere di PM_{2.5}, valori in µg/m³. 1) stato attuale; 2) scenario programmatico 2035, parco 2025; 3) scenario progettuale 2035, parco 2025.

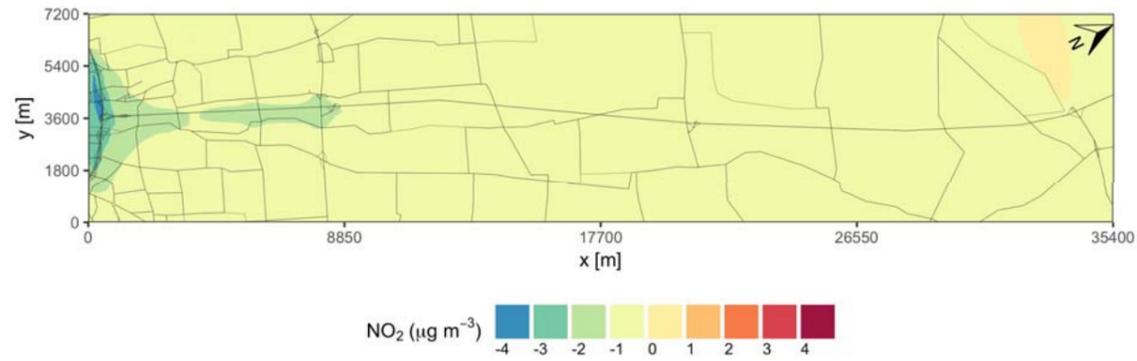


Figura 1-50: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario attuale della concentrazione media annuale di NO₂, valori in µg/m³.

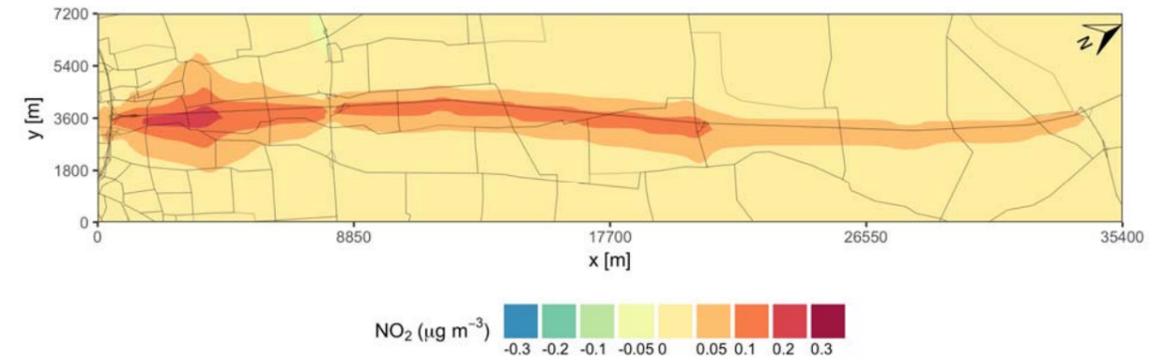


Figura 1-53: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario programmatico 2035 (parco 2025) della concentrazione media annuale di NO₂, valori in µg/m³.

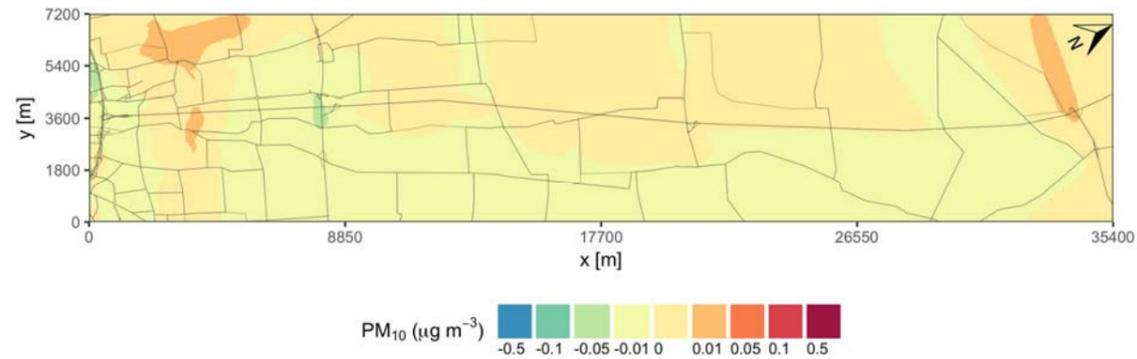


Figura 1-51: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario attuale della concentrazione media annuale di PM₁₀, valori in µg/m³.

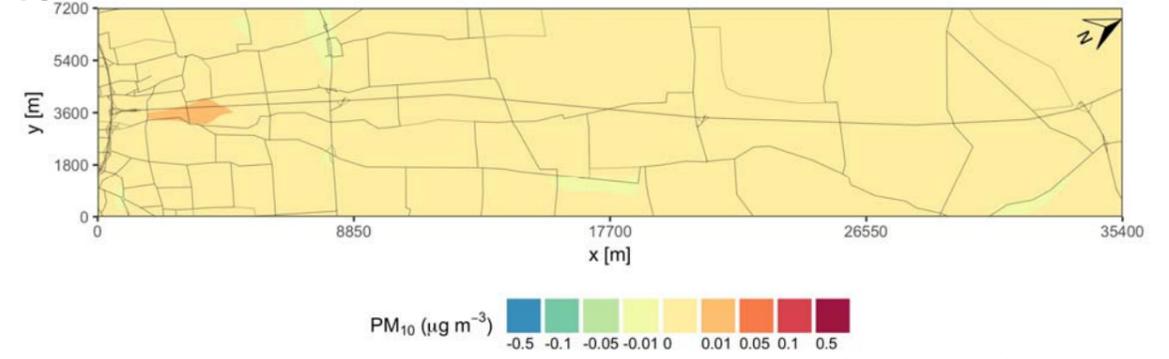


Figura 1-54: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario programmatico 2035 (parco 2025), della concentrazione media annuale di PM₁₀, valori in µg/m³.

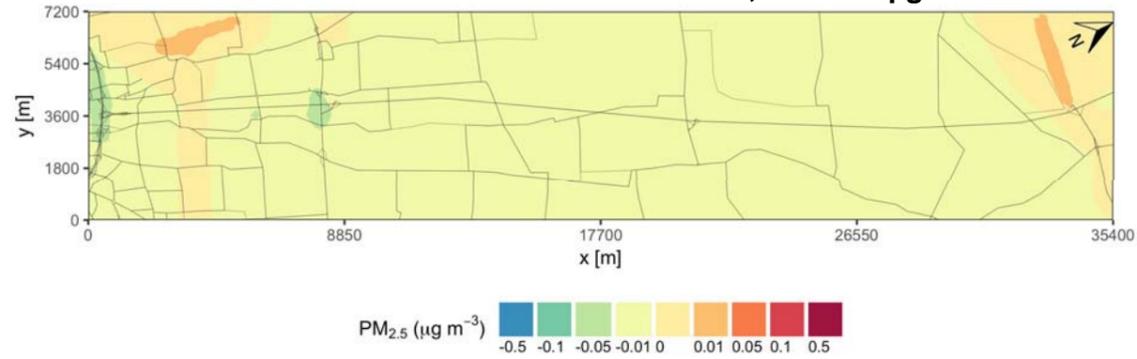


Figura 1-52: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario attuale della concentrazione media annuale di PM_{2.5}, valori in µg/m³.

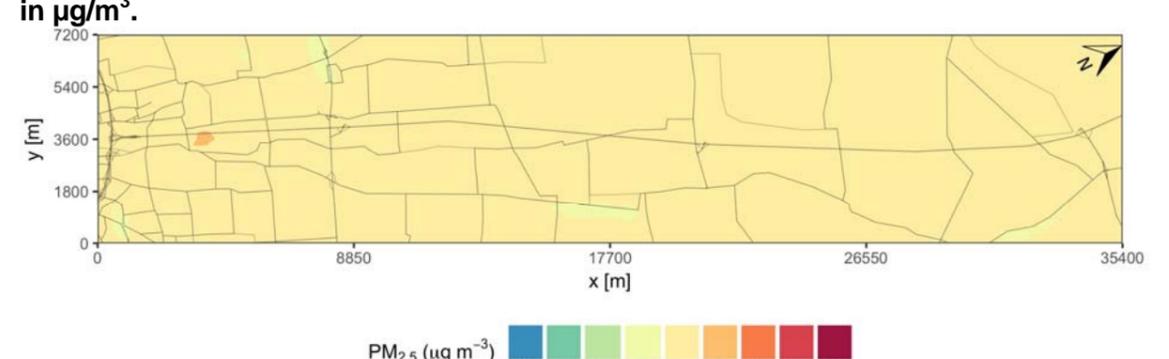


Figura 1-55: Differenza tra lo scenario progettuale 2035 (parco 2025) e lo scenario programmatico 2035 (parco 2025) della concentrazione media annuale di PM_{2.5}, valori in µg/m³.

1.6.3.1 Valori di concentrazione stimati nel dominio e presso i recettori

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i valori massimi e medi degli indicatori di qualità dell'aria nel dominio di calcolo, oltre che i valori degli stessi indicatori di qualità dell'aria calcolati in corrispondenza dei quattro recettori descritti in Figura 1-43 e del transetto descritto in Figura 1-44.

I valori estratti nei quattro punti evidenziano l'impatto dell'autostrada per gli insediamenti più prossimi all'infrastruttura, e mostrano valori contenuti. Nello scenario attuale le medie di biossido di azoto presso i quattro punti sono comprese tra 1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 3.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; le medie di PM10 e PM2.5 sono inferiori o uguali a 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 0.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le variazioni tra i diversi scenari confermano quanto commentato in precedenza: ci sono modesti incrementi delle concentrazioni nel caso progettuale rispetto al programmatico. Il confronto tra scenari futuri e scenario attuale mostra una sostanziale equivalenza dei valori di PM10 e PM2.5, una lieve riduzione delle concentrazioni medie di NO2 per tutti i punti e una riduzione significativa di concentrazioni per il 99.8° percentile di NO2 in tutti i punti.

Lungo il transetto i valori medi annuali di NO2 sono lievemente superiori nel tratto a Est della A13 (distanze negative) rispetto ai valori stimati immediatamente a Ovest, in accordo con le rose dei venti in Figura 1-2 - 5. Nello scenario attuale il biossido di azoto raggiunge un valore massimo di 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 200 m ad Ovest della tratta autostradale, mentre le concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 sono estremamente contenute lungo tutti i punti. Negli scenari futuri valgono le medesime osservazioni sviluppate per i punti recettori.

Tabella 1-17: NO₂ concentrazione media annuale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Massimo nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Medio nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Attuale 2016	40	7.31	0.98
Programmatico 2035	40	4.06	0.58
Progettuale 2035	40	4.15	0.61

	ATM-PUNTO 1	ATM-PUNTO 2	ATM-PUNTO 3	ATM-PUNTO 4
Distanza e posizione	150m Ovest	130m Est	500m Ovest	200m Est
Comune	Bologna	Bologna	Bentivoglio	Bentivoglio
Attuale 2016	2.72	3.45	2.00	1.07
Programmatico 2035	1.56	1.92	1.14	0.61
Progettuale 2035	1.70	2.14	1.26	0.66

Distanza da A13 [m]	Attuale 2016	Programmatico 2035	Progettuale 2035
-600	1.30	0.74	0.82
-500	1.43	0.81	0.90
-400	1.66	0.94	1.04
-300	1.94	1.10	1.22
-200	1.99	1.13	1.26
-100	1.95	1.11	1.23
100	1.65	0.95	1.06
200	1.43	0.83	0.92
300	1.19	0.69	0.77
400	1.04	0.61	0.67
500	0.94	0.54	0.60
600	0.86	0.50	0.55

Tabella 1-18: NO₂ 99.8° percentile della concentrazione oraria.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Massimo nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Medio nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Attuale 2016	200	90.90	13.70
Programmatico 2035	200	50.30	8.06
Progettuale 2035	200	51.00	8.57

	ATM-PUNTO 1	ATM-PUNTO 2	ATM-PUNTO 3	ATM-PUNTO 4
Distanza e posizione	150m Ovest	130m Est	500m Ovest	200m Est
Comune	Bologna	Bologna	Bentivoglio	Bentivoglio
Attuale 2016	28.44	44.08	27.71	17.15
Programmatico 2035	16.34	24.26	17.01	10.12
Progettuale 2035	18.36	27.64	18.81	11.08

Distanza da A13 [m]	Attuale 2016	Programmatico 2035	Progettuale 2035
-600	17.46	9.99	10.92
-500	19.68	11.01	12.08
-400	22.02	12.50	13.81
-300	24.43	14.20	15.80
-200	27.65	15.99	17.88
-100	31.25	17.82	19.99
100	27.22	15.91	17.71
200	23.53	13.88	15.45
300	19.56	11.61	12.95
400	16.93	10.11	11.26
500	14.90	8.95	9.93
600	13.66	8.37	9.28

Tabella 1-19: PM10 concentrazione media annuale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Massimo nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Medio nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Attuale 2016	40	0.28	0.03
Programmatico 2035	40	0.27	0.03
Progettuale 2035	40	0.27	0.03

	ATM-PUNTO 1	ATM-PUNTO 2	ATM-PUNTO 3	ATM-PUNTO 4
Distanza e posizione	150m Ovest	130m Est	500m Ovest	200m Est
Comune	Bologna	Bologna	Bentivoglio	Bentivoglio
Attuale 2016	0.10	0.12	0.07	0.04
Programmatico 2035	0.09	0.11	0.06	0.03
Progettuale 2035	0.10	0.13	0.07	0.04

Distanza da A13 [m]	Attuale 2016	Programmatico 2035	Progettuale 2035
-600	0.04	0.04	0.04
-500	0.05	0.04	0.05
-400	0.05	0.05	0.06
-300	0.06	0.06	0.07
-200	0.07	0.06	0.07
-100	0.06	0.06	0.07
100	0.05	0.05	0.06
200	0.05	0.04	0.05
300	0.04	0.04	0.04
400	0.03	0.03	0.03
500	0.03	0.03	0.03
600	0.03	0.03	0.03

Tabella 1-20: PM10, 90.4 percentile della concentrazione media giornaliera.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Massimo nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Medio nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Attuale 2016	50	0.56	0.07
Programmatico 2035	50	0.54	0.07
Progettuale 2035	50	0.55	0.07

	ATM-PUNTO 1	ATM-PUNTO 2	ATM-PUNTO 3	ATM-PUNTO 4
Distanza e posizione	150m Ovest	130m Est	500m Ovest	200m Est
Comune	Bologna	Bologna	Bentivoglio	Bentivoglio
Attuale 2016	0.18	0.25	0.13	0.08
Programmatico 2035	0.17	0.23	0.12	0.07
Progettuale 2035	0.18	0.25	0.14	0.07

Distanza da A13 [m]	Attuale 2016	Programmatico 2035	Progettuale 2035
-600	0.09	0.08	0.09
-500	0.10	0.09	0.10
-400	0.11	0.10	0.11
-300	0.13	0.12	0.13
-200	0.13	0.12	0.14
-100	0.13	0.13	0.14
100	0.11	0.10	0.12
200	0.10	0.09	0.10
300	0.08	0.07	0.08
400	0.07	0.06	0.07
500	0.06	0.06	0.06
600	0.06	0.05	0.06

Tabella 1-21: PM2.5, Concentrazione media annuale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Massimo nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore Medio nel Dominio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Attuale 2016	25	0.21	0.03
Programmatico 2035	25	0.20	0.02
Progettuale 2035	25	0.20	0.03

	ATM-PUNTO 1	ATM-PUNTO 2	ATM-PUNTO 3	ATM-PUNTO 4
Distanza e posizione	150m Ovest	130m Est	500m Ovest	200m Est
Comune	Bologna	Bologna	Bentivoglio	Bentivoglio
Attuale 2016	0.08	0.10	0.05	0.03
Programmatico 2035	0.07	0.08	0.04	0.03
Progettuale 2035	0.08	0.09	0.05	0.03

Distanza da A13 [m]	Attuale 2016	Programmatico 2035	Progettuale 2035
-600	0.03	0.03	0.03
-500	0.04	0.03	0.03
-400	0.04	0.04	0.04
-300	0.05	0.04	0.05
-200	0.05	0.04	0.05
-100	0.05	0.04	0.05
100	0.04	0.04	0.04
200	0.04	0.03	0.04
300	0.03	0.03	0.03
400	0.03	0.02	0.03
500	0.02	0.02	0.02
600	0.02	0.02	0.02

Tutti i dati riportati nelle mappe e nelle tabelle mostrano caratteristiche generali simili. Le ricadute massime si osservano in prossimità dell'autostrada e in particolare in corrispondenza dello snodo con la A14 in cui i flussi di traffico sono più elevati.

Negli scenari futuri, sia programmatico che progettuale le concentrazioni si riducono o rimangono inalterate in prossimità dell'asse autostradale interessato dall'ampliamento.

A livello generale, come emerge dalle mappe in allegato, l'impatto dell'opera in progetto non comporterà un peggioramento della qualità dell'aria pur adottando un approccio conservativo della stima, utilizzando nel calcolo i flussi veicolari aggiornati al 2035 e il parco veicolare aggiornato al 2025.

1.6.3.2 Caratterizzazione del fondo ambientale

La caratterizzazione dei livelli di fondo delle concentrazioni degli inquinanti oggetto di studio nel dominio di calcolo è stata realizzata mediante un processo di "data fusion" che integra risultati modellistici e informazioni sperimentali. La presenza sul territorio di stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio nazionale (dataset BRACE¹) e regionale (gestite da ARPA Emilia Romagna) e la disponibilità dei risultati di una ben consolidata simulazione atmosferica modellistica tridimensionale (progetto MINNI²) ha permesso di derivare campi di concentrazione risultanti dall'integrazione delle due fonti di informazione mediante l'utilizzo di tecniche di assimilazione dati, consentendo di estrarre valori di concentrazione significativi e calcolare statistiche annuali confrontabili con i limiti di legge su tutti i punti del territorio, estendendo nel tempo e nello spazio la significatività del dato misurato che altrimenti avrebbe valenza strettamente locale.

Il procedimento è stato condotto in due fasi:

1. Elaborazione delle mappe relative al 2007, tramite "data fusion" delle mappe modellistiche MINNI 2007 con le statistiche sperimentali 2007;
2. Attualizzazione delle mappe al 2015, tramite "data fusion" delle mappe corrette ottenute nella fase precedente relative al 2007 con le statistiche sperimentali rilevate presso le stazioni provinciali relative al 2015.

I periodi considerati per le misure sperimentali sono gli anni 2007 e 2015. Il primo perché è l'anno di riferimento del sistema modellistico implementato nell'ambito del Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'Inquinamento Atmosferico (progetto MINNI); il secondo in quanto anno più recente per il quale sono note le concentrazioni annuali degli inquinanti considerati.

La seguente Tabella 1-22 riporta i valori degli indicatori statistici normati per le concentrazioni di fondo di NO₂ e PM₁₀ calcolati con il meteo di "data fusion" descritto ed estratti in corrispondenza del centro del dominio di calcolo.

Tabella 1-22: Stima dei livelli di fondo ambientale nel dominio di calcolo.

Inquinante	Indicatore statistico	Concentrazione [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	Media annuale	25.71
NO ₂	99.8° percentile conc. orarie	76.41
PM ₁₀	Media annuale	24.43
PM ₁₀	90.4° percentile conc. giornaliere	44.20

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori ottenuti sommando al fondo ambientale stimato i risultati delle simulazioni modellistiche nei diversi scenari. Per il PM_{2.5} si è scelto di utilizzare come riferimento il valore di fondo stimato per la frazione PM₁₀. La scelta è pertanto conservativa, in quanto implicherebbe che il 100% del particolato PM₁₀ sia formato dalla frazione più fine PM_{2.5}.

¹ Database nazionale BRACE (<http://www.brace.sinanet.isprambiente.it/web/struttura.html>).

² MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'Inquinamento Atmosferico, 2002-oggi), realizzato da ENEA e ARIANET srl per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (www.minni.org).

Tabella 1-23: NO₂ concentrazione media annuale comprensiva di fondo ambientale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]	Valore Massimo nel Dominio [µg/m ³]	Valore Medio nel Dominio [µg/m ³]
Attuale 2016	40	33.02	26.69
Programmatico 2035	40	29.77	26.29
Progettuale 2035	40	29.86	26.32

Tabella 1-24: NO₂ 99.8° percentile della concentrazione oraria comprensiva di fondo ambientale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]	Valore Massimo nel Dominio [µg/m ³]	Valore Medio nel Dominio [µg/m ³]
Attuale 2016	200	167.31	90.11
Programmatico 2035	200	126.71	84.47
Progettuale 2035	200	127.41	84.98

Tabella 1-25: PM₁₀ concentrazione media annuale comprensiva di fondo ambientale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]	Valore Massimo nel Dominio [µg/m ³]	Valore Medio nel Dominio [µg/m ³]
Attuale 2016	40	24.71	24.46
Programmatico 2035	40	24.70	24.46
Progettuale 2035	40	24.70	24.46

Tabella 1-26: PM₁₀, 90.4 percentile della concentrazione media giornaliera, comprensiva di fondo ambientale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]	Valore Massimo nel Dominio [µg/m ³]	Valore Medio nel Dominio [µg/m ³]
Attuale 2016	50	44.76	44.27
Programmatico 2035	50	44.74	44.27
Progettuale 2035	50	44.75	44.27

Tabella 1-27: PM_{2.5}, Concentrazione media annuale, comprensiva di fondo ambientale.

Scenario	Valore limite (D.Lgs 155/2010) [µg/m ³]	Valore Massimo nel Dominio [µg/m ³]	Valore Medio nel Dominio [µg/m ³]
Attuale 2016	25	24.64	24.46
Programmatico 2035	25	24.63	24.45
Progettuale 2035	25	24.63	24.46

La somma delle concentrazioni di fondo stimate e delle concentrazioni simulate per i tre scenari considerati è sempre inferiore al valore limite normato per tutti gli indicatori statistici.

1.7 FASE DI CANTIERE

1.7.1 Premessa

La stima degli impatti legati alle attività di cantiere dello svincolo è stata effettuata limitatamente alle polveri (intese come PTS e PM₁₀) che sono di gran lunga le emissioni più significative e sicuramente quelle che possono arrecare i maggiori disturbi.

La procedura di stima ha previsto i seguenti passi logici:

1. identificazione delle attività di cantiere sorgenti di polveri;
2. determinazione dei fattori di emissione e creazione dell'inventario delle emissioni;
3. implementazione dei dati nel modello di calcolo CALPUFF (della Lakes Environmental);
4. calcolo delle concentrazioni di PM₁₀ e delle deposizioni al suolo;
5. rappresentazione spaziale delle concentrazioni medie di 24 ore e delle concentrazioni medie annue e confronto con i limiti di legge;
6. rappresentazione della polverosità e confronto con i valori guida del Ministero dell'Ambiente.

1.7.2 Lo scenario di cantiere

L'opera si estende per 35 km circa e i lavori di realizzazione dureranno 36 mesi. Si sono previsti 21 giorni lavorativi al mese e 10 ore lavorative al giorno.

Per l'esecuzione delle lavorazioni la tratta verrà suddivisa in 5 sottotratte (denominate da A ad E partendo da sud), ciascuna di lunghezza pari a 7 km circa.

Il primo anno si lavorerà sulla carreggiata nord di A, C, E (A e C vengono terminate in questa fase), il secondo anno si lavorerà sulla carreggiata sud di B, D, E, mentre il terzo anno sulla carreggiata nord di B e D.

Sono previste diverse aree di lavorazione, attive contemporaneamente:

- Aree di cantiere fisse, denominate CB01, CO01 e CO02;
- Fronti di avanzamento lavori nelle diverse tratte, come sopra specificato.

Nel dettaglio l'area CB01 (Campo Base) sarà collocata lungo la A13 a cavallo della Strada Provinciale N.20 (alla progr. 20+300 dell'Autostrada, lato carreggiata Nord, si veda elaborato grafico "CAP0300"); in tale area sono previsti un campo base, un cantiere operativo, un'area di caratterizzazione terre (dove sarà presente anche un frantoio mobile), un'area di deposito, dove sarà stoccato il materiale derivante dallo scotico dell'area stessa, e delle aree per la localizzazione di impianti per la produzione di calcestruzzi e conglomerati bituminosi.

Considerata la morfologia dell'area, si è optato per la realizzazione di due piazzali di cantiere, i quali saranno a loro volta suddivisi in 2 e 4 sub-aree distinte: il campo base e il cantiere operativo saranno collocati nel piazzale a ridosso del casello, invece l'area di caratterizzazione delle terre, gli impianti di produzione asfalti e calcestruzzi e l'area di deposito saranno posti nel piazzale a sud della S.P.20.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Oltre al Campo Base CB01, saranno previsti due Cantieri Operativi: alla progressiva km 7+900 dell'A13, all'altezza della S.P.3 nel Comune di Bentivoglio (si veda elaborato grafico "CAP0310"), è prevista l'area denominata CO01. Più a nord, all'altezza della S.P.8 (alla progressiva km 32+100, nel Comune di Poggio Renatico), verrà allestita l'area CO02 (si veda elaborato grafico "CAP0320").

I cantieri operativi saranno predisposti con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere d'arte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza alle aree destinate ai cantieri operativi, si prevede la realizzazione di aree di caratterizzazione terre (dotate di frantoi) e aree di deposito per l'accumulo del materiale derivate dallo scotico, del calcestruzzo e dei conglomerati bituminosi..

In Figura 1-56, Figura 1-57, Figura 1-58 sono riportati i layout di dettaglio delle aree.



Figura 1-56 Planimetria layout di cantiere CB01.

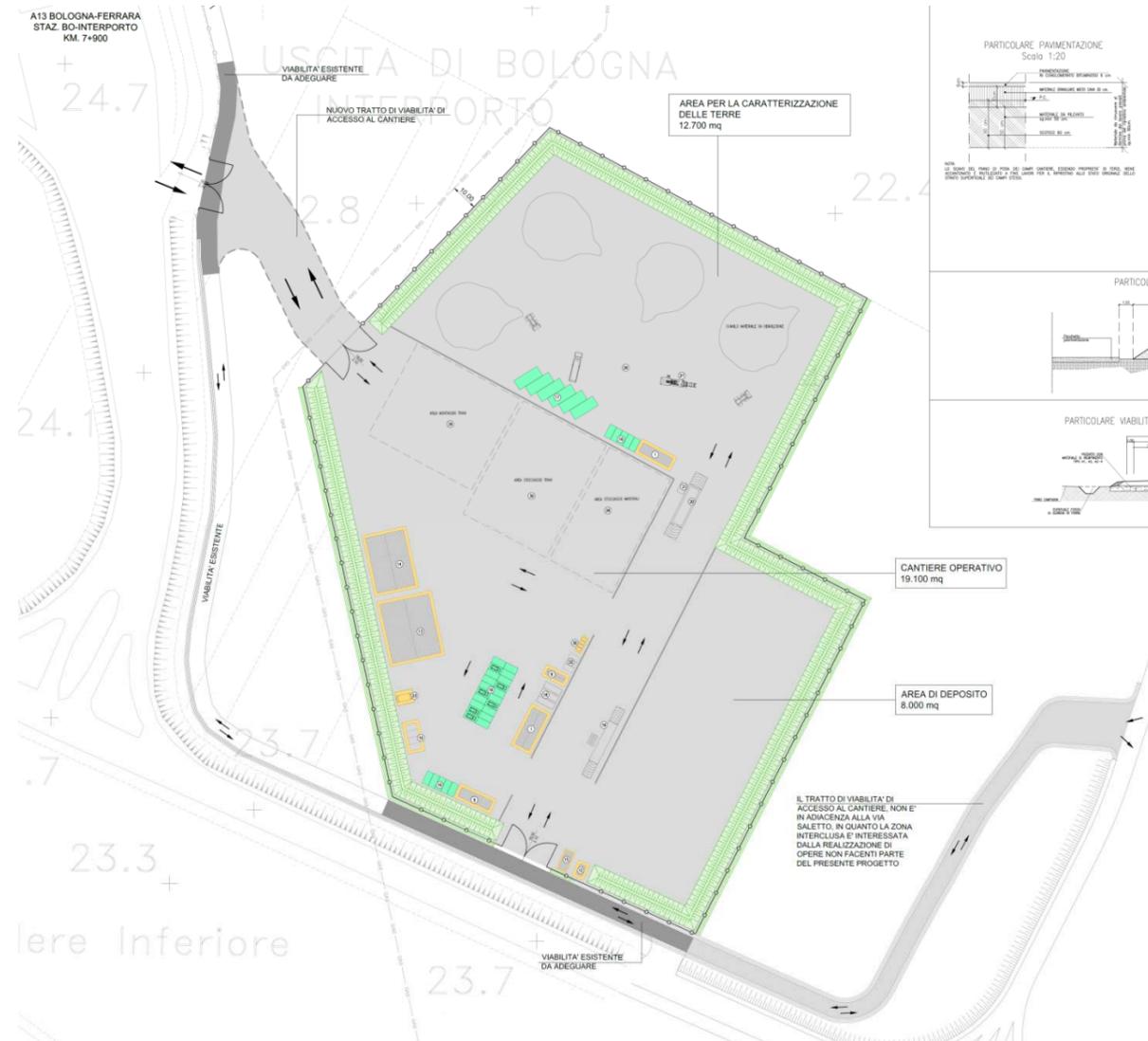


Figura 1-57 Planimetria layout di cantiere CO01.



Figura 1-58 Planimetria layout di cantiere CO02.

Oltre alle aree di cantiere fisse sono stati considerati i fronti di avanzamento lavori in ciascuna tratta. Le lavorazioni di ampliamento della terza corsia saranno, infatti, svolte in contemporanea in diverse tratte, a sensi di marcia alternati.

Per la stima degli impatti è stato considerato il primo anno del cronoprogramma, durante il quale sono previsti lavori sulla carreggiata nord delle tratte A, C, ed E.

In tali aree sono state considerate ed analizzate le seguenti fasi:

- Sterro, si tratta della fase iniziale preparatoria alla costruzione del rilevato stradale. Il materiale rimosso viene trasportato nell'area di stoccaggio;
- Gradonatura, mediante l'utilizzo di escavatori e pale meccaniche, il rilevato esistente viene preparato per essere collegato al nuovo;
- Costruzione del rilevato, tramite l'utilizzo di autocarri, viene trasportato in loco il materiale di riporto per le lavorazioni del nuovo rilevato. Il materiale superficiale viene riutilizzato per la copertura finale;
- Finitura stradale, il pavimento stradale viene approntato mediante l'utilizzo di binder e di un tappeto di usura, provenienti da impianti di produzione esterni.

La pista di lavoro affiancherà in parallelo l'Autostrada, nella tratta oggetto di potenziamento, per un'ampiezza di circa 15 m.

Saranno impiegati tutti i normali mezzi previsti per le attività di costruzione del rilevato: apripista, pale meccaniche, escavatori, motolivellatrici, rulli compressori. Nell'area di stoccaggio saranno inoltre utilizzate mezzi per il carico/scarico dei materiali, un frantoio e autobetoniere per la produzione del calcestruzzo.

Infine, sono stati considerati i transiti di mezzi pesanti per la movimentazione dei materiali. In particolare le movimentazioni dei mezzi per il trasporto delle terre dalle aree di cantiere ai siti di lavorazione avverranno esclusivamente lungo la linea autostradale. Anche gli autocarri per l'approvvigionamento del materiale (terreni e inerti da cava), lo smaltimento di materiale in esubero (terreni e rifiuti verso discariche/impianti di recupero) e la movimentazione di materiale inerte per la realizzazione delle nuove pavimentazioni (dall'area di cantiere CB01 ai siti di lavorazione nel tratto in ampliamento) sfrutteranno principalmente, nella tratta oggetto di ampliamento, il sedime autostradale.

1.7.3 Modello di calcolo

Per la simulazione della dispersione degli inquinanti nella fase di cantiere è stato utilizzato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA): si tratta di un modello di dispersione non stazionario, che veicola i "puff" gaussiani di materiale emesso dalle sorgenti attraverso un approccio lagrangiano.

CALPUFF è specifico per gli inquinanti inerti o debolmente reattivi, e può funzionare sia in modalità short-term, per studi d'impatto ambientale relativi ad uno specifico caso-studio, che in modalità long-term, nel caso si renda necessario stimare valori di concentrazione medi su periodi temporali rappresentativi (ad es. un anno). È adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. È in grado di calcolare la deposizione secca e umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti.

I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza, anziché dalle classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner. Vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete. Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. Il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti ascendenti e discendenti tipici delle ore più calde della giornata e dovuti a vortici di grande scala.

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 delle linee guida RTA CTN_ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria" Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni, 2001.

Il modello di dispersione CALPUFF, è classificato nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 1079:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici", ma ha alcune caratteristiche avanzate tali da classificarlo nella tipologia 3 della medesima scheda.

1.7.4 Fonti di emissione

Al fine di valutare gli impatti in fase di cantiere si sono considerate le seguenti sorgenti di particolato:

- polvere sollevata dal transito dei mezzi nell'ambito delle aree di cantiere e lungo linea;
- polvere sollevata per erosione dalle aree di stoccaggio temporaneo;
- polvere sollevata dalle lavorazioni nelle aree di rimodellamento (scotico, movimentazione e compattazione delle terre, scavi, compattazione...);
- polvere sollevata dal carico e scarico dagli autocarri;
- polvere generata dai motori dei mezzi presenti nelle aree di rimodellamento e di cantiere.
- polvere generata dalla frantumazione e vagliatura in loco del materiale nelle aree di cantiere fisse;
- polvere sollevata durante l'eventuale produzione del calcestruzzo in corrispondenza dell'impianto di betonaggio;
- polvere sollevata dal transito dei mezzi in ingresso al cantiere (autobetoniere, ecc).

1.7.5 Fattori di emissione

La metodologia ideale per la stima delle emissioni è quella che prevede la quantificazione diretta, tramite misurazioni, di tutte le emissioni delle diverse tipologie di sorgenti per l'area e il periodo di interesse. È evidente che questo approccio non è nella pratica utilizzabile per l'assenza dell'opera.

È stato quindi necessario ricorrere ad un approccio che consente di stimare le emissioni sulla base di un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (in eq.1 A) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (in eq.1 E_i). Il fattore di emissione E_i dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);

E_i: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

La stima è tanto più accurata quanto maggiore è il dettaglio dei singoli processi/attività. Per i processi di combustione viene scelto come indicatore di attività il consumo di combustibile, per le attività di cantiere il volume di terra movimentata.

Per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

1.7.5.1 Polvere sollevata dal transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi in transito sulle piste interne al cantiere per il trasporto del materiale, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è in questo caso originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono quindi sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito.

Sono stati considerati in base alle indicazioni progettuali i dati relativi al numero dei camion utilizzati, alle distanze percorse e al numero dei viaggi previsti (si tiene conto anche dei transiti di ritorno).

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{s}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b \quad (\text{EPA, AP-42 13.2.2})$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, *a*, *b*: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10 e a 4,9, 0,7 e 0,45 per il PTS;

s: contenuto in silt della superficie stradale, assunto non inferiore al 8,5%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 20 tonnellate.

Il fattore di emissione così calcolato (eq.2) viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

Non è stato considerato l'effetto di mitigazione naturale operato dalle precipitazioni.

Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left(\frac{sL}{2} \right)^{0,65} \left(\frac{W}{3} \right)^{1,5} \quad (\text{EPA, AP-42 13.2.1})$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade pavimentate secche, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k: moltiplicatore in funzione della dimensione del particolato, pari a 4,6 per il PM10 e pari a 24 per il PTS;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 0,6%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate, assunto pari a 20 tonnellate.

Anche in questo caso il fattore di emissione così calcolato (eq.4) viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

L'emissione di particolato dalle strade è quindi pari al prodotto del fattore di emissione *E* per l'indicatore di attività *A* (cfr. eq.1). Tale parametro, espresso come veicolo-chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/giorno per i chilometri percorsi da ogni mezzo nell'unità di tempo considerata.

1.7.5.2 Polvere sollevata per erosione dalle aree di stoccaggio temporaneo

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. La scelta operata nel presente contesto è quella di presentare l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i \text{ (kg/h)} = E_{Fi} * a * \text{movh}$$

Dove:

- *i*: particolato (PTS, PM10, PM2.5)
- *E_{Fi}* (kg / m²); fattore di emissione areale dell'*i*-esimo tipo di particolato
- *a*: superficie dell'area movimentata in m²
- *movh*: numero di movimentazioni/ora

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare.

Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) *H* in m, e dal diametro della base *D* in m, si individua il fattore di emissione areale dell'*i*-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella.

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Tabella 1-28 - Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato.

1.7.5.3 Polvere generata dalla movimentazione e risistemazione delle terre

1.7.5.3.1 Polvere sollevata dall'attività di scotico

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata di norma con ruspa o escavatore e, secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42, produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km.

L'emissione di polveri totali è il prodotto di E per l'indicatore di attività A, corrisponde al percorso della ruspa nella durata dell'attività, esprimendolo in km/h, pari a 0,007.

Per il calcolo dei fattori di emissione del PM10 si considera da letteratura un fattore di riduzione del PM10 rispetto al PTS pari a 0,75.

1.7.5.3.2 Attività degli escavatori/pale

Il fattore di emissione di polveri totali E applicato è quello definito dall'EPA relativamente alla escavazione/movimentazione di suoli ("bulldozing") come da seguente relazione:

$$E = 2.6 \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}} \quad (\text{EPA, AP-42 11.9.2})$$

dove:

E: fattore di emissione di particolato da attività di escavazione, in kg/h;

s: contenuto in silt del suolo, assunto non inferiore al 8,5%;

M: umidità del suolo, assunta pari al 80%.

L'emissione di polveri totali è il prodotto di E per l'indicatore di attività A, corrisponde al numero di ore di lavoro al giorno, pari a 10. Per il calcolo dei fattori di emissione del PM10 si considera da letteratura un fattore di riduzione del PM10 rispetto al PTS pari a 0,75.

1.7.5.3.3 Polvere sollevata per l'attività di compattazione

Il fattore di emissione di polveri totali E applicato è quello definito dall'EPA relativamente alla compattazione di suoli ("grading") come da seguente relazione:

$$E = 0.0034 * S^{(2.5)} \quad (\text{EPA, AP-42 11.9.2})$$

Dove:

E: fattore di emissione di particolato da attività di compattazione, in kg/VKT;

S = velocità media dei veicoli [km/h].

L'emissione di polveri totali è il prodotto di E per un indicatore di attività A, corrisponde ai km totali percorsi dai compattatori in un giorno.

1.7.5.4 Carico e scarico dagli autocarri

Per l'emissione di polveri determinata dal carico e scarico degli autocarri sono stati definiti gli indicatori di attività (A) corrispondenti ai volumi giornalieri di scarico degli autocarri. Il calcolo dei volumi giornalieri scaricati è stato effettuato considerando il numero di giorni lavorativi all'anno, pari a 252, e una densità media del suolo di 1,7 ton/mc.

Il fattore di emissione di polveri totali (E) relativo allo scarico posteriore degli autocarri è pari a 0,001 kg/ton (EPA, AP-42 11.9.4).

L'emissione di particolato dello scarico degli autocarri è pari al prodotto del fattore di emissione E per l'indicatore di attività A (cfr. eq.1).

1.7.5.5 Emissioni di polveri dovute al funzionamento dell'impianto di frantumazione

Sono state considerate le seguenti sorgenti di polvere:

- Attività di frantumazione: per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai frantumatori si utilizzano il fattore di emissione di polveri totali (E) relativi alla frantumazione secondaria e terziaria pari rispettivamente a 0.00049 e 0.0006 kg/t (EPA Tabella 11.19.2-1 AP-42 11.19.2). L'emissione di particolato dei frantumatori è pari al prodotto del fattore di emissione E per l'indicatore di attività A corrisponde alle tonnellate all'ora, pari a 160.
- Attività di vagliatura: il fattore di emissione di polveri totali applicato relativamente alla vagliatura ("screening") è pari a 0.0011 kg/ton, mentre quello relativo alla vagliatura fine è pari a 0.0018 kg/ton (EPA Tabella 11.19.2-1 AP-42 11.19.2) dove E: fattore di emissione di particolato da attività di vagliatura, in kg/t.

1.7.5.6 Polvere generata dai motori dei mezzi presenti nelle aree di cantiere

L'emissione del particolato totale derivante dai motori dei mezzi è ricavata dal prodotto del consumo di gasolio, pari a 0,0036 g/(s*h*veicolo), per l'emissione di particolato, pari a 9,89 g/kg di gasolio, per il numero di ore di lavoro giornaliero. Per il calcolo del fattore di emissione del particolato fine si considera da letteratura un fattore di riduzione del PM10 rispetto al PTS pari a 0,75.

1.7.6 Stima degli impatti

Le simulazioni sono state effettuate con il modello CALPUFF mediante l'interfaccia CALPUFF VIEW della Lakes Environmental. I risultati sono presentati in termini di media annua e massimi giornalieri di PM₁₀ e polverosità totale (deposizione secca).

Le simulazioni hanno preso in esame l'anno considerato peggiore dal punto di vista delle emissioni in atmosfera. Dall'analisi del cronoprogramma in via cautelativa si è deciso di analizzare il primo anno. Le durate di ciascuna fase (scotico, scavo, pavimentazioni...) sono state dedotte dal cronoprogramma dei lavori.

I fronti di avanzamento lavori sono stati ipotizzati in movimento lungo la tratta oggetto di intervento, mentre per la dimensione del campo base e dei cantieri operativi si è fatto riferimento ai layout degli elaborati di progetto.

Per una migliore rappresentazione dei risultati, la lunghezza totale del tracciato è stata suddivisa in tre quadranti (denominati nord, centro e sud, cfr. Figura 1-59).

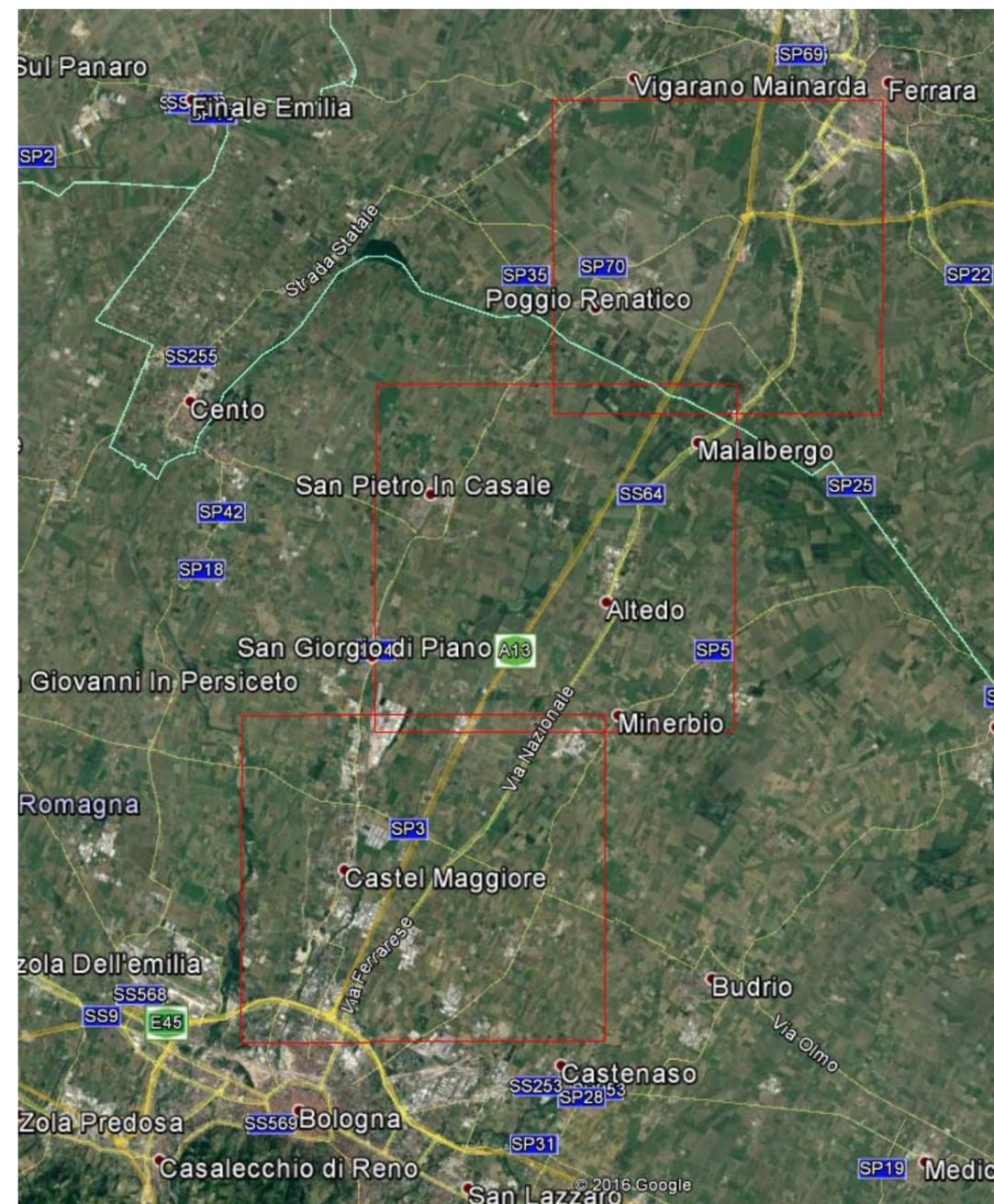


Figura 1-59 – Quadranti utilizzati per le simulazioni della fase di cantiere.

In ciascun quadrante sono state inserite le sorgenti presenti nell'area (cantieri fissi e fronti di avanzamento lavori). Nel dettaglio:

- nel quadrante nord sono stati inseriti l'area di cantiere fissa CO02 e il fronte di avanzamento lavori della tratta E;
- nel quadrante centrale sono stati inseriti l'area di cantiere fissa CB01 e il fronte di avanzamento lavori della tratta C;

- nel quadrante sud sono stati inseriti l'area di cantiere fissa CO01 e il fronte di avanzamento lavori della tratta A;

Nelle Figure successive sono riportate le sorgenti per ciascun quadrante di cui sono state calcolate le emissioni per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria.

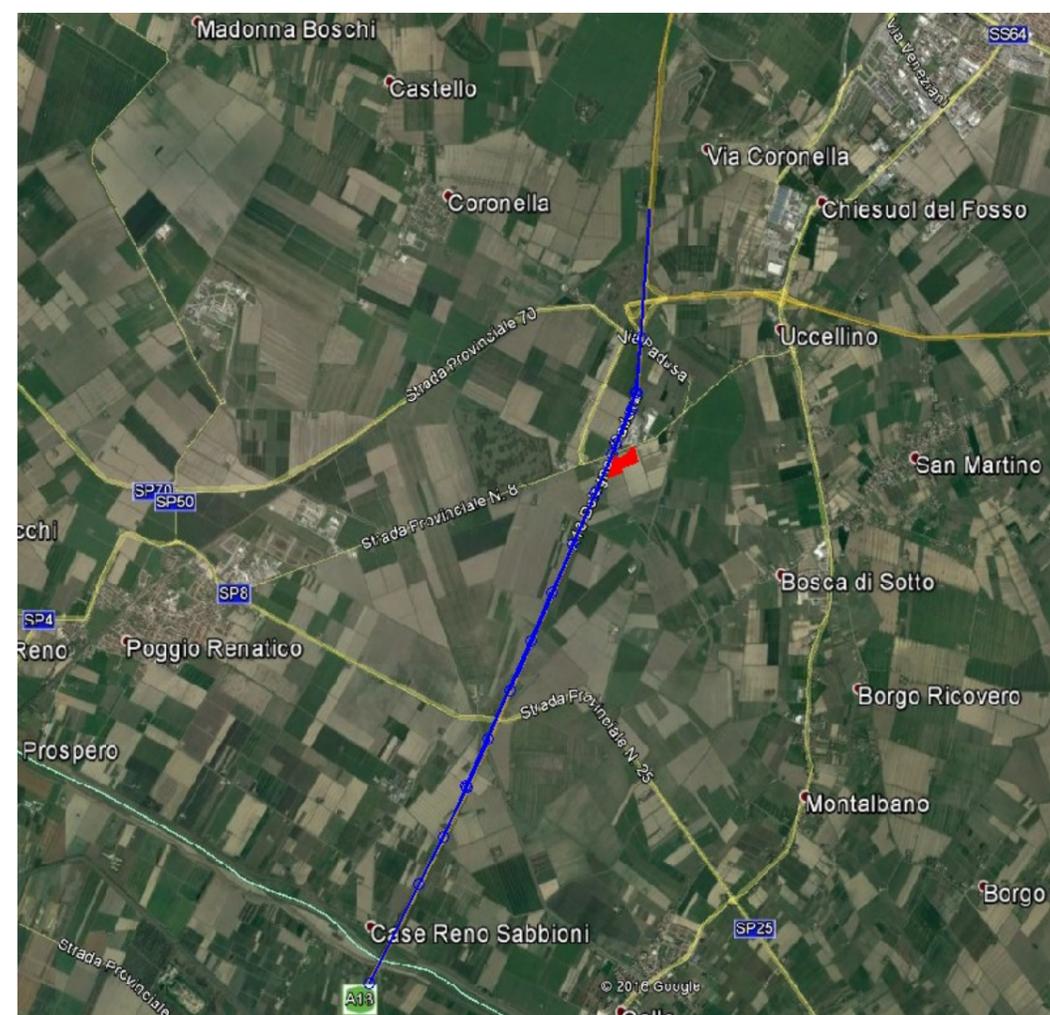
I valori stimati sono confrontati con i livelli attuali degli stessi parametri e con i limiti di qualità dell'aria in modo da avere un'idea della significatività degli stessi rispetto alla situazione attuale e quantificare il loro contributo rispetto ai limiti di legge. I limiti considerati sono i seguenti:

- per il PM₁₀ i valori del D Lgs. 155/2010 (40 µg/mc per la media annua, 50 µg/mc come valore da non superare più di 35 volte all'anno per la media giornaliera);
- per le deposizioni le classi di polverosità definite dal Ministero dell'Ambiente che sono riportate nella sottostante tabella.

Deposizione (mg/m ² /giorno)	Classe di polverosità
>600	Elevata
500-600	Medio alta
250-500	Media
100-250	Bassa
<100	Assente

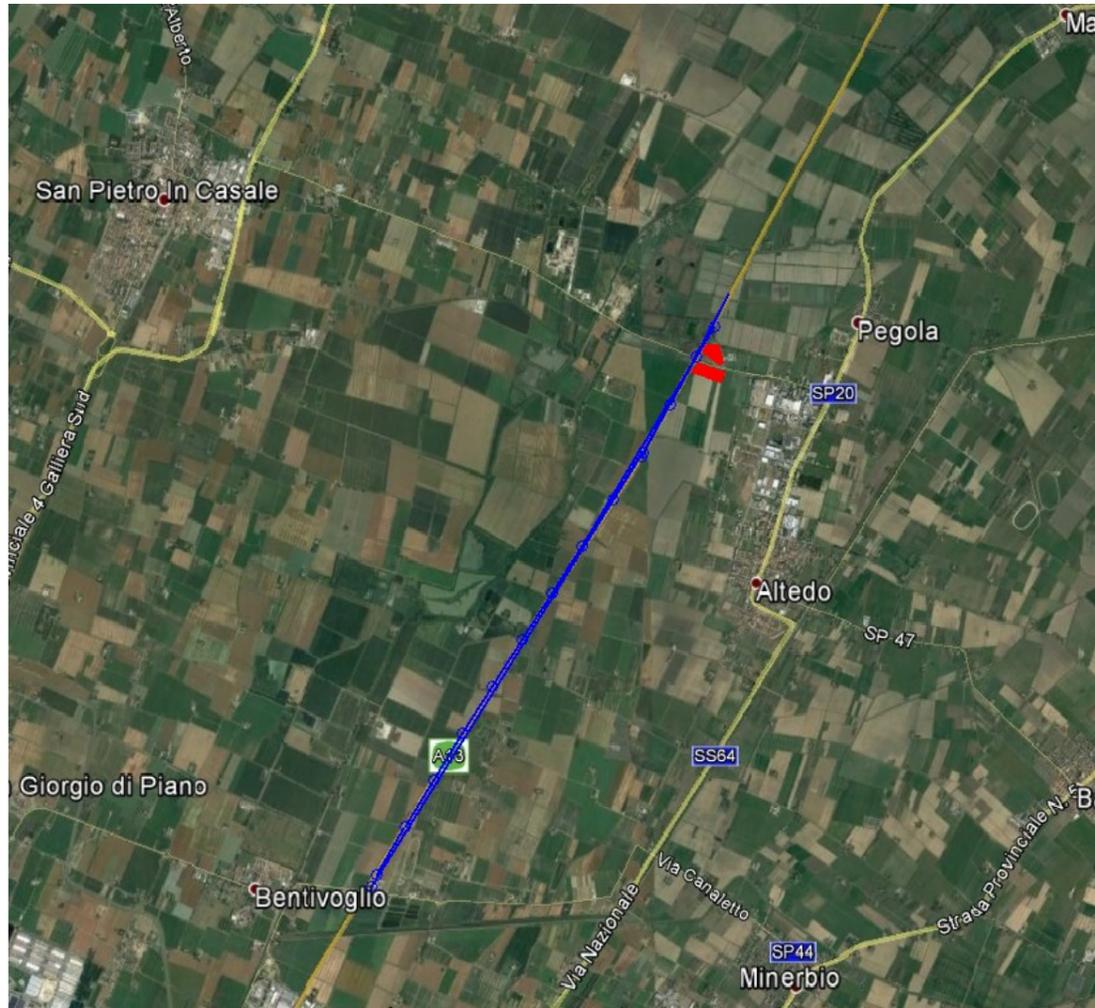
Tabella 1-29 Classi di polverosità.

Le mappe delle isoconcentrazioni degli inquinanti ottenute dalle simulazioni per la fase di cantiere sono riportate nelle Tavole in Allegato. Dall'analisi dei risultati emergono concentrazioni di PM₁₀ di un ordine di grandezza inferiori ai limiti (sia per quanto riguarda il massimo giornaliero che per quanto riguarda la media annua). I valori delle deposizioni medie annue risultano trascurabili rispetto alle classi di polverosità definite dal Ministero dell'Ambiente, come i valori simulati per la deposizione massima giornaliera. Fanno eccezione le zone immediatamente limitrofe alle aree di cantiere fisse, nei pressi delle quali sono raggiunti valori di classe "Bassa" (per i quadranti nord e centrale). Si sottolinea che nelle vicinanze di tali sorgenti non sono presenti punti sensibili del territorio.



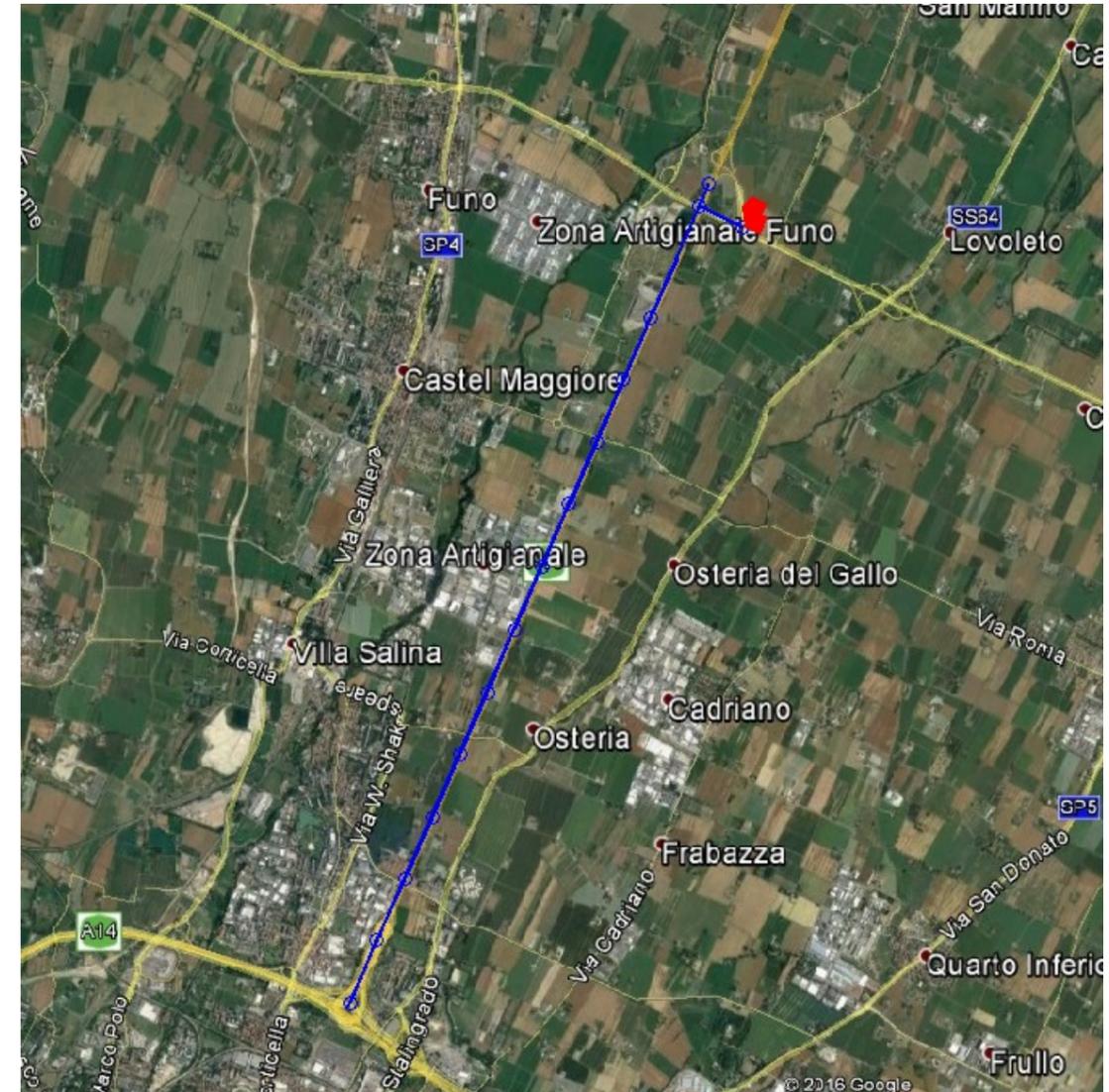
Aree di Cantiere - Campo Base e Campo Operativo ■
Percorsi dei mezzi dalle cave al cantiere —
Percorsi dei mezzi nelle aree di cantiere —
Cantiere autostradale

Figura 1-60 – Quadrante nord: sorgenti di emissione delle attività di cantiere.



Aree di Cantiere - Campo Base e Campo Operativo ■
 Percorsi dei mezzi dalle cave al cantiere —
 Percorsi dei mezzi nelle aree di cantiere —
 Cantiere autostradale

Figura 1-61: Quadrante centrale: sorgenti di emissione delle attività di cantiere.



Aree di Cantiere - Campo Base e Campo Operativo ■
 Percorsi dei mezzi dalle cave al cantiere —
 Percorsi dei mezzi nelle aree di cantiere —
 Cantiere autostradale

Figura 1-62: Quadrante sud: sorgenti di emissione delle attività di cantiere.

1.8 CONCLUSIONI

A partire dai dati elaborati nell'ambito dello studio sul traffico, e dai dati relativi alle omologazioni ambientali del parco veicolare reperibili sul sito dell'Automobile Club italiano, sono state stimate le emissioni di inquinanti imputabili all'autostrada per sette scenari:

Attuale:	Flussi veicolari nel 2016 e parco veicolare del 2014.
Programmatico 2025: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2025 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
Progettuale 2025: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2025 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
Programmatico 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
Progettuale 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
Programmatico 2035: Parco 2035	Flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2035.
Progettuale 2035: Parco 2035	Flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2035.

Per effettuare questa stima sono stati utilizzati i dati che il modello di traffico ha ricostruito per tutti gli scenari ed è stata sviluppata una metodologia per stimare la suddivisione nelle diverse omologazioni ambientali e nelle classi COPERT del parco veicolare nel 2025 e nel 2035.

Le emissioni di NOx, CO e benzene negli scenari futuri mostrano una significativa riduzione rispetto allo scenario attuale per via del rinnovo del parco veicolare, nonostante l'aumento delle percorrenze.

Per quanto riguarda le polveri, l'effetto di riduzione delle emissioni è minore, se non nullo, in quanto il contributo dell'usura di freni e pneumatici dipende solo dalle percorrenze e non dalla classe di omologazione ambientale.

In tutti i casi futuri, sia nella rete stradale complessiva che nelle tratte autostradali, lo scenario programmatico è caratterizzato da emissioni ridotte rispetto al corrispondente scenario progettuale, a causa dei minori flussi veicolari lungo i tratti autostradali.

Le emissioni di CO2 risultano invece accresciute per tutti gli scenari futuri, poiché la riduzione di emissione di questo inquinante per i nuovi standard "euro" è modesta e non è sufficiente a bilanciare l'aumento dei flussi veicolari.

L'applicazione del modello di dispersione gaussiano per un intero anno ha consentito di stimare le concentrazioni in atmosfera degli inquinanti e di confrontarle con i limiti normativi. Il calcolo è stato eseguito per NOx, PM10 e PM2.5 per tre soli scenari:

Attuale:	Flussi veicolari nel 2016 e parco veicolare del 2014.
Programmatico 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 senza adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.
Progettuale 2035: Parco 2025	Flussi veicolari nel 2035 con adeguamento infrastrutturale e parco veicolare ricostruito per il 2025.

Una relazione semi empirica tra NO2 e NOx basata sui dati rilevati dal mezzo mobile nel comune di Poggio Renatico nel 2011 ha permesso di stimare le concentrazioni di biossido di azoto a partire dai campi di concentrazione degli ossidi di azoto.

L'impatto stimato nello stato attuale per l'autostrada è contenuto e in prossimità dell'asse stradale si attesta su valori massimi di biossido di azoto pari a $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e su livelli ancor più bassi per il PM10 e il PM2.5. (rispettivamente $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e decresce rapidamente allontanandosi dal tracciato della strada. I valori massimi sono stimati nell'area interessata dalla tangenziale di Bologna. Nel tratto di autostrada non influenzato dalle emissioni della tangenziale la concentrazione di biossido di azoto si attesta su valori inferiori a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quelle di PM10 e PM2.5 raggiungono valori massimi non significativi. Tali valori sono molto inferiori ai limiti previsti dalla normativa vigente e il rispetto dei limiti normativi è rispettato anche per il 99.8° percentile del biossido di azoto (valore massimo di $90.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), il 90.4° percentile della media giornaliera del PM10 e il valore medio annuale di PM2.5.

Le differenze tra le concentrazioni stimate per gli scenari di esercizio dell'autostrada relativi al 2035 e quelle stimate per lo scenario attuale evidenziano una riduzione dei livelli del biossido di azoto e una sostanziale invarianza per il particolato.

2 AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

In materia di acque superficiali, ancora una volta, la normativa nazionale di riferimento è il D. Lgs 152/06, nella già citata Parte Terza. Le norme inserite in questo testo, governano gli aspetti di tutela delle acque superficiali a partire dalla costituzione dei distretti idrografici e con essi, a cascata, la realizzazione dei piani di bacino, nonché tutte quelle che sono le azioni di pianificazione a livello regionale ed arrivando quindi a definire le politiche di tutela quantitativa e qualitativa della risorsa idrica.

Per quel che riguarda la sicurezza territoriale, bisogna invece richiamare il D. Lgs. 49/2010, riguardante “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”.

A livello regionale è importante ricordare la delibera regionale 1420/2002 “Elenco dei corpi idrici superficiali significativi e revisione della rete di monitoraggio delle acque superficiali ai sensi del d.lgs. n.152/99” e la 286/2005 “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art.39 d.lgs. 11 maggio 1999 n.152)”.

Anche per le acque superficiali, come per quelle sotterranee, si deve evidenziare l'importanza anche dal punto di vista normativo delle norme tecniche attuative del Piano di Tutela delle Acque e dei Piani Stralcio del Bacino del Fiume Reno e del Bacino del Canale Navile e del Savena Abbandonato.

In termini di idraulica, ma dal punto di vista progettuale ed infrastrutturale, vi è la normativa specifica, non direttamente connessa agli aspetti ambientali ma comunque con ricadute importanti su di essi.

A questo proposito si richiamano:

- il T.U. sulle OO.PP. di cui al R.D. 25/7/1904 n. 523 relativo alle opere idrauliche intese all'interno del sistema di difesa idraulica;
- la L.R. 27/74 “Interventi delle Regioni in materia di opere idrauliche nei corsi d'acqua dell'Emilia-Romagna”;
- per quel che riguarda le acque di piattaforma e il loro trattamento si rimanda nuovamente al D. Lgs. 152/99 ed alla delibera regionale citata;
- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n° 1860.

In particolare quest'ultimo atto concerne “Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286”. Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento “per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria”.

Sul versante della pianificazione vanno poi ricordati:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) nel Bacino del fiume Po
- Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di bacino del fiume Reno.

1.2 INTRODUZIONE E INDIVIDUAZIONE DEI VETTORI PRINCIPALI

L'idrografia della zona interessata dall'intervento è quella tipica della pianura emiliano-romagnola, ovvero di un'area pianeggiante altamente sfruttata a scopo agricolo e solcata da numerosi canali artificiali.

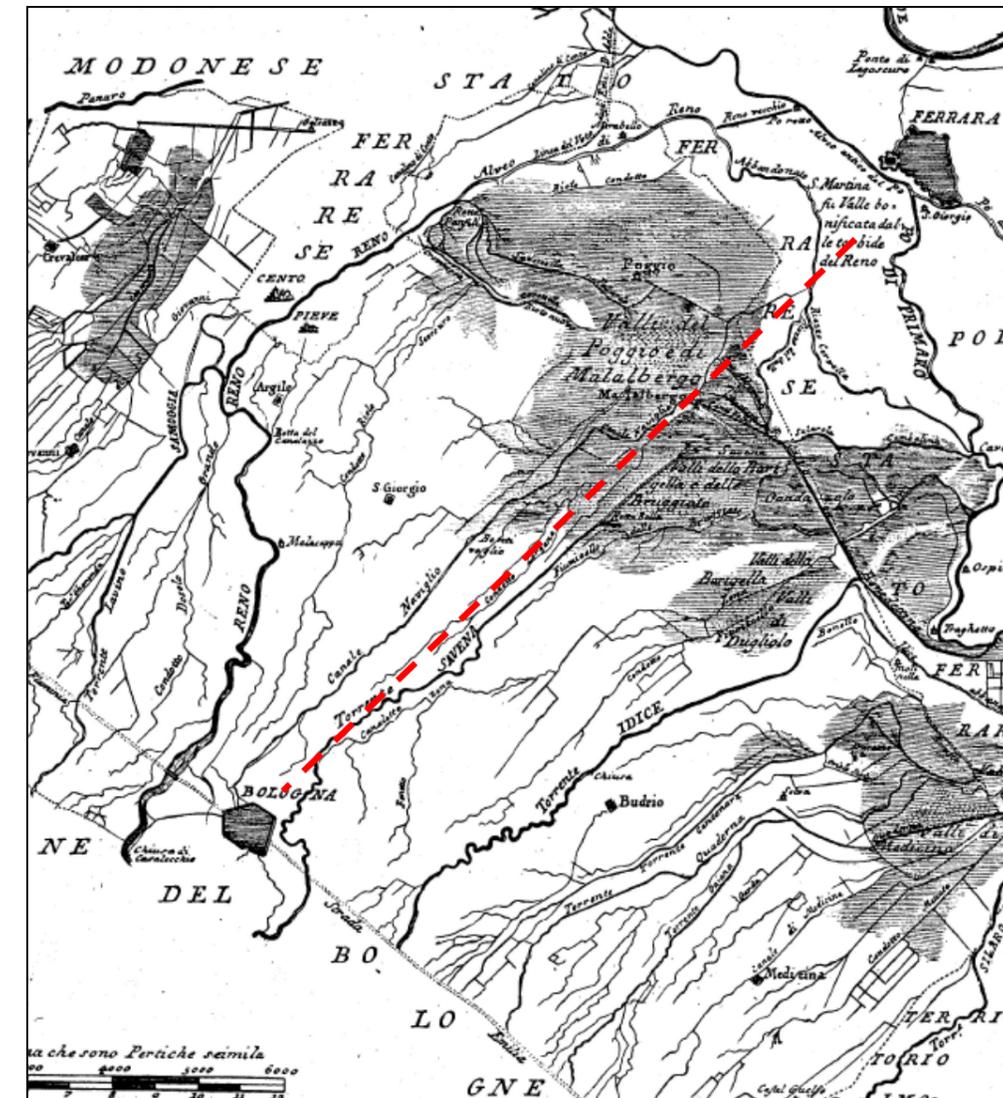


Figura 2.1 Stralcio cartografia del 1761

La precedente immagine mostra una istantanea datata XVIII secolo, del reticolo idrografico della pianura tra Bologna e Ferrara.

Quanto visibile in questa figura, oltre a mostrare la struttura e la capillarità del reticolo, mostra anche la natura acquitrinosa e paludosa dei terreni sul confine tra le due provincie. Quanto visibile già nell'immagine successiva è che il reticolo idrografico naturale è costituito essenzialmente dal solo fiume Reno che, attualmente, viene scavalcato in viadotto; tutte le altre aste interferenti sono, in genere, canali per la bonifica e l'irrigazione, anche se in alcuni casi di notevole larghezza, come ad esempio il Canale Navile (già Naviglio) ed il Savena Abbandonato. Non visibile nella figura del '700, perché successivo di 2 secoli, è anche il Canale Emiliano Romagnolo, corso d'acqua completamente artificiale ma ugualmente importante sia per dimensionamento, sia per portata, sia per importanza nel sistema territoriale ed ecologico.

Mentre il regime idraulico del Reno è quello di un'asta naturale, soggetta alla zonizzazione dell'omonima Autorità di Bacino (fasce PAI), tutti i canali artificiali interferiti presentano portate regolate dipendenti dalla gestione del consorzio competente, al quale si rimanda per ogni informazione di natura idrologica ed idraulica.

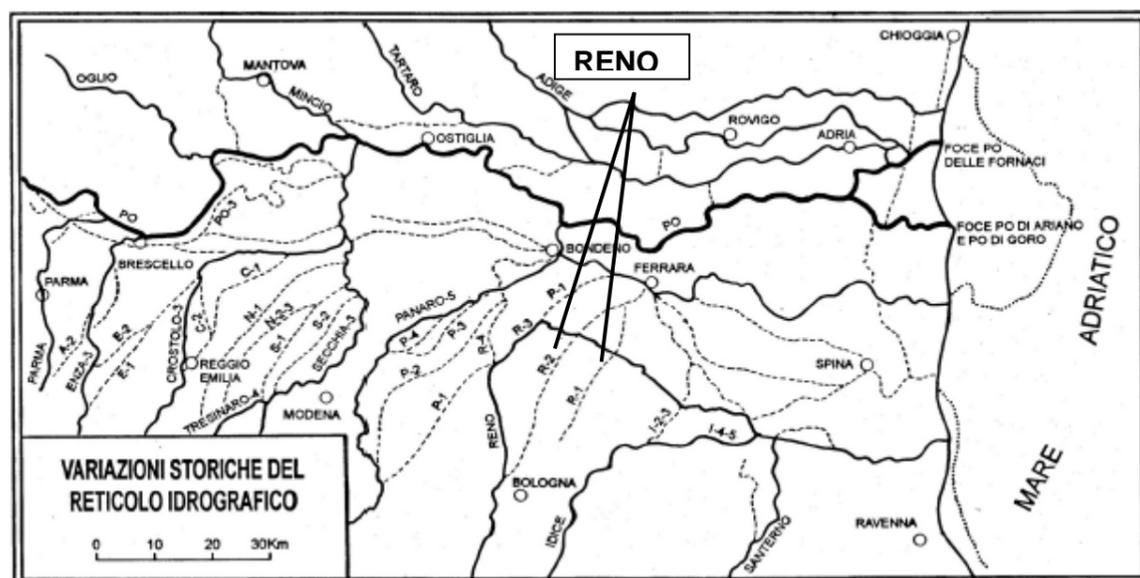


Figura 2.2 Ricostruzione schematica delle variazioni storiche del reticolo idrografico

In termini di bacini interferiti, oltre a quello del Reno è importante richiamare anche l'interferenza con il sottobacino del Canale Navile e del Savena Abbandonato, per il quale esiste un Piano Stralcio per Sistema Idraulico specifico.

Nella tabella seguente sono riportati i corsi d'acqua principali che vengono attraversati dall'autostrada A13 tra Bologna e Ferrara, con l'indicazione della progressiva relativa all'attraversamento.

Tabella 2-1 Corsi d'acqua principali interferiti

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento (Km)
Fiume Reno	26+398

Come detto precedentemente, oltre all'interferenza diretta con il corso del Fiume Reno, il tracciato interferisce anche con canali artificiali di notevole dimensione e portata: il Canale Navile (km 21+495) e il Canale Diversivo Navile (km 13+053) che collega il Navile con il Savena Abbandonato.

Altri corsi d'acqua minori interferiti sono i seguenti:

Tabella 2-2 Corsi d'acqua secondari interferiti

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento [Km]	Consorzio Competente
Scolo Uccellino / Scolo Cascina	33+294	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Scolo Madonna dei Boschi	32+967	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Scolo San Martino	31+608	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Fossa Margosa	31+328	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Fossa Morgosa	30+401	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Fossa Morgosa	29+278	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Scolo Aldrovandi / Scolo principale	28+819	Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
Scolo San Prospero	25+197	Consorzio della Bonifica Renana
Scolo Riolo / Scolo Botte	25+150	Consorzio della Bonifica Renana
Scolo Tombe / Scolo Lorgana	24+448	Consorzio della Bonifica Renana
Scolo Calcarata	23+991	Consorzio della Bonifica Renana
Canale Navile	21+495	Autorità di bacino Reno – Servizio tecnico di bacino Reno
Fossa Quadra	16+708	Consorzio della Bonifica Renana
Fossa Quadra	14+411	Consorzio della Bonifica Renana
Canale diversivo Navile	13+053	Autorità di bacino Reno – Servizio tecnico di bacino Reno

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento [Km]	Consorzio Competente
Canale Emiliano Romagnolo	11+292	Consorzio della Bonifica Renana / Consorzio di Bonifica di Secondo Grado per il Canale Emiliano Romagnolo

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano vari canali per la bonifica e l'irrigazione, a volte anche di notevole larghezza, scavalcati con ponti, ponticelli o tombini. Tutti i canali artificiali interferiti presentano portate regolate dipendenti dalla gestione del consorzio competente, parzialmente svincolati dall'idrologia naturale.

Nel territorio della Provincia di Ferrara il tracciato è all'interno del Bacino imbrifero del Fiume Po, però esso non interessa direttamente corsi d'acqua naturali del reticolo idrico principale, ma solo scoli e fosse di competenza del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

1.3 STATO QUALI-QUANTITATIVO DEI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

Il tracciato dell'autostrada A13 in ampliamento non interessa alcuna area sensibile ai sensi del titolo III, Capo I del DLgs 152/04, cioè aree che richiedono specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento.

L'unico corso d'acqua significativo (ai sensi della attuazione del DLgs 152/99 operata dal PTA) attraversato è il fiume Reno. Per questo fiume e per il Canale Navile sono rilevati sistematicamente i dati relativi allo stato qualitativo delle acque.

Si riportano nel seguito i dati contenuti nel Report quadriennale 2010-2013 sulle qualità delle acque fluviali riferiti a tutti i punti di misura sul Reno: dalla sezione appenninica di Vergato a quella di Bastia a valle della confluenza con l'Idice e il Sillaro. Tutti i punti risultano piuttosto distanti dalla sezione di attraversamento dell'A13, ma i dati della stazione S. Maria Codifiume (circa 15 km più a valle della A13) possono essere considerati come rappresentativi del tratto di pianura a nord di Bologna. Ad essi, per completezza rispetto al bacino interessato, si vanno ad aggiungere anche i dati relativi al Canale Diversivo Navile, al Savena Abbandonato ed allo Scolo Riolo.

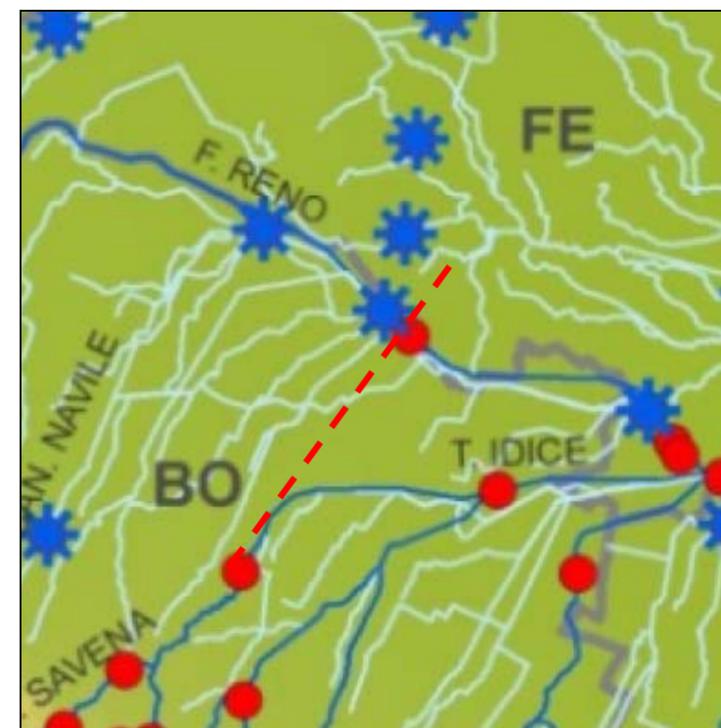
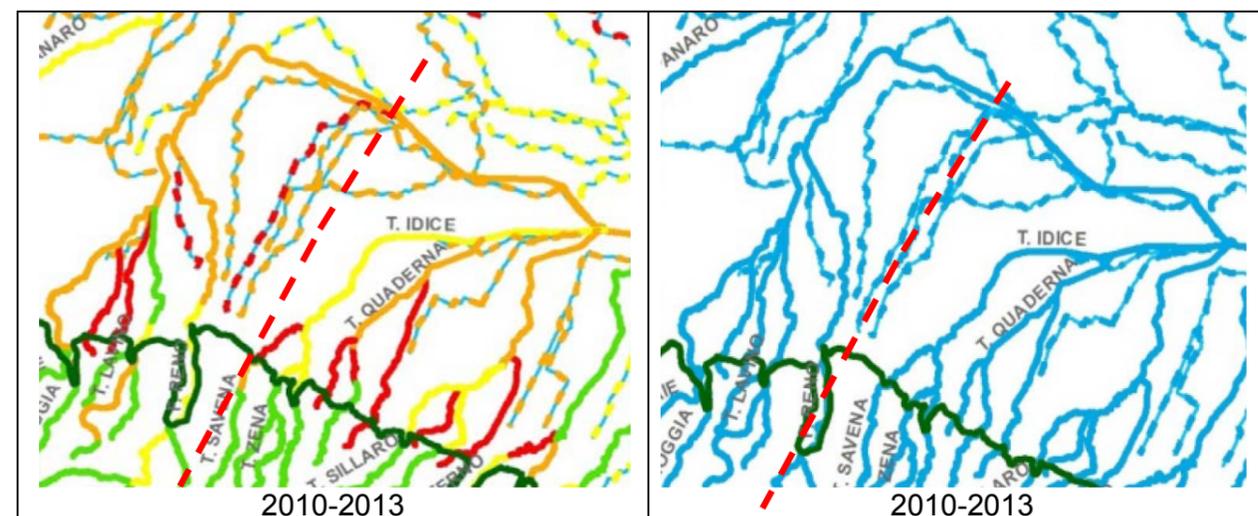


Figura 2.3 Rete monitoraggio ARPAE



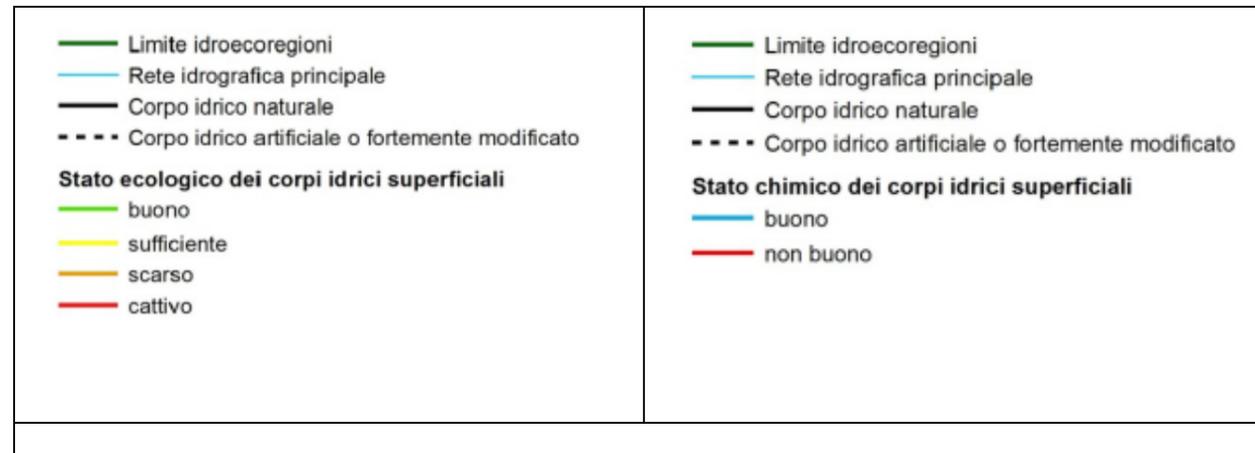


Figura 2.4 Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA) e Stato Chimico dei Corsi d'Acqua negli anni 2010-2013

Lo stato ambientale di un corso d'acqua rappresenta l'espressione complessiva dello stato del corpo idrico ed è costituito dallo stato ecologico e dallo stato chimico del corso d'acqua.

Più nello specifico lo stato ecologico è dato dall'incrocio del LIMeco, degli elementi chimici a sostegno (tab.1/B All.1 D.M. 260/2010), degli elementi biologici disponibili (diatomee, macrobenthos, macrofite acquatiche), degli elementi idro-morfologici quando previsto; mentre lo stato chimico è valutato in base alla presenza di sostanze appartenenti all'elenco di priorità (tab.1/A All.1 D.M. 260/2010), e in questo caso è conseguente al peggiore tra i risultati annuali del triennio 2010-2012;

Si ha che Lo "stato ambientale" di un corpo idrico viene definito dal report ARPAE di riferimento (anni 2010-2013) come "buono" se sia lo "stato ecologico", sia lo "stato chimico" sono risultati entrambi come "buono".

Come si può vedere nelle precedenti immagini, che ritraggono sostanzialmente il SECA, "Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua" dato dall'incrocio tra i valori assunti dal LIM (livello di inquinamento da macrodescrittori) e l'IBE (indice biotico esteso), ed il SACA, "Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua" definito invece dal SECA e dalla concentrazione di alcuni specifici microinquinanti. Nell'immagine relativa al 2009 viene unicamente evidenziato lo stato degli indicatori LIM, "Livello di Inquinamento da Macrodescrittori" valutato come stima del grado di inquinamento dovuto a fattori chimici e microbiologici sulla base dei valori misurati per una serie di parametri chimico-fisici, e IBE, "Indice Biotico Esteso" inteso come valutazione della qualità degli ambienti idrici sulla base delle modificazioni nella presenza di macroinvertebrati nel corpo idrico, indotte da fattori di inquinamento e/o da significative variazioni fisico-morfologiche dell'alveo.

Tabella 2-3 Valori soglia dell'indice LIMeco

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
NH ₄ (N mg/L)	< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
NO ₃ (N mg/l)	< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
P tot (P mg/L)	< 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40

Quello che indicano le precedenti immagini è sostanzialmente una situazione di criticità in merito alla qualità delle aste fluviali indagate, peraltro, criticità che risulta ormai costante da diversi anni. Se si andassero ad analizzare i periodi antecedenti a quelli indicati, si riscontrerebbe una situazione analoga e quindi tendenzialmente negativa.

A questo proposito, è interessante andare ad individuare a livello tabellare i valori dell'indicatore LIM, indicati per un periodo di tempo sufficientemente rappresentativo.

Tabella 2-4 Evoluzione dei LIMeco, Stato ecologico e chimico tra 2010 e 2012 – Reno, Navile, Savena abbandonato, Riolo

RENO									
Codice	Asta	Toponimo	LIMeco	STATO ECOLOGICO	Elemento critico	Livello confidenza	STATO CHIMICO	Elemento critico	Livello confidenza
6002600	Canale Navile	Castelmaggiore valle Bologna			L (ART)	basso			alto
6002700	Canale Navile	Malalbergo chiusura bacino			L (ART)	basso		Difenileteri Bromati	basso
6002800	C.le Savena Abbandonato	Gandazzolo chiusura bacino			L (ART)	basso			alto
6002900	F. Reno	S.Maria Codifiume			L (NO BIO)	basso			alto
6003000	Scolo Riolo	Chiavica Beccara Nuova			L (ART)	basso			medio

STATO ECOLOGICO e LIMeco					STATO CHIMICO	
■ Elevato	■ Buono	■ Sufficiente	■ Scarso	■ Cattivo	■ Buono	■ Non buono
L	LIMeco					
MB	Macrobenthos					
D	Diatomee bentoniche					
MF	Macrofite acquatiche					
ESP	Giudizio esperto					
NO BIO	Informazioni derivanti dai soli elementi chimici per inapplicabilità dei metodi di monitoraggio degli elementi biologici					

Tabella 2-5 Evoluzione dei LIMeco, Stato ecologico e chimico anno 2013 Reno, Navile, Savena abbandonato, Riolo

RENO								
Codice	Asta	Toponimo	LIMeco 2013	Elementi chimici a supporto (Tab.1B)	STATO ECOLOGICO 2013	Elementi critici SE	STATO CHIMICO 2013	Elementi critici SC
06002700	Canale Navile	Malalbergo chiusura bacino				Limeco		
06002800	C.le Savena Abbandonato	Gandazzolo chiusura bacino				Limeco		
06002900	F. Reno	S.Maria Codifiume a valle Navile-Savena		Metamitron, Metolador, Pirazone, Terbutilazina, Prodotti fitosanitari tot				
06003000	Scolo Riolo	Chiavica Beccara Nuova		Metolador, Pirazone, Terbutilazina, Prodotti fitosanitari tot		Limeco		

STATO ECOLOGICO e LIMeco					STATO CHIMICO	
■ Elevato	■ Buono	■ Sufficiente	■ Scarso	■ Cattivo	■ Buono	■ Non buono

è evidente dalla precedente tabella, come, in tema di inquinamento delle acque, il bacino idrografico interessato dal progetto in questione, sia caratterizzato da elevati livelli di inquinamento, rendendo di fatto la qualità delle acque da scadente a pessima, senza un reale miglioramento nel corso degli anni ed anzi con un peggioramento.

Per quel che riguarda invece gli aspetti quantitativi, è possibile utilizzare le analisi effettuate nel corso degli anni ed inserite nel rapporto sullo stato delle acque superficiali della Provincia di Bologna già precedentemente ripreso.

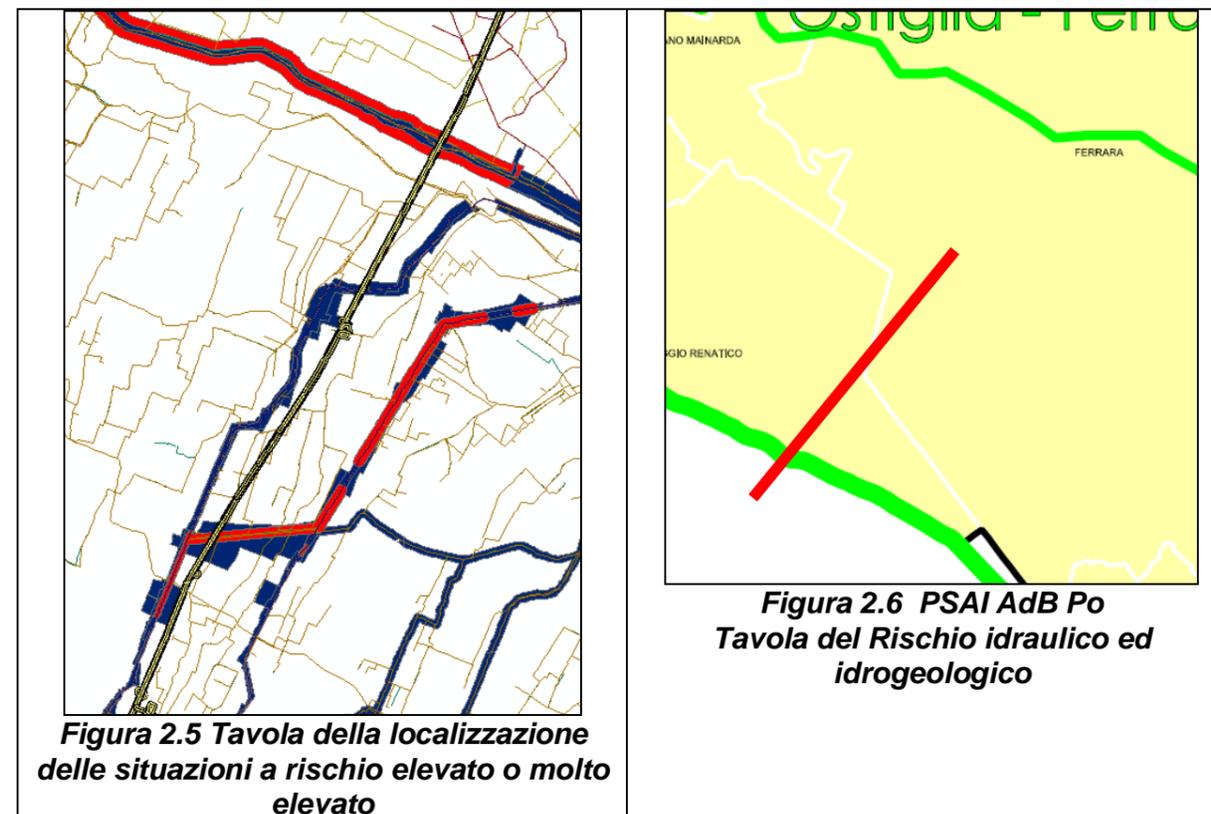
Tabella 2-6 Portate minime critiche (mc/sec) del fiume Reno - Anni 2007-2008 nelle sezioni di monte

ANNO 2007		Portata critica (1/3 DMV idrologico)	Portata di allerta (DMV idrologico)	23 MAG	30 MAG	11 GIU	20 GIU	27 GIU	11 LUG	17 LUG	25 LUG	1 AGO	7 AGO	21 AGO	27 AGO	3 SET	19 SET	8 OTT	29 OTT	5 NOV
Corso d'acqua	Stazione	m³/s	m³/s	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Reno	Pracchia	0,05	0,14																	
Reno	Poretta	0,14	0,42																	
Reno	Casalecchio TV (*)	0,29	0,87																	

ANNO 2008		Portata critica (1/3 DMV idrologico)	Portata di allerta (DMV idrologico)	4 MAR	16 MAG	4 LUG	25 LUG	4 AGO	18 AGO	1 SET	15 SET	22 SET	29 SET	6 OTT	13 OTT	20 OTT	27 OTT	30 OTT	10 NOV
Corso d'acqua	Stazione	m³/s	m³/s	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Reno	Pracchia	0,05	0,14																
Reno	Poretta	0,14	0,42																
Reno	Casalecchio TV (*)	0,29	0,87																

I dati mostrano una perdurante criticità a partire dal mese di Luglio che perdura fino a Ottobre inoltrato. In mancanza di apporti significativi dopo la chiusa di Casalecchio di Reno, anche il tratto a valle presenta una analoga criticità.

In tema di rischio idraulico, si deve far riferimento al PSAI (Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico) del Reno e del Po



Tali criticità sono riportate anche nel PTCP della Provincia di Bologna, ultima variante Novembre 2013 conseguente all'adeguamento del PTCP al PTA.

Le cartografie allegare a questi due piani individuano interferenze con il tracciato in oggetto in corrispondenza del Fiume Reno, del canale Navile e del savena Abbandonato (in rosso le aree ad alta probabilità di inondazione, in blu le fasce di tutela fluviale), nel caso invece dell'AdB Po, la cartografia mostra il rischio idrogeologico, che nella porzione territoriale indicata è al livello più basso della scala R1 – Moderato (colore giallo, in rosso il tracciato dell'A13).

Per quanto riguarda le acque sotterranee andiamo a valutare lo stato chimico e lo stato quantitativo e ci rifacciamo alla reportistica ARPAE relativa agli anni 2010-2013 "Valutazione dello stato delle acque sotterranee".

Lo SCAS (Stato Chimico delle Acque Sotterranee) è un indice che riassume in modo sintetico lo stato qualitativo delle acque sotterranee (di un corpo idrico sotterraneo o di un singolo punto d'acqua) ed è basato sul confronto delle concentrazioni medie annue dei parametri chimici analizzati con i rispettivi standard di qualità e valori soglia definiti a livello nazionale dal DLgs 30/09 (Tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3), tenendo conto anche dei valori di fondo naturale. Lo stato chimico viene riferito a 2 classi di qualità, "Buono" e "Scarso", secondo il giudizio di qualità definito dal DLgs 30/09

Lo stato chimico SCAS è stato attribuito, oltre che ai singoli pozzi, anche agli interi acquiferi: per il triennio 2010-2012 lo stato chimico "scarso" è stato attribuito tenendo anche conto dei valori soglia definiti per i corpi idrici sotterranei e dove il numero delle stazioni di monitoraggio in stato "scarso" erano oltre il 20% del totale delle stazioni del corpo idrico sotterraneo medesimo:

Il report di riferimento indica per la nostra area uno stato chimico scarso per i corpi idrici sotterranei montani e buono per i corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura:

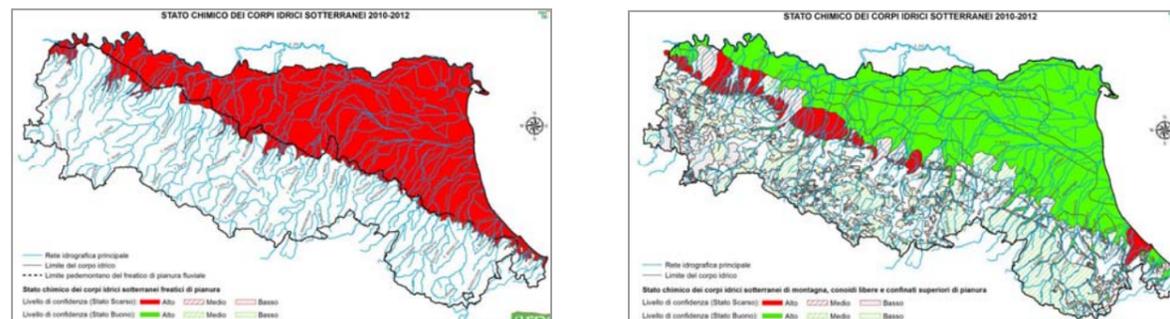


Figura 2.7 Stato chimico 2010 – 2012 dei corpi idrici sotterranei freatici di pianura e dei corpi idrici sotterranei montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura

1.4 SISTEMA DI DRENAGGIO ATTUALE DELLA PIATTAFORMA

1.4.1 Schema funzionale

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

Nello stato attuale il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è sempre di tipo aperto e composto da embrici che convogliano le acque nel fosso al piede del rilevato per il successivo scarico diretto nei ricettori finali. L'area del progetto non ricade in zone di ricarica dell'acquifero pertanto per il sistema di piattaforma di tipo chiuso previsto è costituito da fossi inerbiti.

Nel punto seguente si riportano i dati significativi delle portate dei recettori critici interferiti e gli apporti stimati dalla piattaforma autostradale.

1.4.2 Aspetti quantitativi

La relazione Idraulica IDR0001 ha analizzato i corsi d'acqua interferiti seguendo la seguente metodologia:

- Fase 1^a: Definizione di un quadro conoscitivo di riferimento morfologico e idraulico. Scopo di questa fase è di predisporre uno strumento conoscitivo in grado di valutare le sollecitazioni idrauliche dei diversi corsi d'acqua nel tratto di interesse, intese quali idrogrammi di piena (livelli e portate), ricavate attraverso analisi idrologiche e processi di modellazione matematica, e le condizioni idrauliche al contorno, sia a monte che a valle, per quanto non espresso dagli eventuali dati idrometrici disponibili. La definizione della geometria dei corsi d'acqua nel tratto oggetto di studio è stata resa possibile grazie a rilievi topografici condotti dallo scrivente, i quali sono stati integrati con quelli messi a disposizione dall'Autorità di Bacino del Reno.
- Fase 2^a: Analisi idraulica dei corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno Per i corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno interessati dal tracciato in progetto sono state condotte analisi idrologiche ed idrauliche, in grado di approfondire, attraverso un processo di modellazione matematica comparativa tra stato di progetto e stato attuale, le perturbazioni dell'attraversamento viario sulle dinamiche idrauliche. I parametri idraulici e le procedure di calcolo di contesto, sono quelle ricavate da studi e ricerche condotte negli ultimi anni all'interno di progettualità e valutazioni idrodinamiche funzionali alla pianificazione territoriale e quindi hanno una valenza già affermata e validata, mentre i criteri di impostazione, e soprattutto i vincoli applicati, sono quelli contenuti nel quadro normativo di riferimento precedentemente elencato. Da quest'ultimo, ed in particolare dal PAI dell'AdBReno, si desumono anche elementi funzionali alla caratterizzazione dei singoli sistemi fluviali. Tali parametri di riferimento sono affiancati da valutazioni legate all'opportunità di definire soluzioni progettuali di modesto impatto ambientale. In generale si è

proceduto nella definizione di soluzioni progettuali che rispettino i contenuti di tracciato del progetto ed altresì tengano conto del rispetto della naturalità dei luoghi. Questa porzione dello studio ha compreso l'implementazione di modelli matematici di propagazione degli eventi di piena, mediante i quali sono stati calcolati i principali parametri idraulici di interesse (quali tiranti idrici e velocità medie della corrente), raggiunti nelle varie sezioni trasversali da una serie di piene campione, sia nelle condizioni attuali che nello stato di progetto. Le portate utilizzate sono quelle del Piano dell'Autorità per i corsi d'acqua contenuti nel piano. Per tutti gli altri corsi d'acqua invece, non sono state fatte analisi idrologiche perché non è possibile tracciare i bacini in maniera univoca in quanto interconnessi con la rete di irrigazione e bonifica. Inoltre vi sono molti elementi di regolazione e zone di esondazione naturale che non potevano essere correttamente valutate se non in un modello a scala di bacino. Pertanto, in questi casi è stata utilizzata la massima portata che può transitare nei tratti dei corsi d'acqua esaminati. In questa fase, lo studio è stato condotto sia per indagare i fenomeni erosivi attorno alle pile dei viadotti e nelle aree in corrispondenza dell'imbocco e dello sbocco degli attraversamenti idraulici, soggetti ad ampliamento, sia per valutare l'adeguatezza dimensionale degli attuali attraversamenti, nei confronti di una portata di progetto, specifica di ogni corso d'acqua.

- Fase 3^a: Analisi idraulica dei corsi d'acqua di competenza dei Consorzi di Bonifica e dei privati. Il sistema dei corsi d'acqua artificiali comprende la rete idrografica canalizzata composta dai corsi d'acqua di scolo e di irrigazione afferenti ai diversi Consorzi di Bonifica e/o consorzi o proprietà private che insistono sull'area attraversata. Il sistema è stato analizzato differenziando due ambiti territoriali, delimitati dal confine di competenza amministrativa tra il Consorzio di Bonifica Renana e il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara:
 - o L'ambito del Consorzio di Bonifica Renana si sviluppa dall'inizio del tracciato soggetto all'ampliamento alla 4a corsia, Pk 1+070, fino al Fiume Reno, Pk 26+550;
 - o L'ambito del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara si sviluppa dalla Pk 26+550 fino alla Pk 33+600.

La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti; l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende non poco difficile l'analisi idrologica in quanto, a rigore, essi vanno studiati sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche, tuttavia utilizzati, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive, anche per irrigazione, mantenendo alti i livelli in alveo e riducendo la capacità di assorbimento di eventi pluviometrici importanti. Considerando quindi le difficoltà oggettive relative a definire univocamente i bacini all'interno di un comprensorio di bonifica e alla presenza di numerose opere di regolazione, i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dell'ampliamento dei manufatti di attraversamento, sono stati determinati attraverso il calcolo della portata massima sostenibile (Qms). Questa è stata assunta, pari alla massima portata sostenibile dall'attuale sezione idraulica dei canali, essa in genere è relativa a tempi di ritorno TR=20-30 anni, caratteristici dei

comprensori e delle reti di bonifica. Quest'analisi è stata condotta in due modalità differenti:

- o Per ogni canale gestito dai Consorzi di Bonifica e per i fossi privati, ritenuti particolarmente significativi per le loro dimensioni e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombino scatolare, è stata ricavata la Qms implementando un modello matematico monodimensionale in moto permanente, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.
 - o Per i rimanenti fossi privati caratterizzati da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti e poiché attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari di diametro $\leq \phi 1000$, le analisi sono state condotte in forma più speditiva, determinando la Qms con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.
- Fase 4^a: progettazione degli interventi di sistemazione idraulica. Sulla base delle risultanze delle analisi idrauliche si è, quindi, proceduto alla definizione delle interventi di sistemazione e difesa spondale dei corsi d'acqua interferiti dall'ampliamento della sede autostradale. Per il progetto delle difese attive sono state privilegiate soluzioni di ingegneria naturalistica a basso impatto ambientale. Questi interventi consistono principalmente in difese spondali con massi di varia pezzatura, in relazione alle caratteristiche idrodinamiche del singolo corso d'acqua, materassi reno metallici riempiti di pietrame per la protezione delle spalle dei ponti, taglio selettivo della vegetazione, ripristino della viabilità esistente, inserimento di talee di salice ed idrosemina.

Per la determinazione del regime pluviometrico della zona si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio *"La valutazione delle piogge intense su base regionale"* (A. Brath, M. Franchini, 1998) di seguito descritto.

Lo studio citato ha come oggetto la definizione del Metodo VAPI-pioggie al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche.

I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le portate di colmo normalizzate rispetto ad una portata di riferimento – la portata indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva di crescita.

In particolare l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, come mostrato nella figura seguente, per le quali valgono i valori dei parametri della curva di crescita riportati nella Tabella successiva.

L'area oggetto di intervento ricade all'interno della Zona E.

Per l'area di intervento, ricadente nella "zona omogenea E", sono stati stimati valori dei parametri m_1 e m_G pari rispettivamente a 24 e 60, mentre il parametro $\square\gamma$, che, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, assume il valore di 0.89. Applicando le formule previste dal modello, si ottiene un valore del parametro "n" uguale per tutte le durate considerate e per tutti i tempi di ritorno, mentre il parametro "a" varia sia in funzione della durata sia del tempo di ritorno. Per poter avere per ogni tempo di ritorno

un'unica formula per il calcolo delle portate dei corsi d'acqua, si è calcolato il parametro "a" in modo da minimizzare gli scarti.

La Tabella 2 riporta i valori calcolati per i parametri "a" e "n" delle LSPP, validi per le diverse durate e i valori del parametro "a" interpolati.

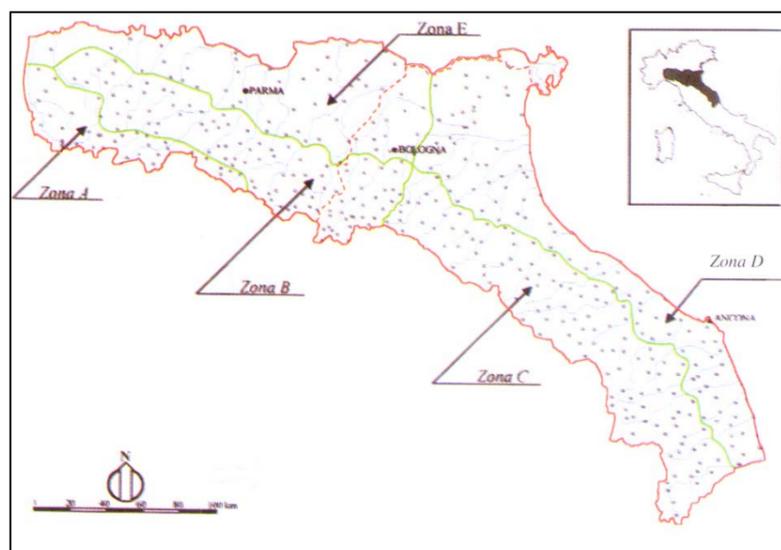


Figura 2.8 Zone omogenee con riferimento regime di frequenza delle piogge intense

Tabella 2-7: Parametri delle curve di crescita relative al modello TCEV per le varie durate

Zona	λ	θ	λ_1	η	Note
Zona A	0.109	2.361	24.70	4.005	Valida per tutte le durate
Zona B	1.528	1.558	13.65	4.651	Valida per d = 1 ora
			19.35	5.000	Valida per d = 3 ore
			26.20	5.303	Valida per d = 6 ore
			39.20	5.706	Valida per d ≥ 12 ore ed 1
Zona C	1.528	1.558	13.65	4.615	Valida per d = 1 ora
			14.70	4.725	Valida per d = 3 ore
			20.25	5.046	Valida per d = 6 ore
			25.70	5.284	Valida per d ≥ 12 ore ed 1
Zona D	0.361	2.363	29.00	4.634	Valida per tutte le durate
Zona E	0.044	3.607	13.60	3.328	Valida per d = 1 ora
			19.80	3.704	Valida per d = 3 ore
			23.65	3.882	Valida per d = 6 ore
			30.45	4.135	Valida per d ≥ 12 ore ed 1

Tabella 2-8: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R

a	T_R (anni)				
	25	50	100	200	
1 ora	45.43	53.22	63.31	77.01	
3 ore	43.25	50.25	59.31	71.63	
6 ore	42.36	49.05	57.69	69.44	
12 ore	41.24	47.51	55.63	66.66	
Interpolato	42.68	49.40	58.10	69.91	n

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corrvazione superiori all'ora. Per determinare le leggi di pioggia valide per eventi di breve durata, utilizzate per il dimensionamento del **sistema di drenaggio**, lo studio idraulico ha utilizzato lo studio di Calenda e altri (1993) basato su un campione di 8 anni di dati di pioggia registrati al pluviometro di Roma Macao. Questo studio evidenzia come il rapporto tra l'altezza di pioggia di 5 minuti e quella oraria sia pressoché costante in tutta Italia e pari a 0.278. Imponendo questa condizione ed il passaggio per l'altezza di pioggia oraria si ottiene il valore del parametro **n** per tempi di pioggia inferiori all'ora pari a **0.515**. In questo caso si utilizzeranno i valori del parametro **a** relativi alla durata di un'ora.

Tabella 2-9: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R e durate inferiori all'ora

a	T_R (anni)				n
	25	50	100	200	
1 ora	45.43	53.22	63.31	77.01	0.515

La compatibilità idraulica degli attraversamenti sui corsi d'acqua è stata svolta in conformità con la normativa vigente, in particolare:

- D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali";
- Circolare n.34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero LL.PP. "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali";

I calcoli idraulici vengono eseguiti per diversi tempi ritorno, assumendo poi come riferimento l'evento bicentennale.

La costruzione del modello geometrico ha avuto come punto di partenza i dati di rilievo forniti:

- Rilievo celerimetrico in scala 1:500 della fascia occupata dall'autostrada;
- Sezioni idrauliche dei corsi d'acqua interferiti dal progetto autostradale;
- Rilievo di tutte le opere d'arte esistenti e relative schede monografiche.
- Modello digitale del terreno a maglia 10x10 o 20x20

Il modello così costruito è stato sottoposto, per mezzo del codice di calcolo Hec-Ras, a simulazione idraulica in moto permanente (portata costante e geometria variabile) con portata di piena calcolata per ogni singolo corso d'acqua in base alla metodologia esposta precedentemente, valutando quindi le condizioni di moto in corrispondenza dei vari

attraversamenti autostradali al fine di verificare la compatibilità idraulica dell'opera secondo i criteri adottati dalla normativa vigente.

Il codice di calcolo HEC-RAS (del U.S. Army Corps of Engineers) consente di determinare il profilo idraulico, lungo un determinato tratto fluviale o canale artificiale, in condizioni di moto stazionario e gradualmente variato. Possono essere analizzate condizioni di moto subcritiche, condizioni di moto critiche e condizioni di regime misto. Il codice di calcolo permette di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche, tenendo conto di scabrezze differenti non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione, ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale. Esso consente di modellare l'andamento meandriforme di un corso d'acqua, pur rimanendo in ambito monodimensionale, indicando differenti lunghezze del tratto che separa due sezioni adiacenti per la golena in sponda sinistra, la golena in sponda destra e il canale principale.

Tutti i corsi d'acqua, a partire dal F. Reno sono stati verificati attraverso il modello soprarichiamato.

1.4.3 Indicazioni degli enti competenti

Autorità di Bacino del Fiume Reno

L'interferenza tra il tracciato Autostradale A13 ed il reticolo idrico superficiale ricade all'interno del territorio del Bacino del F. Reno. In particolare, tra tutti i corsi d'acqua attraversati all'interno del territorio di competenza, il Sistema idraulico "Navile-Savena Abbandonato" è stato oggetto, all'interno dello stesso PAI, di studi approfonditi volti alla comprensione delle relative problematiche.

In sintesi le norme del PAI definiscono le aree inondabili come l'insieme dell'alveo e dell'area limitrofa, costituente nel complesso la porzione di territorio inondata dalle piene del corso d'acqua per Tempi di Ritorno Prefissati. Le stesse aree inondabili si distinguono in:

1. a bassa probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 200 anni;
2. a moderata probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 100 anni e inferiori od uguali a 200 anni;
3. a media probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici o superiori a 50 anni e inferiori od uguali a 100 anni;
4. ad elevata probabilità d'inondazione, per tempi di ritorno critici superiori a 30 anni e inferiori od uguali a 50 anni;
5. a probabilità d'inondazione molto elevata, per tempi di ritorno critici inferiori od uguali a 30 anni;

All'interno di queste aree sono ben definiti i vicoli di protezione e di uso del suolo. In particolare all'interno delle aree ad elevata o molto elevata probabilità di inondazione non è consentita la realizzazione di nuovi fabbricati e manufatti la cui realizzazione incrementi sensibilmente il danno atteso. Mentre in quelle a moderata probabilità possono essere previsti interventi di nuova costruzione subordinatamente all'approvazione, da parte dell'Autorità Idraulica competente, del progetto definitivo delle opere per mettere in sicurezza tali aree per eventi con tempo di ritorno pari o superiore a 50 anni e

all'assunzione, da parte dei soggetti attuatori degli interventi, di ogni onere finanziario per la realizzazione di tali opere.

Criteri e raccomandazione dei Consorzi di Bonifica Renana e Bonifica Pianura di Ferrara

I Consorzi di Bonifica, coinvolti negli attraversamenti ed in considerazione che le opere previste sono rappresentate dal prolungamento di tombini e ponticelli già esistenti, propongono una serie di criteri progettuali e quindi di raccomandazioni volti principalmente a garantire un agevole processo manutentivo delle sponde ed un miglioramento delle condizioni idrodinamiche di deflusso delle acque.

Inoltre, e sempre ponendosi in un'ottica gestionale ottimale, consigliano di proteggere le sponde del canale a monte ed a valle degli attraversamenti attraverso delle protezioni composte da massi di media pezzatura e soprattutto di non alterare la superficie dei singoli bacini tributari e/o di cambiare il loro percorso.

La delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:

1. le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
2. le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.
3. Nel caso di attraversamenti dei corsi d'acqua si fa riferimento a specifica direttiva che fissa i criteri generali di valutazione della compatibilità idraulica e idrobiologia delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua. In particolare pone l'attenzione sia sulla fase di esercizio che su quella di cantierizzazione. Fissa i seguenti criteri generali che devono essere rispettati:
4. l'opera non deve costituire ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque rispetto sia allo stato di fatto nel momento di realizzazione dell'opera, sia alle previsioni di assetto futuro della rete idrografica;
5. sia garantita integralmente la funzionalità delle opere di protezione dell'alveo e quelle di difesa idraulica esistenti nel tratto interessato all'attraversamento;
6. le opere provvisoriale necessarie all'esecuzione dell'opera siano compatibili con il deflusso delle acque.

1.5 INTERVENTI IDRAULICI DI PROGETTO

I criteri progettuali adottati si rifanno prioritariamente alle Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno con delibera n. 1/1 del 06.12.2002, approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 07.04.2003, pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n.70 (PII) del 14.05.2003.

Le NTA citano:

“Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riutilizzo di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto....Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta sono stabilite dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione...L'Autorità idraulica competente è l'ente o gli enti a cui sono assegnate dalla legislazione vigente le funzioni amministrative relative alla realizzazione di opere, rilascio concessioni, manutenzione e sorveglianza del corso d'acqua considerato.”

Sulla base di queste indicazioni Per i tutti corsi d'acqua si è adattato il criterio di recuperare tali volumi nei fossi.

Le autorità idrauliche competenti per le funzioni amministrative e di manutenzione sono il Consorzio della Bonifica Renana e il Consorzio di Bonifica della Pianura Ferrarese.

Per quanto riguarda gli interventi di sistemazione idraulica, è possibile evidenziare che in progetto i manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, scatolari, ...) sono generalmente ampliati in modo simmetrico (a monte e a valle) o asimmetrico in funzione del tratto di intervento stradale in cui ricade l'interferenza

Gli ampliamenti sono realizzati in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare l'attuale grado di rischio.

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, implica interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura. Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in cinque tipologie principali:

- A. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliera in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverdita (se necessario cementata);
- B. ricalibratura dell'alveo e rivestimento di fondo e sponde mediante gabbioni e/o materassi eventualmente rinverditi;
- C. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo con pietrame sciolto e delle sponde con paramenti in terra rinforzata rinverdita;
- D. risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina;

E. ricalibratura della sezione e rivestimento del canale (fondo e sponde) in calcestruzzo.

Le sistemazioni descritte si rendono necessarie per mettere in sicurezza le aste interferite ed evitare fenomeni di instabilità, locale o diffusa, delle sponde o del fondo soprattutto in quelle aree in cui, a seguito degli interventi di ampliamento degli attraversamenti, l'equilibrio dell'asta è stato alterato e le strutture aggiunte hanno modificato il regime dei deflussi in caso di piena.

1.6 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e dovranno soddisfare i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il ricettore finale è in condizioni critiche;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

Il tracciato autostradale può, infine, essere suddiviso in due categorie definite in base all'inserimento o meno di presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale. Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua di piattaforma venga scaricata direttamente nella rete naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto".

Gli elementi primari e secondari di raccolta e convogliamento devono essere ottimizzati sulla base dello studio delle sezioni stradali, delle planimetrie e dei profili di progetto.

Il sistema di drenaggio delle acque superficiali, nel territorio oggetto dell'intervento, è caratterizzato da una fitta rete di fossi, canali e scoline ad uso promiscuo di irrigazione e bonifica.

E' poi presente un sistema consortile di acque alte ed uno di acque basse.

Le prime sono le acque che provengono dalle zone montuose e collinari a monte, che vengono convogliate entro canali dagli argini molto alti, in maniera tale da raggiungere la piana lagunare senza interferire con il reticolo idrografico delle acque basse. Ciò consente la bonifica del territorio che altrimenti sarebbe caratterizzato da zone umide non adatte all'uso agricolo.

Le acque basse invece, anch'esse regimate e controllate attraverso varie opere idrauliche dai Consorzi competenti, assurgono principalmente alla funzione di bonifica e irrigazione dei campi agricoli, mediante una fitta rete di canali e scoline che, tramite controlli di livello entro i fossi, convogliano le acque nelle zone da irrigare.

Nello stato attuale il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è sempre di tipo aperto e composto da embrici che convogliano le acque nel fosso al piede del rilevato per il successivo scarico diretto nei ricettori finali.

Il progetto prevede sia tratti di ampliamento simmetrico della carreggiata di 4.95 m che tratti di ampliamento asimmetrico di larghezza variabile.

Il sistema di drenaggio in progetto è in gran parte di tipo aperto e per un tratto di circa 4700 m chiuso.

Il sistema aperto presenta come elementi marginali di raccolta gli embrici e come sistemi di convogliamento fossi in terra inerbiti con manufatti terminali per il controllo quantitativo degli scarichi.

Il sistema chiuso invece presenta come elementi marginali di raccolta gli embrici e come sistemi di convogliamento fossi inerbiti con manufatti terminali per il controllo quantitativo e qualitativo degli scarichi.

Nei casi in cui non sia possibile adottare come elemento di raccolta gli embrici si sono adottate canalette discontinue con sottostanti collettori (in corrispondenza dei muri), canalette continue con sottostanti collettori (in asse autostrada e nei tratti a pendenza longitudinale nulla), scarichi puntuali con caditoia e eventuale canaletta rettangolare (in corrispondenza delle FOA).

Ugualmente in particolari casi (spazi ridotti al piede del rilevato autostradale) si sono adottati fossi rivestiti in calcestruzzo e canalette rettangolari in calcestruzzo.

1.7 DEFINIZIONE DEI RICETTORI

L'area entro cui si sviluppa il corridoio autostradale di progetto ricade interamente nel bacino idrografico del fiume Reno.

Lo studio idrologico ed idraulico è stato differenziato per sistemi idrografici e per ambiti territoriali al fine di inquadrare il territorio interessato.

Il sistema è quindi organizzato in tre classi prevalenti:

- corsi d'acqua di competenza dell' ADB Reno;
- corsi d'acqua di competenza dell' ADB Po;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio della Bonifica Renana, tra la Pk 1+070 e la Pk 26+398;
- corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Ferrarese, tra la Pk 26+39e la Pk 33+547.

Nella tabella seguente riportiamo i Corsi d'acqua di competenza dell'autorità di bacino del fiume Reno.

Tabella 2-10 - Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
VI002	Canale Diversivo-Navile	13+053	Autorità di Bacino Reno	Secondario	Ponte
VI003	Canale Navile	21+411	Autorità di Bacino Reno	Secondario	Ponte
VI007	Fiume Reno	26+398	Autorità di Bacino Reno	Principale	Ponte

Tabella 4.2: Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio della Bonifica Renana, tra la Pk 1+070 e la Pk 26+550

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T001	scolo privato	1+232	Privato	Minore	Condotta circolare
T002	scolo privato	1+714	Privato	Minore	Condotta circolare
T003	scolo privato	1+912	Privato	Minore	Condotta circolare
T004	fosso	2+292	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T005	scolo privato	2+575	Privato	Minore	Condotta circolare
T006	fosso	3+189	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T007	scolo privato	3+477	Privato	Minore	Condotta circolare
T008	fosso	3+718	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T009	fosso	3+956	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T010	scolo Carsè	4+199	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T011	fosso	4+315	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T012	fosso	4+569	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T013	fosso	4+787	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T014	fosso	4+914	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T015	fosso	5+170	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T016	fosso	5+375	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T017	scolo privato	5+423	Privato	Minore	Condotta circolare
T018	fosso	5+686	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T019	fosso	5+888	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T020	scolo privato	6+118	Privato	Minore	Condotta circolare
T021	scolo privato	6+464	Privato	Minore	Condotta circolare
T022	fosso	6+601	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T023	scolo privato	6+885	Privato	Minore	Condotta circolare
T024	fosso	7+166	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T025	scolo privato	7+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T026	scolo privato	7+512	Privato	Minore	Condotta circolare
T028	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T029	scolo privato	7+962	Privato	Minore	Condotta circolare
T030	scolo privato	7+967	Privato	Minore	Condotta circolare
T031	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T032	scolo privato	8+103	Privato	Minore	Scatolare
T033	scolo privato		Privato	Minore	Condotta circolare
T034	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T035	fosso	8+236	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T036	fosso	8+429	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T037	fosso	8+556	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T038	scolo privato	8+842	Privato	Minore	Scatolare
T039	fosso	8+968	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T040	fosso	9+172	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T041	fosso	9+637	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T042	fosso	9+759	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T043	fosso	9+897	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T044	fosso	10+324	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T045	fosso	10+359	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T046	scolo privato	10+602	Privato	Minore	Scatolare
T047	fosso	11+225	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
VI001	Canale Emiliano Romagnolo	11+292	Consorzio CER	Minore	Ponte
T048	scolo privato	11+486	Privato	Minore	Condotta circolare
T049	scolo privato	11+617	Privato	Minore	Condotta circolare
T050	scolo privato	11+619	Privato	Minore	Scatolare
T051	scolo privato	11+621	Privato	Minore	Scatolare
T052	scolo privato	11+624	Privato	Minore	Scatolare
T053	scolo privato	11+996	Privato	Minore	Scatolare
					Condotta circolare
T054	scolo privato	12+517	Privato	Minore	
T055	scolo privato	12+524	Privato	Minore	Scatolare
T056	scolo privato	12+532	Privato	Minore	Scatolare
T057	scolo privato	12+764	Privato	Minore	Scatolare
T058	fosso	12+906	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T059	fosso	13+090	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T060	scolo privato	13+180	Privato	Minore	Condotta circolare
T061	Fossa Quadra	13+553	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T061bis	Fossa Quadra		Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T062	Fossa Quadra	13+565	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Condotta circolare
T063	fosso	13+771	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T064	fosso	13+947	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T065	fosso	14+135	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T066	scolo privato	14+374	Privato	Minore	Condotta circolare
T067	Fossa Quadra	14+411	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T068	scolo privato	14+507	Privato	Minore	Condotta circolare

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T069	scolo privato	14+678	Privato	Minore	Condotta circolare
T070	scolo privato	14+854	Privato	Minore	Condotta circolare
T071	scolo privato	14+990	Privato	Minore	Condotta circolare
T072	fosso	15+154	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T073	scolo privato	15+344	Privato	Minore	Condotta circolare
T074	scolo privato	15+719	Privato	Minore	Condotta circolare
T075	scolo privato	15+858	Privato	Minore	Condotta circolare
T076	scolo privato	16+194	Privato	Minore	Condotta circolare
T077	scolo privato	16+277	Privato	Minore	Scatolare
T078	scolo privato	16+381	Privato	Minore	Condotta circolare
T079	Fossa Quadra	16+707	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T080	fosso	17+023	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T081	scolo privato	17+261	Privato	Minore	Condotta circolare
T082	scolo privato	17+385	Privato	Minore	Condotta circolare
T083	scolo privato	17+515	Privato	Minore	Condotta circolare
T084	scolo privato	17+821	Privato	Minore	Condotta circolare
T085	scolo privato	18+033	Privato	Minore	Condotta circolare
T086	scolo privato	18+043	Privato	Minore	Scatolare
T087	scolo privato	18+171	Privato	Minore	Condotta circolare
T088	scolo privato	18+307	Privato	Minore	Scatolare
T089	scolo privato	18+413	Privato	Minore	Condotta circolare
T090	scolo privato	18+513	Privato	Minore	Condotta circolare
T091	scolo privato	18+533	Privato	Minore	Condotta circolare
T092	scolo privato	18+652	Privato	Minore	Condotta circolare
T093	scolo privato	18+856	Privato	Minore	Scatolare
T094	scolo privato	18+864	Privato	Minore	Scatolare
T095	scolo privato	19+103	Privato	Minore	Scatolare
T096	scolo privato	19+288	Privato	Minore	Scatolare
T097	scolo privato	19+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T098	scolo privato	19+728	Privato	Minore	Condotta circolare
T099	Scolo Marsiglia	20+176	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T100	scolo privato	20+418	Privato	Minore	Condotta circolare
T101	scolo privato	20+669	Privato	Minore	Scatolare
T102	fosso	20+737	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T103	fosso	20+946	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T104	fosso	21+077	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T105	scolo privato	21+185	Privato	Minore	Condotta circolare
T106	scolo privato	21+200	Privato	Minore	Condotta circolare

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T107	scolo privato	21+801	Privato	Minore	Condotta circolare
T108	scolo privato	22+058	Privato	Minore	Condotta circolare
T109	scolo privato	22+133	Privato	Minore	Condotta circolare
T110	scolo privato	22+536	Privato	Minore	Scatolare
T111	scolo privato	22+871	Privato	Minore	Scatolare
T112	scolo privato	23+214	Privato	Minore	Condotta circolare
T113	scolo privato	23+223	Privato	Minore	Scatolare
T114	scolo privato	23+506	Privato	Minore	Condotta circolare
T115	scolo privato	23+517	Privato	Minore	Scatolare
T116	scolo privato	23+756	Privato	Minore	Condotta circolare
T117	scolo privato	23+960	Privato	Minore	Condotta circolare
VI004	Scolo Calcarata	23+991	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T118	scolo privato	24+240	Privato	Minore	Condotta circolare
T119	scolo privato	24+250	Privato	Minore	Condotta circolare
VI005	Scolo Tombe	24+448	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T120	scolo privato	24+868	Privato	Minore	Condotta circolare
VI006	Scolo Riolo	25+150	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T121	Fosso Prospero	25+210	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare

Tabella 4.3: Corsi d'acqua artificiali ricadenti nell'area di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Ferrarese, tra la Pk 26+550 e la Pk 33+600

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T121 bis	scolo privato	26+587	Privato	Minore	Condotta circolare
T122	scolo privato	27+144	Privato	Minore	Condotta circolare
T123	scolo privato	27+697	Privato	Minore	Condotta circolare
T124	scolo privato	28+734	Privato	Minore	Condotta circolare
VI008	Scolo Principale	28+819	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Ponte
T125	scolo privato	29+110	Privato	Minore	Condotta circolare
T126	fosso	29+169	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T127	Canale Torniano	29+291	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T128	fosso	29+588	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T129	fosso	29+769	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T130	fosso	30+016	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T131	Deviazione Margosa	30+257	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T132	Fosso Margosa	30+402	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T133	Deviazione Margosa	30+773	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T134	Deviazione Margosa	31+051	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T135	Deviazione Margosa	31+189	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T136	Deviazione Margosa	31+340	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T137	Canale circondariale San Martino	31+621	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T138	scolo privato	31+823	Privato	Minore	Condotta circolare
T139	scolo privato	32+244	Privato	Minore	Condotta circolare
T140	scolo privato	32+467	Privato	Minore	Scatolare
T141	scolo privato	32+711	Privato	Minore	Scatolare
T142	Scolo Madonna dei Boschi	32+975	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare
T143	Scolo Uccellino	33+307	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T144	scolo privato	33+505	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare

Si definiscono i corpi idrici in cui scaricare previo trattamento (sistema chiuso) come segue:

- Le acque immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA:
 - o Canale Navile
 - o Scolo Calcarata
 - o Scolo Tombe
 - o Scolo Riolo
 - o Fiume Reno.

Il sistema chiuso si applica nel caso il tracciato abbia come recapito finale un corso d'acqua significativo, secondo il PTA vigente, e qualora il corso d'acqua anche se non significativo attraversi le aree SIC ZPS. E come già indicato il progetto in esame interessa diverse aree SIC ZPS:

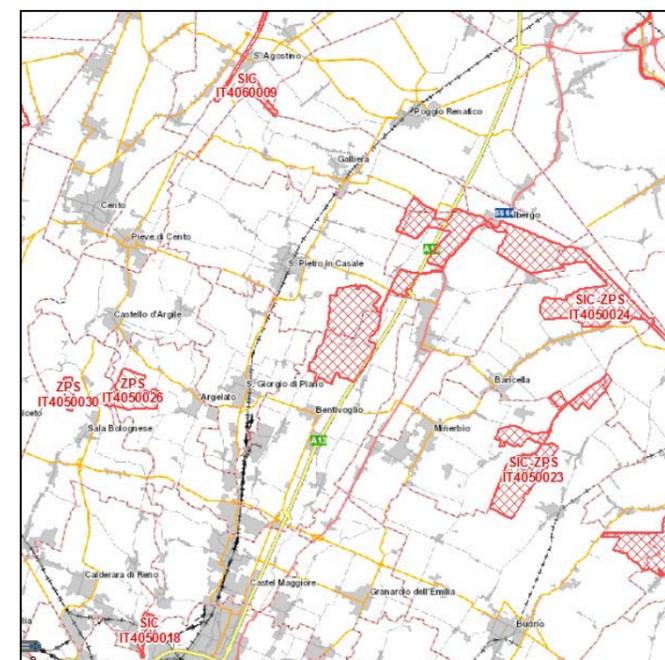


Figura 2.9 Tracciato A13 e zone SIC e ZPS (mappa estratta da GEOViewer EMR)

1.7.1 Limiti qualitativi

I limiti qualitativi sono dettati dalla Delibera di Giunta Regionale 14/2/2005 n.286 capo 7, che definisce come ambito di applicazione le reti stradali ed autostradali e si applica alle nuove opere e ai nuovi progetti di intervento soggetti a valutazione di impatto ambientale (VIA).

Tabella 4.4: Ricettori per i quali si prevede lo scarico previo trattamento

CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T107	scolo privato	21+801	Privato	Minore	Condotta circolare
T112	scolo privato	23+214	Privato	Minore	Condotta circolare
T114	scolo privato	23+506	Privato	Minore	Condotta circolare
T117	scolo privato	23+960	Privato	Minore	Condotta circolare
T118	scolo privato	24+240	Privato	Minore	Condotta circolare
T119	scolo privato	24+250	Privato	Minore	Condotta circolare
VI005	Scolo Tombe	24+448	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T120	scolo privato	24+868	Privato	Minore	Condotta circolare
T121	Fosso Prospero	25+210	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare

In base alle considerazioni precedenti si riassumono le tratte con sistema chiuso che sono complessivamente di circa 4.7 Km.

Asse Nord:

- 21+538 – 26+231 (Canale Navile – Fiume Reno);

Asse Sud:

- 21+538 – 26+231 (Canale Navile – Fiume Reno);

Le prescrizioni da adottarsi avranno a riferimento soluzioni progettuali in grado di sedimentare e disoleare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore.

1.7.2 Limiti quantitativi

Autorità di Bacino del fiume Reno

L'autorità di Bacino del fiume Reno impone in base all'articolo 20 delle Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico il recupero di 500m³/(ha) di nuova superficie pavimentata.

Autorità di Bacino del fiume Po

L'Autorità di Bacino del Po non prevede uno specifico recupero di volumi per la maggiore impermeabilizzazione del territorio tuttavia per uniformità si è adottato anche nel tratto di competenza il recupero di 500m³/(ha) di nuova superficie pavimentata.

1.8 SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO AUTOSTRDALE

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione autostradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente. Prima dello smaltimento nei recapiti naturali può essere necessario convogliare l'acqua nei punti di controllo, ossia nei presidi idraulici.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie canalette grigliate	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori	25 anni

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.).

La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in viadotto.

Un'importante componente del sistema di drenaggio delle acque meteoriche è costituita dal controllo quantitativo e qualitativo. In funzione delle caratteristiche dell'idrografia interferita e della sensibilità del ricettore, per lo smaltimento potranno essere impiegati presidi atti a modulare le portate scaricate e/o controllare i parametri qualitativi.

Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso" e garantisce la salvaguardia nei confronti dell'inquinamento corrente. Viceversa il sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma avviene direttamente nei ricettori finali è denominato "sistema aperto".

Il trattamento previsto consiste nella sedimentazione nei fossi inerbiti e nella realizzazione di un setto finale di disoleazione prima del recapito finale

La rete di drenaggio può essere suddivisa in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta del presente progetto gli embrici, le canalette continue e discontinue grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento del presente progetto sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non a seconda che il sistema sia di tipo chiuso o aperto, canale rettangolari) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali, possono essere diretti o presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.). La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;
- sezione in galleria.

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma autostradale, si può schematizzare in:

- drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corsia di emergenza (esterno della carreggiata);
- drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corrispondenza della corsia di sorpasso (interno della carreggiata).

Si rimanda alle relazioni ed agli elaborati specifici di progetto, in particolare la Relazione Idraulica (IDR100) per il dimensionamento e la verifica degli elementi di drenaggio, nonché per la modalità di scelta della tipologia dell'elemento marginale e di collettamento.

1.9 GLI IMPATTI ATTESI SUL SISTEMA DELLE ACQUE

Le attività che potenzialmente interferiscono con il suolo, il sottosuolo e l'idrogeologia possono essere così sintetizzate:

- Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere;
- Aree per lo stoccaggio definitivo delle terre di scavo
- Ampliamento della piattaforma autostradale, ampliamento degli svincoli e delle rampe di raccordo con l'area di servizio: con conseguente impermeabilizzazione del territorio e sottrazione definitiva di suolo agrario;

Le componenti che possono risultare interferite risultano le seguenti:

- Acque superficiali
 - A.1 Quantità
 - A.2 Caratteristiche chimico fisiche delle acque
 - A.4 Idoneità delle acque all'utilizzo
- Ricarica naturale delle falde.

Dall'incrocio delle due liste si ottiene la seguente matrice sintetica di individuazione degli impatti riferiti alle componenti del sistema delle acque.

La legenda dei simboli riportati nelle celle di incrocio è la seguente:

- X** Impatto negativo e permanente;
- x** Impatto trascurabile
- (X)** Impatto positivo e permanente;
- Xt** Impatto negativo transitorio
- 0** Impatto assente

E' possibile escludere a priori alcuni potenziali impatti perché non previsti dal progetto, quali :

- Deviazioni permanenti di corsi d'acqua;
- Interferenze permanenti in alveo delle opere di attraversamento in progetto (i ponti non hanno pile in alveo e le spalle sono all'esterno delle arginature dei canali attraversati);
- Deviazione temporanea di corsi d'acqua per esigenze di cantiere.

Per altri potenziali impatti come il consumo di risorse idriche, si tratta di effetti temporanei, legati alle fasi di cantiere, e di magnitudo assolutamente limitata.

Più significativi, almeno dal punto di vista potenziale, sono i possibili:

- Interferenze negative con l'attuale sistema di distribuzione/regimazione delle acque
- Inquinamento permanente di acque superficiali da scarichi diretti
- Inquinamento di corpi idrici superficiali per dilavamento meteorico di superfici inquinate
- Rischi di inquinamento di corpi idrici da sversamenti incidentali di sostanze pericolose da automezzi
- Inquinamento di corsi d'acqua superficiali da scarichi di cantiere

Di questi ultimi impatti si è adottata un'analisi quali - quantitativa riportata di seguito.

I parametri principali assunti per la valutazione degli impatti, mirati ad evidenziare le possibili alterazione delle dinamiche idriche superficiale e le possibili alterazione dei parametri chimico fisici e biologici delle stesse, sono i seguenti:

- Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere:
 - o Superficie occupata transitoriamente in rapporto all'area studio;
 - o Modifiche attese sulla dinamica idraulica dei corsi d'acqua (quantità e velocità);
 - o Possibilità di contaminazione delle acque superficiali dalle attività di cantiere (fluidi utilizzati e reflui rapportati all'efficienza dei presidi);
- Aree per lo stoccaggio definitivo delle terre di scavo:
 - o Superficie occupata e qualità della rinaturalizzazione;
- Ampliamento della piattaforma autostradale, ampliamento degli svincoli e delle rampe di raccordo con l'area di servizio: con conseguente impermeabilizzazione del territorio e sottrazione definitiva di suolo agrario;
- Caratteristiche dei presidi idraulici dell'opera (efficacia idraulica e presidi a difesa della qualità delle acque.

I dati quantitativi disponibili dagli elaborati di progetto e dal SIA sono i seguenti:

- Area studio (considerata di 1 km di buffer per lato) = 3450 ha circa.
- Superficie delle aree di cantiere e campo: CB01 = 6.8 ha (complessivi); CO01 = 3,1 ha complessivi, CO02 = 2,9 ha complessivi;
- Superfici impermeabilizzate per la realizzazione dell'ampliamento e delle opere annesse (rampe, cavalcavia in sede nuova, ecc.) = 24,4 ha per la piattaforma, 4,1 ha per il nuovo casello e 25,9 ha per le opere annesse per un totale di 54,4 ha;
- Superfici sottratte al sistema agricolo o alle aree non pavimentate già pertinenze autostradali e destinate all'inserimento ambientale del progetto e delle opere annesse = 2,0 ha di interventi arbustivi sulle scarpate e 25,0 ha di interventi vegetazionali fuori dalle scarpate;
- Lunghezza dei tratti con sistema di raccolta a sistema chiuso 4,70 km su 32,54 km pari al 14% del tratto considerato.
- Lunghezza e capacità di invaso dei fossi perimetrali: L = 65,5 km ca.; capacità di invaso all'80% di riempimento pari a 26.00 mc circa (valutata cautelativamente del 25% superiore a quella attuale).

Per altri dati utili alla valutazione non si dispone di informazioni di tipo quantitativo puntuali, ma se ne può descrivere qualitativamente il funzionamento:

- Superficie delle aree di deposito = non definibili in relazione al previsto riutilizzo di aree di cava da ritombare;
- Presidi idraulici del cantiere (descritti al punto precedente) idonei ad evitare contaminazioni delle acque superficiali.

Nella matrice seguente riportiamo una sintetica valutazione della intensità degli impatti sulle componenti considerate.

Tabella 2-11 Componenti interferite relazionati ai fattori casuali di impatto

COMPONENTI PER FATTORI CAUSALI		Fattori causali		
		Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere	Aree per lo stoccaggio definitivo delle terre di scavo	Ampliamento della piattaforma autostradale, dello svincolo e delle rampe di collegamento
Acque sotterranee	A.1 Quantità	xt	xt	X
	A.2 Caratteristiche chimico fisiche delle acque	xt	0	Xx
	A.3 idoneità delle acque all'utilizzo	xt	x	x

Come si può notare si tratta di impatti in generale di intensità trascurabile, tranne quelli relativi all'ampliamento della piattaforma e delle nuove opere connesse.

Va precisato che rispetto alle dinamiche in atto di urbanizzazione del territorio la sottrazione permanente di circa 47,2 ha di superficie permeabile ha una incidenza limitata e pari al 1,4% del territorio dell'area studio.

Questa nuova impermeabilizzazione è accompagnata da mitigazioni quali il corretto dimensionamento dei fossi di guardia (che esercitano anche una grande funzione nella ricarica delle falde) e dalla predisposizione di aree per l'inserimento vegetazionale e paesaggistico del progetto che presentano una efficacia maggiore dal punto di vista idraulico e della ricarica rispetto ai normali terreni agricoli.

Gli impatti attesi sul sistema delle acque superficiali derivanti dalla fase di cantierizzazione e realizzazione dell'ampliamento autostradale dall'intervento in oggetto, sono leggermente negativi e transitori. Concluse le attività di cantiere e di realizzazione dell'intervento in oggetto, gli impatti cesseranno e rimarranno solo gli impatti permanenti dovuti alle nuove impermeabilizzazioni.

Si è preferito non esprimere nella tabella sintetica gli impatti positivi, che pure sono presenti, per comodità di definizione delle misure di mitigazione, in ogni caso, di seguito se ne fornisce una descrizione.

L'ampliamento autostradale consentirà di eliminare impatti attualmente esistenti sul sistema delle acque superficiali, derivanti sostanzialmente dalla mancanza di un sistema chiuso di trattamento delle acque di piattaforma che verrà invece implementato, con la realizzazione della terza corsia per una lunghezza, suddiviso in tratti a sistema chiuso con fossi inrebiti e tratti con fossi impermeabilizzati di ca 32,5 km.

La realizzazione del nuovo reticolo di fossi laterali al tracciato comporterà un aumento sensibile della capacità di invaso rispetto a quelli attuali che derivano da un dimensionamento meno puntuale e presentano un riduzione della superficie delle sezioni conseguenti al progressivo interrimento che i, seppur frequenti, interventi manutentivi non possono contrastare totalmente.

1.10 MISURE DI MITIGAZIONE

1.10.1 Fase di cantiere

L'esecuzione dei lavori comporta la generazione diretta o indiretta di acque reflue che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.

Le origini delle acque reflue sono relative a:

1. acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere (CB01, CO01 e CO02);
2. lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo (CB01, CO01, CO02);
3. lavaggio delle canale delle autobetoniere;
4. lavaggio degli automezzi manuale (CO01, CO02);
5. scarichi civili (CB01, CO01 e CO02).

Per ogni singolo tipo di acque reflue è stata prevista una rete distinta di raccolta e convogliamento con immissione nel relativo impianto di depurazione.

Le acque reflue industriali e meteoriche trattate saranno riutilizzate per le attività di cantiere; le acque in esubero saranno convogliate nel punto di scarico.

Trattamento delle acque

Impianto di trattamento delle acque reflue industriali e meteoriche

Per il trattamento delle acque reflue prodotte all'interno delle aree di cantiere sono stati previsti tre impianti di depurazione: il primo è relativo alla depurazione delle acque reflue industriali e meteoriche che tratterà i solidi sospesi e gli oli con la correzione del pH delle acque; il secondo è relativo al trattamento delle prime piogge di una parte dell'area di cantiere; infine il terzo impianto è relativo alla depurazione delle acque degli scarichi civili che consiste in un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale". Questi tre impianti sono presenti sia nel CB01 che nei CO01 e CO02.

Sul collettore in uscita di ogni impianto di depurazione è stato previsto un pozzetto per prelievo campioni.

E' stato, inoltre, previsto un impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo delle acque chiuso. Di conseguenza le acque trattate, provenienti da questo impianto, non saranno scaricate ma riutilizzate esclusivamente per l'operazione di lavaggio delle autobetoniere e delle autopompe.

Impianto di trattamento acque di prima pioggia

Il trattamento delle acque di prima pioggia consiste in:

1. separazione ed accumulo delle acque di prima pioggia, così come definite dalle vigenti norme in materia;
2. scarico delle acque meteoriche risultanti dalle precipitazioni successive alle prime piogge nel corpo recettore terminale
3. trattamento di sedimentazione, disoleazione e correzione pH delle acque di prima pioggia e scarico dell'acqua trattata nel corpo recettore.

All'inizio della precipitazione, segnalata dall'apposita sonda, le acque meteoriche di dilavamento si immettono nel pozzetto separatore e defluiscono nel bacino di accumulo, inizialmente vuoto, attraverso le tubazioni di comunicazione. Durante la precipitazione, il bacino si riempie fino al livello di chiusura delle valvole a galleggiante. Da questo momento le acque meteoriche successive alla prima pioggia defluiscono nel collettore di scarico.

Dal pozzetto di neutralizzazione l'acqua viene immessa nel pozzetto per prelievo campioni e di seguito nel punto di scarico.

Impianto di depurazione scarichi civili

E' stato previsto un impianto di 60 ab/eq per il CB01 e 10 ab/eq per il CO01 e il CO02 che consiste in un trattamento primario (fossa Imhoff) ed in un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale".

Impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo chiuso

Per il lavaggio autobetoniere è stato previsto un impianto di trattamento a ciclo delle acque chiuso. Di conseguenza, le acque trattate provenienti da questo impianto non saranno scaricate ma riutilizzate esclusivamente per l'operazione di lavaggio delle autobetoniere e delle autopompe. L'impianto è stato dimensionato nel CB01 per il lavaggio di nr. 40 autobetoniere al giorno, e per CO01 e CO02 per il lavaggio di nr. 10 autobetoniere al giorno

Caratteristiche quali-quantitative dello scarico prima e dopo depurazione

L'impianto di trattamento delle acque reflue industriali, scelto e sopra descritto, consente di rimuovere dai liquami le sostanze di natura sospesa e colloidale tramite il procedimento di

chiariflocculazione che provoca l'agglomerazione di tali sostanze in fiocchi che vengono separati dall'acqua per sedimentazione e rimossi sotto forma di fango. Oltre al processo di chiariflocculazione viene prevista la correzione del pH, la separazione oli e la filtrazione di idrocarburi sospesi a coalescenza.

L'acqua in uscita dall'impianto viene accumulata in appositi serbatoi e solo la parte eccedente viene scaricata.

Trattandosi dello scarico dell'acqua industriale in un corpo idrico superficiale è stato scelto un impianto in grado di ridurre i parametri di inquinamento entro i limiti di emissione previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del D.Lgs. n.152/2006.

Realizzazione di scavi di fondazione e fondazioni indirette (Pali, ecc.)

Gli scavi di fondazione verranno eseguiti all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo dello scavo. A tale scopo, i Capitolati Speciali di Appalto di progetto esecutivo della Società Autostrade per l'Italia S.p.A. prevedono la predisposizione di adeguati drenaggi e aggettamenti, per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di filtrazione, o di ruscellamento, garantendo in questo modo la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo (prevedendo altresì l'espletamento delle pratiche e quindi delle relative modalità previste per l'autorizzazione allo scarico superficiale).

Per l'esecuzione di fondazioni indirette (pali, o micropali), in particolare, nel caso di perforazioni mediante fanghi stabilizzanti in presenza di falda queste saranno eseguite senza l'utilizzo di fango bentonitico, ma con fanghi ecocompatibili (fanghi polimerici biodegradabili).

I pali, oltre che infissi o battuti (che non necessitano di fluidi stabilizzanti lo scavo), possono essere trivellati, per i quali la stabilità dello scavo durante la perforazione può essere garantita tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio, oppure dall'ausilio di fanghi stabilizzanti. In quest'ultimo caso, si adotteranno fanghi ecocompatibili, come sopra descritto.

Non risultano, invece, problematiche relativamente alla cementazione dei micropali e dei pali, in quanto questi possono essere cementati mediante iniezioni cementizie eseguite a pressione e volumi controllati, oppure a gravità.

Queste modalità operative consentono, oltre alla tutela delle acque sotterranee, anche quella delle acque superficiali.

1.10.2 Fase di esercizio

Dal punto di vista quantitativo, il rizezionamento dei cavi minori, laterali alla A13, permetterà una maggiore capacità di invaso.

Dal punto di vista qualitativo, si evidenzia la introduzione di un sistema chiuso con fossi inerbiti e il trattamento delle acque in caso di recapito in corpi idrici significativi, secondo PTA, o in corpi idrici attraversanti aree SIC ZPS.

3 SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

3.1.1 Riferimenti normativi

In materia di suolo e sottosuolo, la normativa vigente a livello nazionale è contenuta nel Decreto Legislativo 152/2006, che ha fundamentalmente abrogato quella che era precedentemente la normativa specifica in materia di difesa del suolo, ovvero la legge 183/1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

In particolare si fa riferimento alla Parte Terza del suddetto decreto, in cui sono riportate le specifiche norme in materia di “difesa del suolo e lotta alla desertificazione”.

A livello regionale, la normativa principale da richiamare è la Legge Regionale 6/2009 “Governo e riqualificazione solidale del territorio”.

Certamente più corposa e complessa è la normativa in materia di sismica, a partire dalla nuova Legge 32/2009, cosiddetta Legge Abruzzo, con la quale si è realizzata la definizione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. Assieme a questo corpus normativo, vanno evidenziati quelli che sono gli altri strumenti legislativi sia in materia tecnica che in materia di classificazione sismica, ed in questo caso si devono ricordare le varie Ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri, in particolare, l’OPCM 3274/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

3.1.2 Inquadramento geologico-strutturale

L’area d’interesse è situata all’interno dell’ampio bacino sedimentario padano. La successione sedimentaria oggetto di studio appartiene al Pleistocene medio-superiore e costituisce la porzione più recente del riempimento del bacino Perisuturale Padano. Questi sedimenti sono stati prodotti principalmente dall’attività deposizionale del sistema fluvio-deltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est e, in maniera minore, dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale.

Il territorio ricade in particolare nel settore sud-orientale dell’ampio bacino sedimentario padano; questo settore è caratterizzato da una complessa struttura geologica conosciuta come “dorsale ferrarese”. In particolare, come evidenziato dalla carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna e dai profili sismici messi a disposizione dall’ENI-AGIP, nel settore si hanno una serie di depressioni strutturali comprese tra le pieghe ferraresi (alti strutturali sepolti), che evidenziano una complessa geometria (Figura precedente). Questa geometria si regolarizza nel settore orientale dove i thrust e gli assi delle anticlinali, che

generalmente hanno direzione WNW-ESE, si immergono in una monoclinale con vergenza NE.

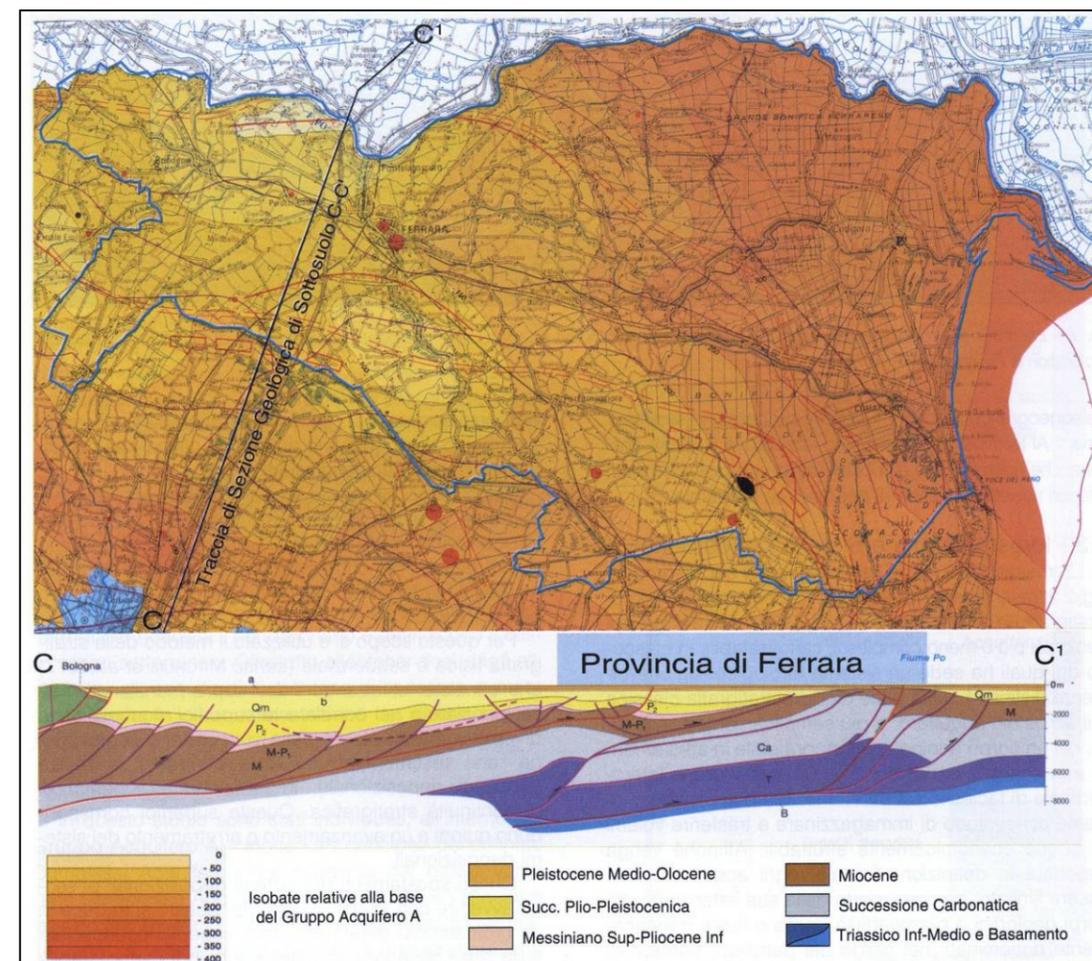


Figura 3-1 Schema Sismo-Tettonico dell’area

In studi interdisciplinari, molto approfonditi, condotti in ampi settori della pianura emiliana-romagnola si nota come l’architettura stratigrafica dei depositi quaternari sia influenzata dall’andamento di queste fasce articolate di sovrascorrimenti sepolti e presenta spessori massimi nelle depressioni strutturali e minimi sulle strutture sepolte positive (anticlinali).

Ad esempio, nella figura seguente è indicata l’attività recente e attuale della dorsale ferrarese segnalata da alcune evidenze morfologiche. In figura sono rappresentate le principali litologie superficiali della pianura. In particolare è interessante notare la distribuzione delle sabbie di canale dei fiumi appenninici e delle sabbie del Po. Alcuni depositi di canale dei fiumi appenninici non raggiungono né il Po, né il mare e sembrano non oltrepassare l’alto della dorsale ferrarese. Anche il corso del Po, a nord di Reggio Emilia, fa una brusca deviazione verso nord immediatamente prima di raggiungere

Novellara e Mirandola, zone in cui il fronte della dorsale ferrarese è molto vicino alla superficie..

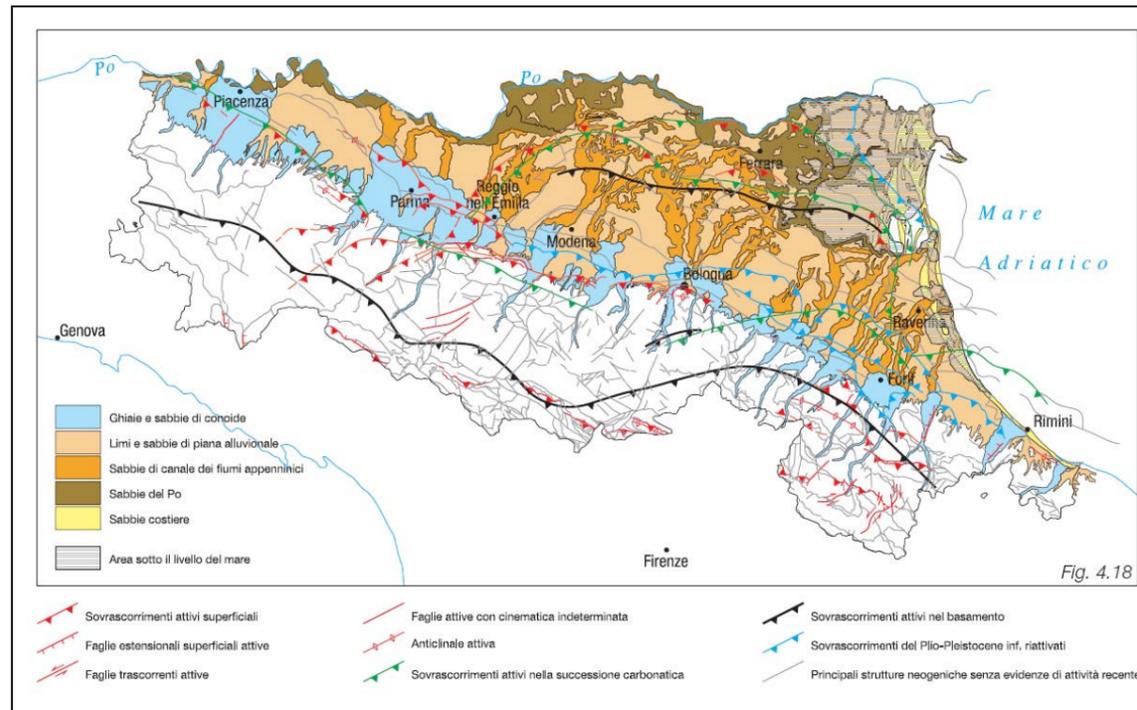


Figura 3-2 Schema interpretativo dell'attività della dorsale Ferrarese e litologia superficiale

Sempre nella figura precedente sono rappresentate anche le aree della pianura morfologicamente depresse, cioè sotto il livello medio del mare. La distribuzione di queste aree depresse ricalca molto l'approfondimento in corrispondenza della costa adriatica tra Ravenna e il delta del Po. Anche le aree depresse sembrano limitate, verso terra, dal fronte orientale della dorsale ferrarese

3.1.3 Stratigrafia

Nello schema cronostatigrafico riportato in figura, che rappresenta lungo l'ascissa la distribuzione geografica delle unità e lungo l'ordinata il tempo in cui tali unità si sono deposte, si possono osservare: la distribuzione dei diversi sintemi/subsintemi, le litologie e le età delle principali unità stratigrafiche utilizzate per i depositi quaternari di pianura dell'Emilia-Romagna affioranti e del sottosuolo (settore orientale e costiero).

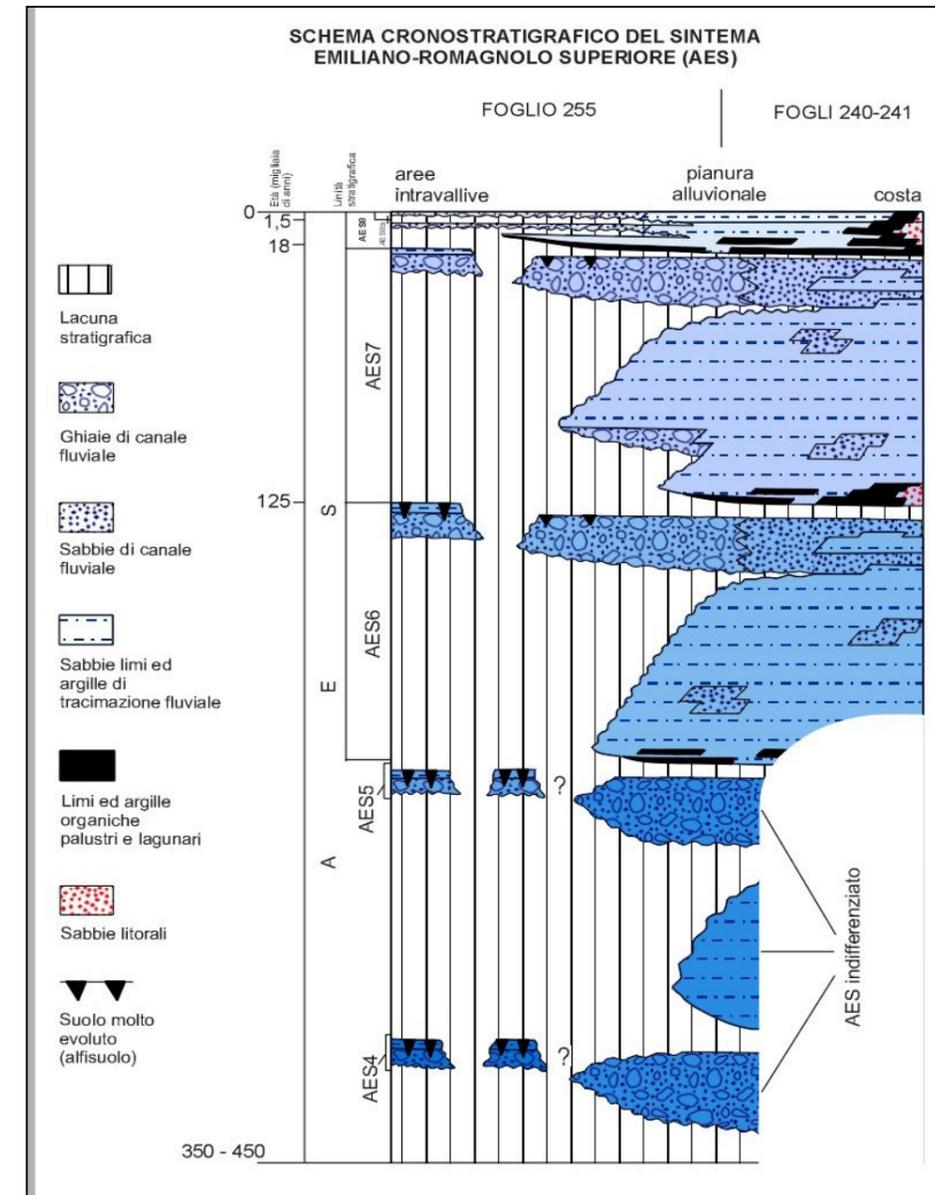


Figura 3-3 Schema crono stratigrafico della pianura Emiliana-Romagnola

La successione sedimentaria d'interesse va dal Pleistocene medio superiore all'Olocene.

Dal punto di vista gerarchico si possono distinguere tre sequenze principali:

- Supersistema del pliocene medio-superiore
- Supersistema del quaternario marino
- Supersistema emiliano romagnolo

Dal punto di vista degli ambienti deposizionali si passa da uno stadio di sedimentazione marina a uno stadio deposizionale marino-marginale e continentale. Questa successione coincide con il gruppo Acquifero denominato A delle riserve idriche sotterranee della regione Emilia Romagna.

Sulla base dell'evoluzione geologica sono state individuate situazioni tettono - sedimentarie diverse e distinte nel tempo, ben definite da rapporti di erosione e deposizione; pertanto ognuna di esse è stata considerata come un Sintema, secondo i vari ambienti fluvio-lacustri o corsi fluviali di appartenenza.

All'interno dell'area d'interesse domina la successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano rappresentato in questo settore dal sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) rappresentante la porzione superiore del Supersintema Emiliano-Romagnolo .

Sintema emiliano-romagnolo superiore

È rappresentato da ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale. Il sintema è parzialmente suddiviso in subsintemi limitati, in affioramento da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi fini alluvionali e palustri su depositi grossolani di conoide e di piana alluvionale. Dove AES non è suddivisa in subsintemi è costituita da depositi fini prevalentemente argillosi, intensamente pedogenizzati, con spessore massimo di 20 metri circa. Lo spessore massimo in pianura è di circa 300 m. (*Pleistocene medio – Olocene*)

La Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana ha convenuto di suddividere ulteriormente questo sintema in otto subsintemi:

- AES1 - subsintema di Monterlinzana
- AES2 - subsintema di Maiatico
- AES3 - subsintema di Aguzzano
- AES4 - subsintema di Liano
- AES5 - subsintema di Torre Stagni
- AES6 - subsintema di Bazzano
- AES7 - subsintema di Villa Verucchio
- AES8 - subsintema di Ravenna

Solo l'ultimo subsintema interessa il tracciato dell'A13. Di seguito ne richiamiamo le caratteristiche principali, unitamente ad una breve descrizione dell'Unità di Modena e dei depositi quadernari che interessano l'area studio interferita dall'opera.

Subsintema di Ravenna (AES8)

Nei settori intravallivi si trovano ghiaie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale si trovano ghiaie, sabbie, limi ed argille. Il limite superiore è dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro con

spessore d'alterazione da 0,5 a 1,5 m; contengono frequenti reperti archeologici dell'età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Il limite inferiore è erosivo sui depositi marini e alluvionali sui sottostanti. Lo spessore massimo in pianura è di 25 metri. Il subsintema di Ravenna contiene un'unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore Unità di Modena (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. (*Pleistocene superiore – Olocene*)

Unità di Modena (AES8a)

Nei settori intravallivi le ghiaie sono prevalenti ed organizzate in due ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale vi sono ghiaie, sabbie, limi ed argille. Il limite superiore è sempre affiorante ed è dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Il limite inferiore è dato da una superficie di erosione fluviale. Lo spessore massimo in pianura è di 7 metri mentre, nel sottosuolo è di circa 10 metri. (*Età post romana IV-VI secolo d.C. – Attuale; datazione archeologica*)

Depositi quadernari

Per quanto riguarda i depositi quadernari in senso lato, essi sono stati riportati nello schema crono - stratigrafico distinguendo i soli depositi alluvionali in evoluzione (b1): sono ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie.

Nel presente lavoro è stato possibile verificare la buona congruenza tra la granulometria dei terreni superficiali riportate secondo le indicazioni CARG e l'interpretazione delle stratigrafie disponibili.

Nella carta geologica allegata (cfr tavole AMB-QAMB-SOT-013_018) è riportata l'individuazione planimetrica delle unità o dei subsintemi di appartenenza, così come individuati ed indicati dal servizio geologico della Regione Emilia-Romagna.

3.1.4 Geomorfologia

L'area in esame appare morfologicamente pianeggiante, con quote che decrescono dolcemente da sud verso nord (da c.a. 43 m. s.l.m. al km 0 a c.a. 9 m s.l.m. al km 33); è stata analizzata sotto il profilo geomorfologico al fine di discriminare e riconoscere l'insieme delle forme e dei fenomeni che possano avere interesse pratico nei confronti della progettazione in oggetto.

Forme e depositi dovute allo scorrimento delle acque

In questa classe sono stati riportati in planimetria geologica di progetto i seguenti elementi:

- dossi fluviali, ovvero argini naturali costruiti dai corsi d'acqua prima della loro arginatura artificiale (a partire dal XVIII secolo): in particolare sono stati riportati nella carta geologica di progetto i dossi fluviali poco pronunciati o a forte pendenza longitudinale

- ventagli di esondazione
- tracce di alvei fluviali abbandonati
- aree depresse in pianura alluvionale

3.1.5 Descrizione del tracciato in relazione agli aspetti geologici e geomorfologici

Nel seguito si descrivono, da inizio intervento (km 1+070) a fine intervento (33+547), gli elementi geologici – geomorfologici dell'area di progetto e si riportano considerazioni geologiche utili nell'ambito della progettazione di ampliamento previsto per la tratta autostradale in oggetto.

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 secondo limiti inconformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. In planimetria da inizio intervento al km 3+500 e dal km 4+800 a fine intervento si evidenzia la presenza dell'Unità di Modena. Solo nel tratto dal km 3+500 c.a. al km 4+800 c.a. si evidenzia la presenza del subsistema di Ravenna.

Da inizio intervento al km 12+500 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, terreni pertanto compressibili; ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di limi passanti a limi argillosi. Alcuni sondaggi geognostici hanno intercettato lenti di materiale più grossolano (sabbie e ghiaie prevalenti).

Dal km 12+500 c.a. al km 25+800 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come verosimilmente prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, terreni pertanto compressibili, ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di argille limose e localmente limi sabbiosi.

Dal km 25+800 c.a. al km 28+300 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria come prevalentemente coesiva (in particolare le indicazioni CARG riportano la presenza di limi passanti a limi argillosi), in profilo si evidenzia la presenza di un corpo sabbioso, sabbioso-limoso (dal km 26+300 al km 27+500 c.a.) il cui tetto non è ben definibile e la cui esistenza è probabilmente associabile alla vicinanza col Fiume Reno.

Dal km 28+300 c.a. a fine intervento i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi pertanto corrispondenti a terreni compressibili, ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di argille limose.

Appare inoltre importante menzionare le aree passibili di esondazione del Fiume Reno e inserite nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico datato dicembre 2002 con ultima modifica nell'anno 2016 (Autorità di bacino del Fiume Reno)

Come riportato nel documento "Linee guida per il monitoraggio ambientale" allegato al presente SIA, si provvederà a predisporre una adeguata serie di campagne di monitoraggio piezometrico che, incrociate con i dati aggiornati eventualmente forniti dagli enti, consentano di determinare l'assetto e la dinamica degli acquiferi superficiali.

La ricaduta degli aspetti geologici e geomorfologici sul tracciato, e viceversa, si specifica e si dettaglia attraverso un'analisi di quelli che sono i contenuti tematici dei diversi piani dei comuni attraversati dall'infrastruttura.

Nello specifico, si estrapoleranno le informazioni ed i dati utili dai PSC di: Bologna, Associazione Intercomunale Reno-Galliera, Associazione Intercomunale Terre di Pianura, Associazione Intercomunale Alto Ferrarese e Ferrara.

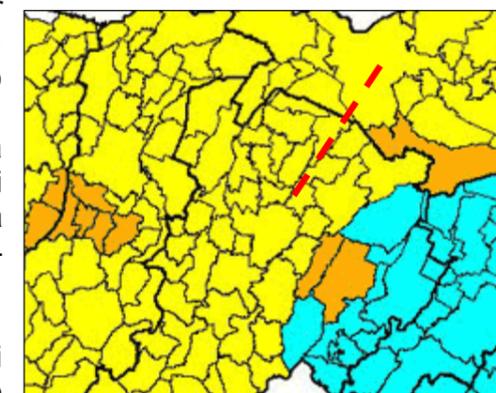
Partendo quindi dal territorio del Comune di Bologna, analizzando le cartografie tematiche contenute nel quadro conoscitivo, si possono individuare diversi elementi geologici e geomorfologici significativi.

3.1.6 Sismica

Un ulteriore elemento da richiamare è quello riguardante la sismica, e quindi alla caratterizzazione del territorio in oggetto in termini di pericolosità e di rischio sismico.

Va premesso che il dettaglio in termini di microzonazione sismica verrà affrontato nel seguente paragrafo, dove si andranno a verificare quei fattori di rischio territoriale, cosiddetti effetti locali come liquefazione e cedimenti.

Ritornando quindi ad un'analisi più ampia del fattore "sismicità territoriale", si deve richiamare quanto definito a partire dalla normativa tecnica contenuta nell'OPCM 3274/2003. In tale documento sono contenute le nuove metodologie di definizione della classificazione sismica nazionale che, territorio per territorio, ha portato a classificare i vari comuni secondo una scala a 4 livelli di criticità, con il primo come a maggior rischio e il quarto a rischio basso. In particolare, si richiamano i contenuti della delibera 1435/2003, nella quale si attuano i contenuti in termini di classificazione sismica della suddetta ordinanza, per la Regione Emilia-Romagna.



Come mostra questa immagine, il territorio su cui insiste l'opera in oggetto, risulta essere completamente in terza classe ovvero il livello medio-basso di rischio sismico, per il quale

si richiede ai manufatti di resistere alle sollecitazioni definite per tale livello, in primis a valori di PGA (Peak Ground Acceleration), compresi tra 0,05g e 0,15g.

3.1.7 Descrizione del tracciato in relazione agli aspetti geologici e geomorfologici

Nel seguito si descrivono, da inizio intervento (km 1+070) a fine intervento (33+547), gli elementi geologici – geomorfologici dell'area di progetto e si riportano considerazioni geologiche utili nell'ambito della progettazione di ampliamento previsto per la tratta autostradale in oggetto. Nelle figure nel testo, ove non chiaramente visibile ed individuabile, il tracciato è sottolineato da una linea tratteggiata rossa.

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 secondo limiti inconformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. In planimetria da inizio intervento al km 3+500 e dal km 4+800 a fine intervento si evidenzia la presenza dell'Unità di Modena. Solo nel tratto dal km 3+500 c.a. al km 4+800 c.a. si evidenzia la presenza del subsistema di Ravenna.

Da inizio intervento al km 12+500 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, terreni pertanto compressibili; ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di limi passanti a limi argillosi. Alcuni sondaggi geognostici hanno intercettato lenti di materiale più grossolano (sabbie e ghiaie prevalenti).

Dal km 12+500 c.a. al km 25+800 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come verosimilmente prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, terreni pertanto compressibili, ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di argille limose e localmente limi sabbiosi.

Dal km 25+800 c.a. al km 28+300 c.a. i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria come prevalentemente coesiva (in particolare le indicazioni CARG riportano la presenza di limi passanti a limi argillosi), in profilo si evidenzia la presenza di un corpo sabbioso, sabbioso-limoso (dal km 26+300 al km 27+500 c.a.) il cui tetto non è ben definibile e la cui esistenza è probabilmente associabile alla vicinanza col Fiume Reno.

Dal km 28+300 c.a. a fine intervento i terreni attraversati risultano appartenenti alla classe granulometrica definita in planimetria/profilo come prevalentemente coesiva, comprendente principalmente frazioni fini come argille, argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi pertanto corrispondenti a terreni compressibili, ciò trova accordo anche con quanto riportato superficialmente dalla cartografia CARG, che indica la presenza di argille limose.

Appare inoltre importante menzionare le aree passibili di esondazione del Fiume Reno e inserite nel Piano stralcio per l'assetto idrogeologico datato dicembre 2002 (Autorità di bacino del Fiume Reno)

Infine si sottolinea l'indispensabilità di prevedere per le successive fasi progettuali una adeguata serie di campagne di monitoraggio piezometrico ed il reperimento di aggiornati dati degli enti che consentano di determinare l'assetto e la dinamica degli acquiferi superficiali.

La ricaduta degli aspetti geologici e geomorfologici sul tracciato, e viceversa, si specifica e si dettaglia attraverso un'analisi di quelli che sono i contenuti tematici dei diversi piani dei comuni attraversati dall'infrastruttura.

Nello specifico, si estrapoleranno le informazioni ed i dati utili dai PSC di: Bologna, Associazione Intercomunale Reno-Galliera, Associazione Intercomunale Terre di Pianura, Associazione Intercomunale Alto Ferrarese e Ferrara.

Partendo quindi dal territorio del Comune di Bologna, analizzando le cartografie tematiche contenute nel quadro conoscitivo, si possono individuare diversi elementi geologici e geomorfologici significativi.

Le seguenti immagini mostrano sostanzialmente come il tracciato autostradale transitante sul territorio comunale bolognese, insista sulle aree morfologicamente determinate dalla presenza dell'antico sedime del Torrente Savena, di cui attualmente rimane solamente il Canale Savena Abbandonato e la traccia mostrata in figura del suo dosso fluviale (individuato con un cartiglio in figura).

Le ragioni e le conseguenze di questo, sono riscontrabili anche nella litologia dell'area in oggetto. Infatti, si può osservare come, con un andamento che ricalca in gran parte il dosso fluviale del Savena Abbandonato, i litotipi si dispongono dai più grossolani nella fascia centrale ai più fini mano a mano che ci si allontana dal tracciato del corso d'acqua, secondo quella che è la tipica dinamica di posizionamento dei bacini idrografici di pianura.

Le litologie individuate passano infatti da quelle un più grossolane individuate in limi sabbiosi con intercalazioni di limi e sabbie fini, a litotipi fini come le argille limose e le argille inorganiche (vedi figura 2.5).

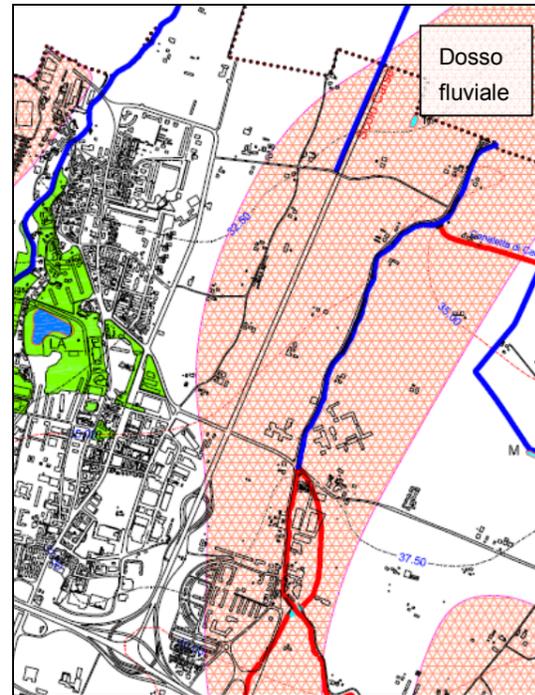


Figura 3-4 Stralcio della tavola geomorfologica (PSC Bologna)

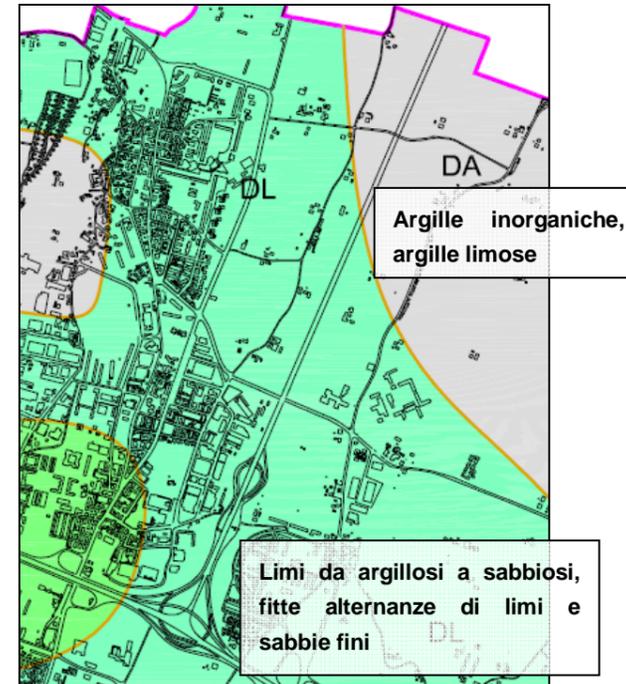


Figura 3-5 Stralcio della carta geomorfologica (PSC Bologna)

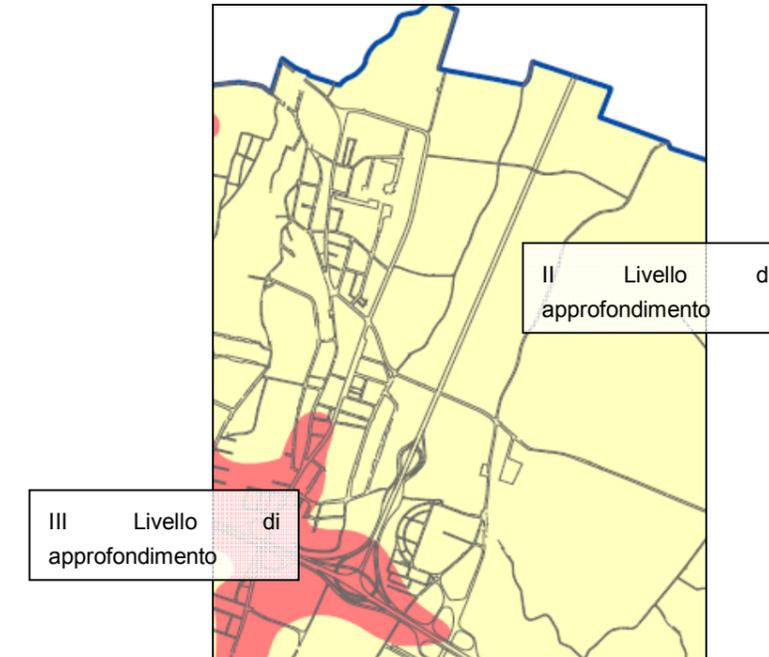


Figura 3-6 Stralcio della carta di approfondimento sismico (PSC Bologna)

Le litologie e la struttura deposizionale di questo territorio, condizionano certamente anche gli aspetti relativi alla sicurezza sismica. Infatti, l'analisi della struttura geolitologica della zona e dei conseguenti e potenziali effetti locali o di liquefazione o di cedimento determinabili durante un evento sismico, hanno portato a definire diversi livelli di approfondimento al fine di ridurre il cosiddetto rischio sismico.

La cartografia precedentemente inserita mostra in definitiva che sul tratto di A13 interessato dal progetto in questione, è richiesto un II° livello di approfondimento sismico. Ciò dovrebbe comportare, in sede di pianificazione urbanistica, un orientamento delle indagini ad una rilevazione più dettagliata delle condizioni locali e determinazione dei parametri necessari per la definizione della risposta sismica dei terreni, attraverso prove geofisiche e prove geotecniche di tipo corrente. Per giungere, infine, alla zonazione sismica alla scala del centro abitato o del territorio interessato

Procedendo lungo il tracciato, si incontrano i diversi comuni dell'Associazione Reno Galliera, interessati dall'attraversamento del tracciato autostradale: Castel Maggiore, Bentivoglio e Galliera.

Gli approfondimenti geologici e geomorfologici del PSC associato hanno prodotto diverse informazioni, in particolar modo, si possono estrapolare dalle cartografie tematiche, gli elementi descrittivi del territorio interessato dall'attraversamento del tracciato autostradale.

Le immagini estrapolate dalla cartografia tematica, mostrano la quasi totalità del tracciato autostradale ad eccezione di quello ricadente entro i confini di Malalbergo, nonché ovviamente Bologna e la porzione in Provincia di Ferrara.

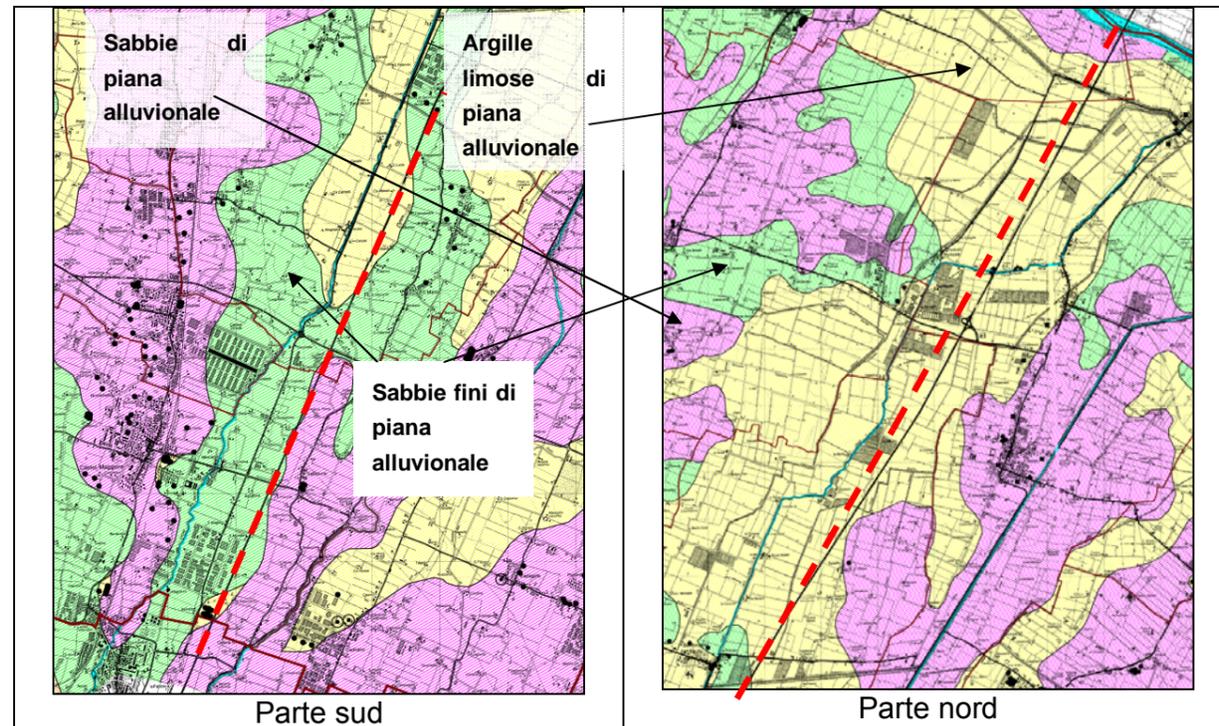


Figura 3-7 Stralci della carta litologico – morfologica (PSC Reno – Galliera)

Le immagini evidenziano innanzitutto gli effetti della genesi di questo territorio, genesi tipica della pianura alluvionale, che ha portato alla deposizione di materiali mediamente grossolani con una distribuzione tipicamente a tessitura decrescente mano a mano che ci si allontana dalle rotte fluviali principali.

Pertanto, dal punto di vista dei litotipi incontrati, sono confermate per il primo tratto all'interno dell'associazione comunale Reno – Galliera (visibile anche una porzione del Comune di Malalbergo entro la quale insiste la A13) le caratteristiche individuate anche nel PSC di Bologna con una predominanza di limi sabbiosi, invece salendo verso nord si osserva una predominanza di argille e argille limose, con intercalazioni sabbiose. In particolare, di può vedere all'altezza del confine con Malalbergo il braccio di quella che appare essere una rotta di tracimazione appartenente con ogni probabilità ad uno dei vecchi sedimi del Fiume Reno.

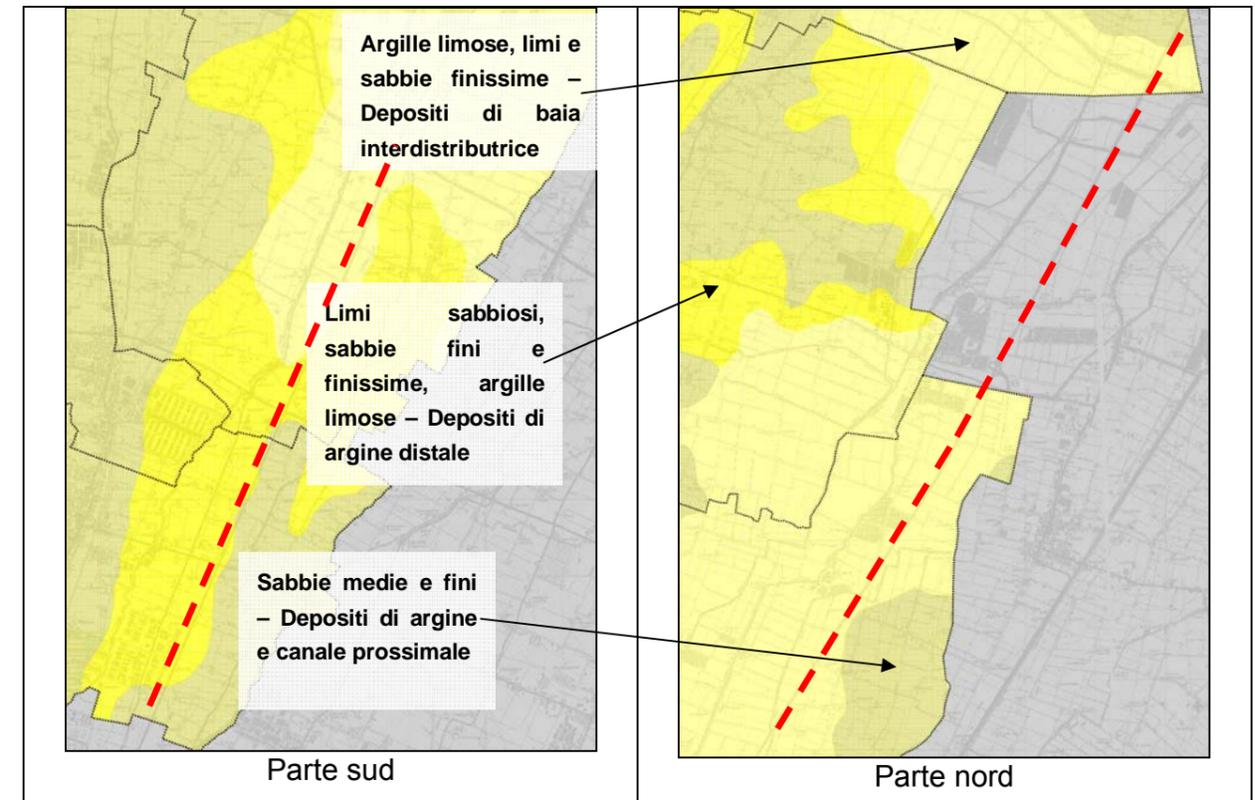


Figura 3-8 Stralci della carta geologica (PSC Reno – Galliera)

Nella figura seguente riportiamo gli stralci della carta del rischio sismico allegata al PSC dell'associazione intercomunale "Reno-Galliera".

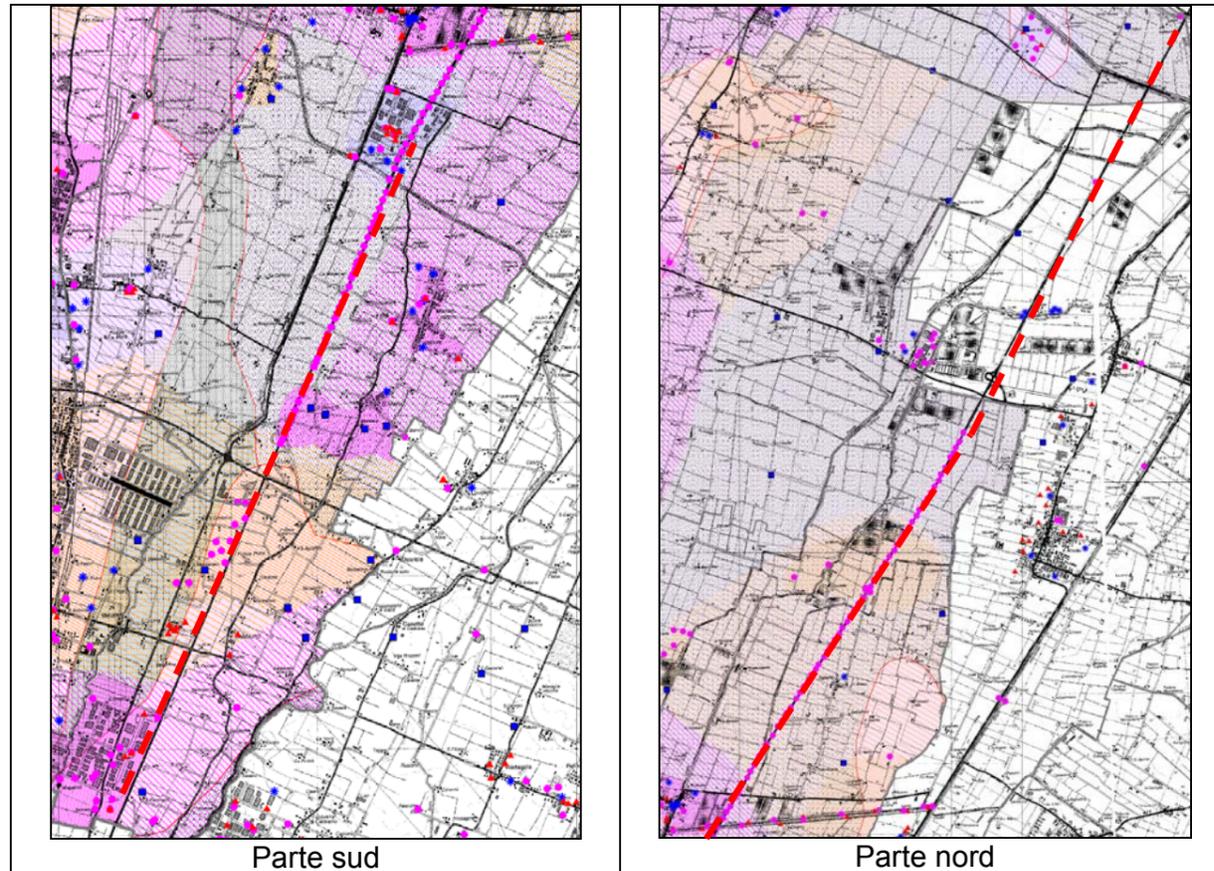


Figura 3-9 Stralci della carta del rischio sismico (PSC Reno – Galliera)

La legenda della tavola è riportata di seguito.

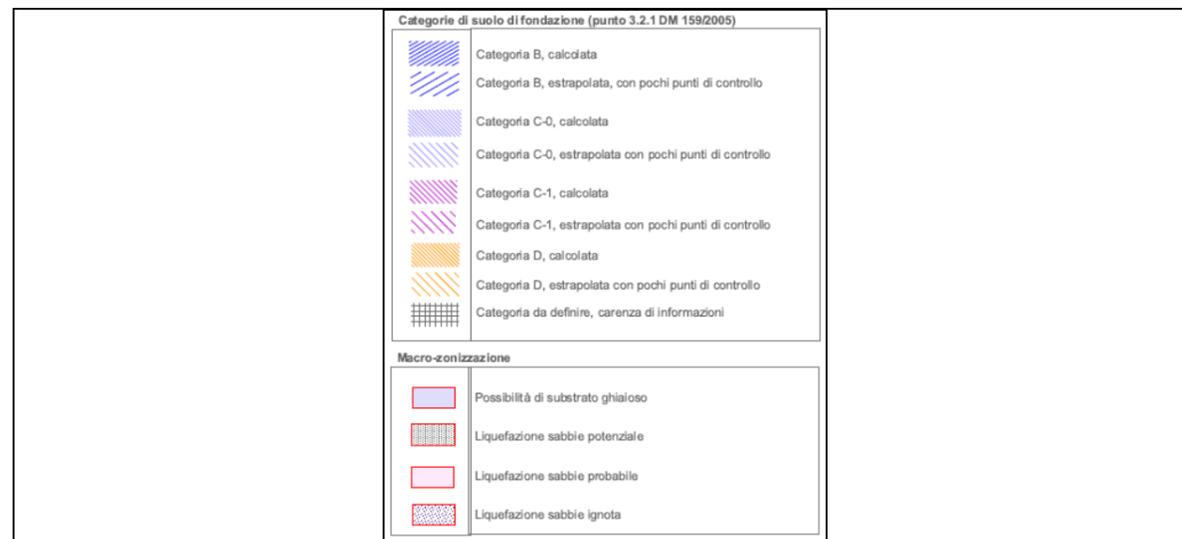


Figura 3-10 Legenda della carta del rischio sismico (PSC Reno – Galliera)

Quello che invece mostrano i dati sulla sismica, è che, al di là della classe geotecnica dei suoli e dei terreni incontrati, su quasi tutto il tracciato prevale una valutazione di liquefazione potenziale ignota, dovuta alla presenza di materiale sabbioso nella tessitura. Pertanto è richiesta in una situazione di potenziale rischio sismico atteso ma non certo, un terzo livello di approfondimento delle indagini e delle analisi sismiche. Gli approfondimenti di III livello dovrebbero portare a livello urbanistico ad una microzonazione sismica di maggiore dettaglio e a livello delle opere di rilevante interesse già nelle prime fasi di progettazione dovrebbe orientare le scelte in relazione alle simulazioni di sollecitazione e deformazione indotti dai terremoti attesi. Tali risultati si raggiungono con un rinfittimento delle prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio.

Proseguendo lungo il tracciato della A13, si arriva nel Comune di Poggio Renatico. I seguenti estratti della cartografia di inquadramento geologico del PSC, mostrano gli elementi e le caratteristiche strutturali di questo territorio comunale.

In primo luogo si osserva la natura deposizionale di questo territorio, infatti a ridosso del Fiume Reno (crf Figura 2.11), che costeggia il confine sud del Comune di Poggio Renatico, si ritrovano i litotipi a tessitura più grossolana (sabbie medie e fini) e via via che ci si allontana da esso, le tessiture si fanno più fini, prima limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, ed infine, argille limose, argille e limi argillosi. Il medesimo dato è verificato anche nella tavola della litologia di superficie. Come vedremo nel punto successivo l'attività deposizionale, con apporti di diverse granulometrie, e in maniera minore la successiva pedogenesi condizionano decisamente le caratteristiche dei suoli dell'area.

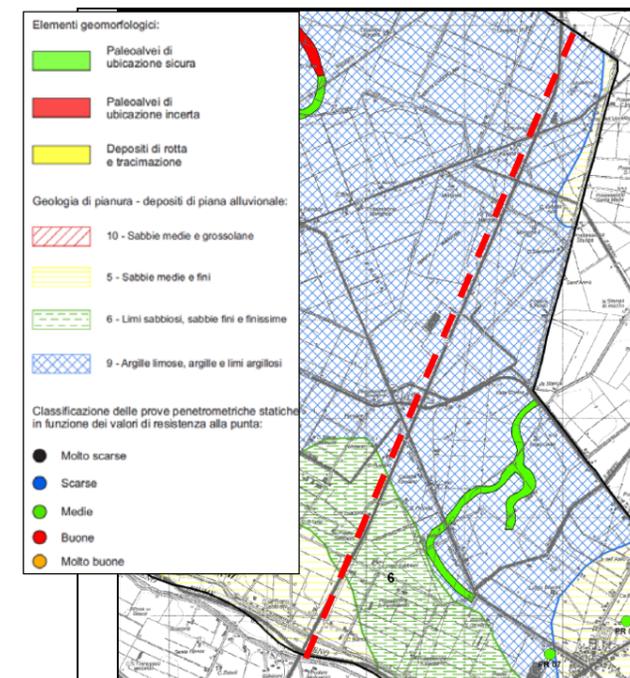


Figura 3-11 Stralcio della carta geomorfologica (PSC Poggio R.)

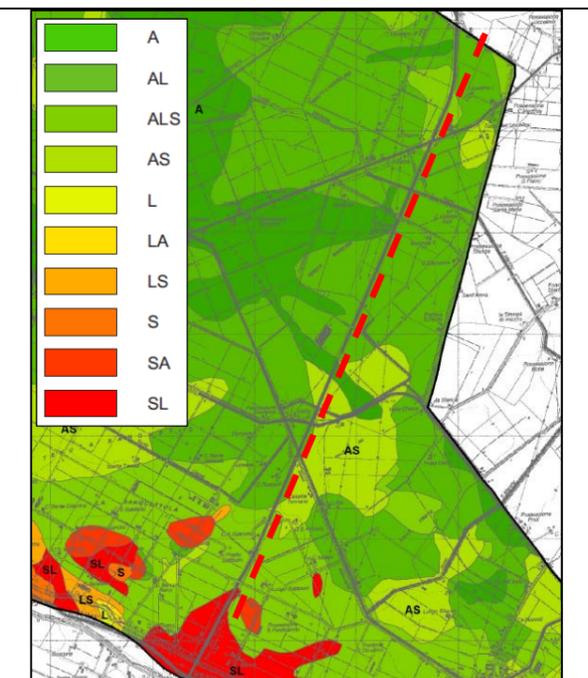


Figura 3-12 Stralcio della carta della litologia di superficie (PSC Poggio R.)

La struttura litologica di questa parte del territorio la si ritrova anche nella sua caratterizzazione sismica.

Infatti, come si può vedere nei successivi estratti cartografici, in corrispondenza delle porzioni di territorio caratterizzate da suoli e da una litologia a maggior tenore sabbioso, si rileva una maggior propensione agli effetti di sito.

In corrispondenza di queste aree, la pianificazione locale richiede in tema di approfondimenti sismici, la realizzazione di un'analisi di terzo livello, sulle restanti aree, visibili nella carta degli approfondimenti di colore giallo, è sufficiente l'analisi di secondo livello.

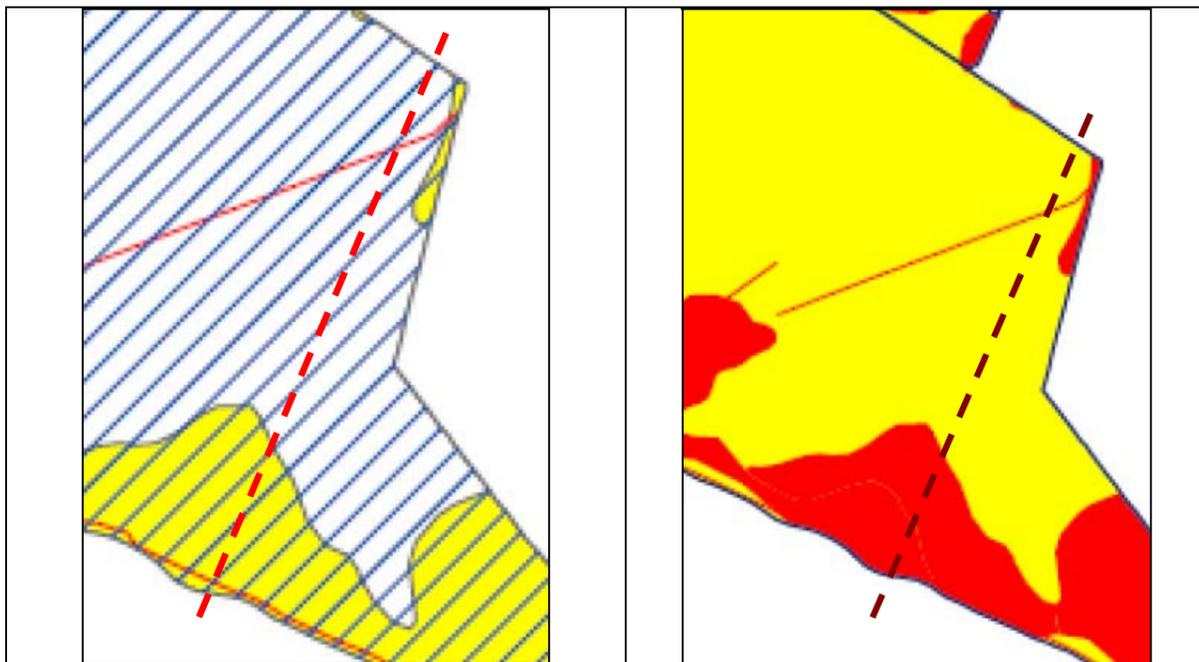
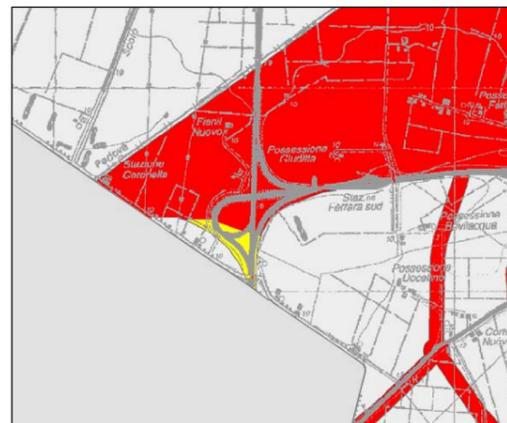


Figura 3-13 Stralcio della carta degli effetti di sito (PSC Poggio Renatico)

Figura 3-14 Stralcio della carta degli approfondimenti (PSC Poggio R.)

Un ultimo comune coinvolto nel progetto di ampliamento del tratto di A13 in oggetto, è quello di Ferrara. Tuttavia, quest'ultimo territorio comunale, è interessato unicamente nella porzione relativa allo svincolo di Ferrara Sud, per uno sviluppo territoriale molto ridotto. Su tale piccola porzione, non si individuano comunque elementi geologici di rilievo, pertanto non verrà sviluppata ulteriormente l'analisi di questi aspetti, a parte un breve richiamo all'analisi



sismica che individua a ridosso dello svincolo di Ferrara sud, una porzione territoriale su cui gravano alcuni potenziali effetti locali, per cui si richiede su tale area un terzo livello di approfondimento del rischio sismico.

Figura 3-15 Stralcio della carta degli approfondimenti (PSC Ferrara)

3.1.8 Subsidenza

Per concludere l'analisi degli aspetti geologici, appare utile una valutazione degli aspetti legati alla subsidenza, ovvero l'abbassamento dei suoli in conseguenza prevalentemente dei prelievi antropici dal sottosuolo. Le dinamiche riscontrate oltre ad essere legate alle caratteristiche dei substrati in precedenza descritti sono strettamente legati anche gli aspetti idrogeologici che saranno illustrati nel capitolo successivo.

ARPA Emilia Romagna, ha analizzato due diversi periodi di tempo dal 1992 al 2000 e dal 2002 al 2006. L'importanza di quest'ultima analisi è legata all'impatto che può avere un fenomeno di questo tipo su un'infrastruttura lineare molto lunga come quella in oggetto. Infatti l'abbassamento del terreno, nella maggior parte differenziato da zona a zona, può portare a danni, anche piuttosto seri, all'infrastruttura col passare degli anni.

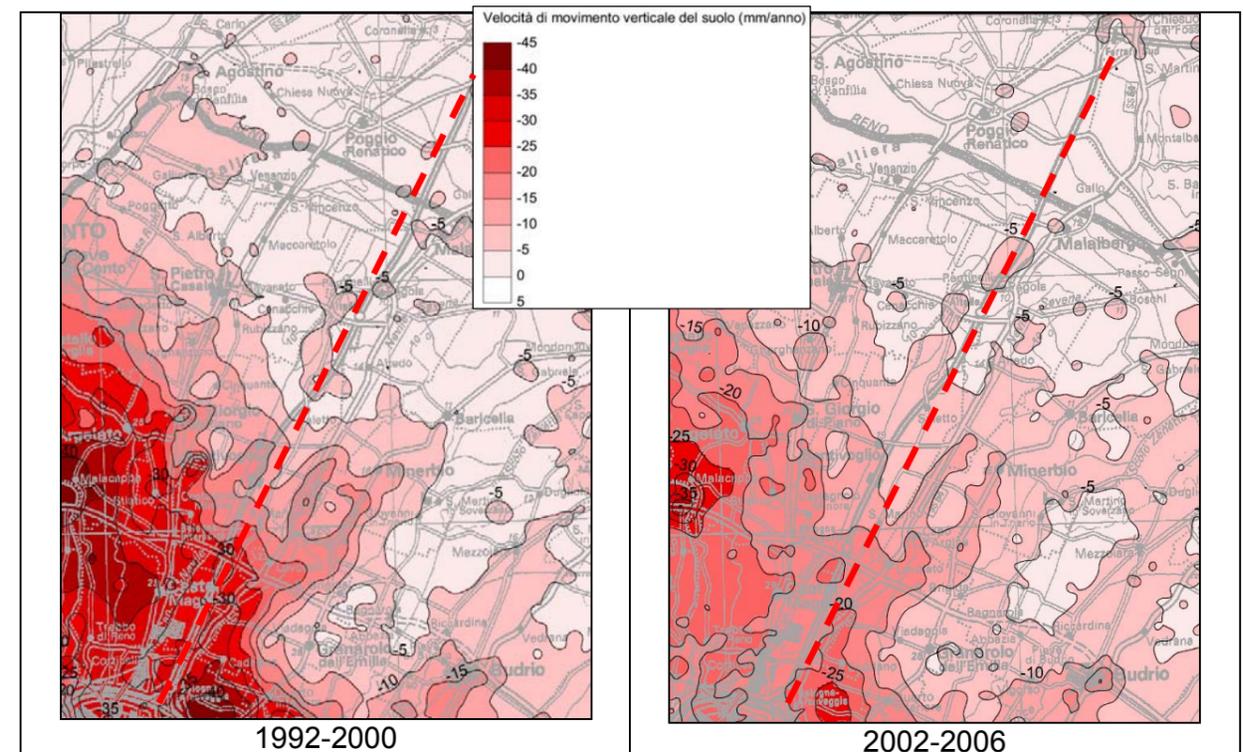


Figura 3-16 Subsidenza misurata da ARPA tra 1992 e 2006

Quello che mostrano le figure sopra riportate è una situazione di contrazione del fenomeno negli ultimi anni. Le zone, piuttosto ridotte, a maggior criticità hanno un

abbassamento medio del terreno, calcolato tra i 2 e i 2,5 cm/anno. Poi c'è un'ampia fascia che arriva più o meno all'altezza dell'uscita Bologna Interporto, con un abbassamento che va da 1,5 a 2 cm/anno. Dopo di ch , i valori si riducono via via che si prosegue in direzione Ferrara, rendendo l'impatto della subsidenza contenuto e trascurabile.

3.1.9 Caratteristiche pedologiche dei suoli e loro capacit  d'uso

Lungo il tracciato dell'A13 vari studi pedologici coordinati dal servizio dei suoli della regione Emilia-Romagna hanno portato ad una approfondita conoscenza del territorio sotto questo punto di vista.

Gli studi preliminari dei PSC riportano una dettagliata cartografia che classifica i principali tipi di suolo presenti (Carta pedologica) e ne valuta la loro capacit  a sostenere le attivit  produttive agricole (Carta della capacit  d'uso dei suoli).

Nelle tavole allegate AMB-QAMB-SUO-001_006   riportata la Carta pedologica dei terreni che affiancano tutto il tracciato. La carta   derivata dalle indagini prodotte a livello regionale sulle Associazioni di suoli e tale categoria di associazione si riferisce alla legenda ivi riportata; la carta   stata redatta sulla base dei dati regionali. In questa sede ci soffermiamo sugli approfondimenti effettuati a livello comunale e intercomunale che hanno portato la classificazione ai tipi di suoli, riducendo il margine di semplificazione dell'informazione.

Abbiamo mantenuto le informazioni a livello regionale per ovviare a ovvie soggettivit  dei rilevatori e dei classificatori che hanno operato nei diversi territori. Le differenze quindi che si noteranno tra le cartografie, sono sostanzialmente frutto del diverso livello di approfondimento tra i due strumenti riportati, ma quelle redatte a livello intercomunale rischiano di fornire informazioni leggermente diverse da una associazione e l'altra.

Le prime figure richiamano la cartografia del PSC Associato dell'associazione Reno – Galliera.

La figura successiva   dedicata al territorio del comune di Malalbergo che appartenendo ad un'altra associazione (Terre di Pianura) ha sviluppato una elaborazione autonoma.

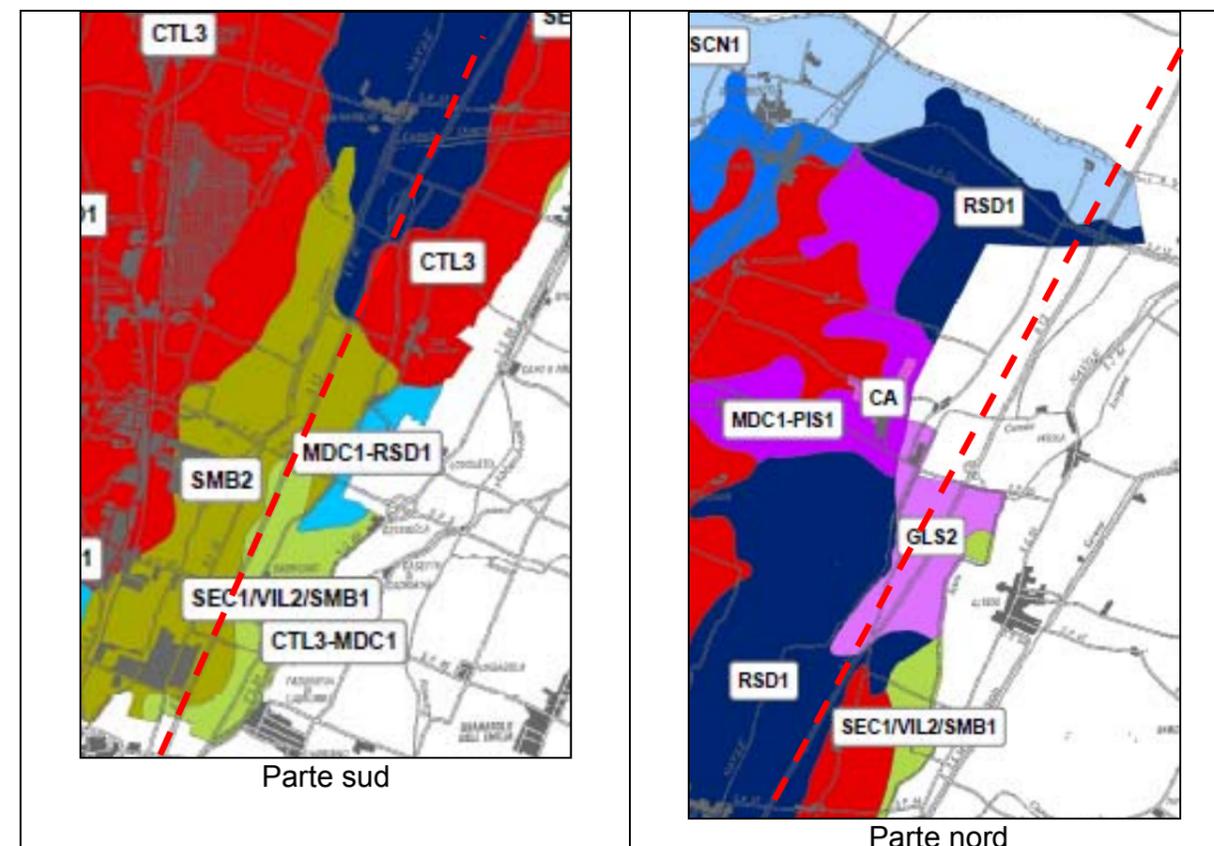


Figura 3-17 Stralci della carta pedologica (PSC Reno – Galliera)

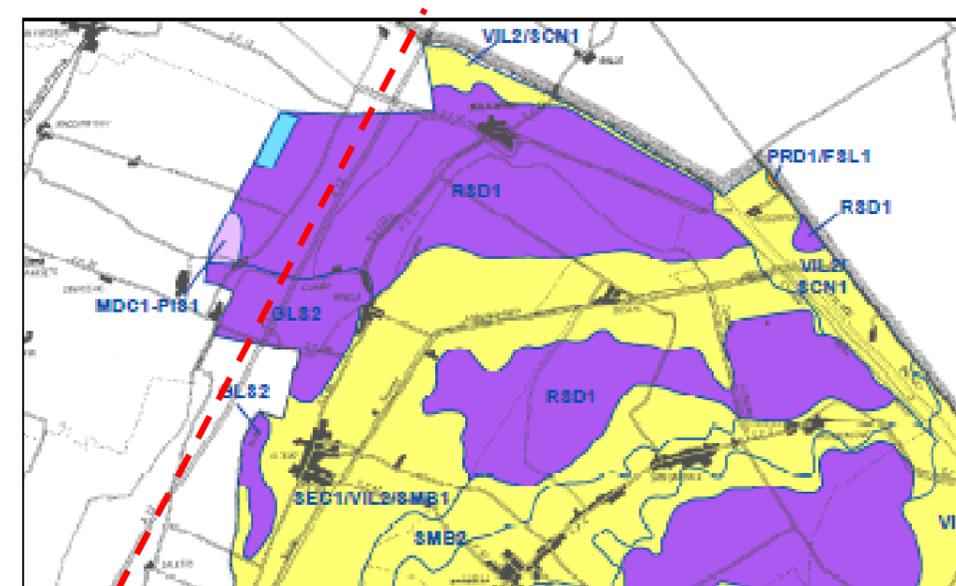


Figura 3-18 Stralcio della carta pedologica (PSC Terre di Pianura)

Per ultimo riportiamo uno stralcio della carta pedologica del Comune di Poggio Renatico.

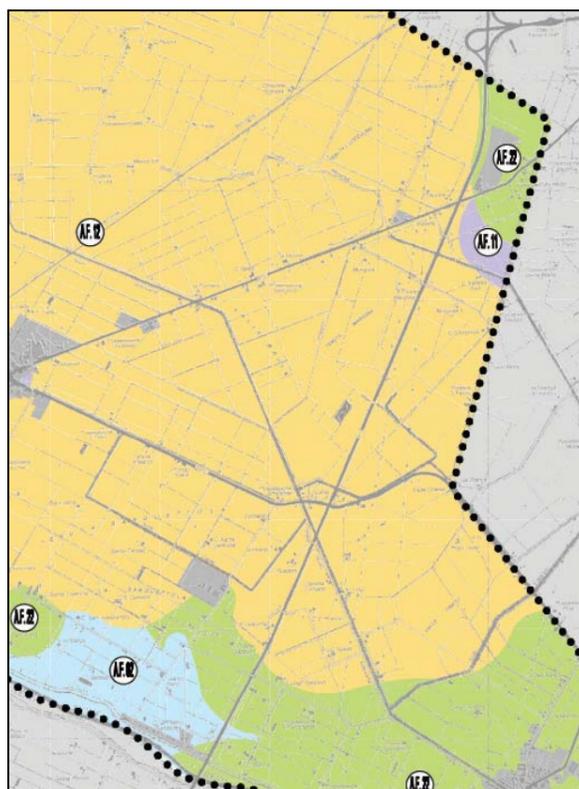


Figura 3-19 Stralcio della carta pedologica (PSC Poggio Renatico)

Nella tabella seguente riportiamo le principali caratteristiche dei suoli individuati dalle cartografie sopra riportate.

Tabella 3-1 Suoli presenti, sigle identificative, descrizione

CODICE	DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE
BEL1	BELLARIA	Questi suoli sono pianeggianti, con pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 0,8%; molto profondi, su alluvioni a tessitura media o grossolana, localmente ghiaiosa. Tipicamente sono molto calcarei e moderatamente alcalini fino a 150 cm di profondità. Hanno orizzonti superficiali, spessi circa 40 cm, a tessitura franca argillosa limosa, franca limosa o franca ed orizzonti profondi, spessi circa 30 cm, a tessitura franca o franca limosa; il substrato ha tessitura franca, franca limosa o franca sabbiosa.
CTL3	CATALDI franca argillosa limosa 0.1-0.2%	I suoli "Cataldi franca argillosa limosa, 0,1-0,2% pendenti" sono molto profondi e moderatamente alcalini; sono da scarsamente a moderatamente calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore; da moderatamente a molto calcarei ed a tessitura franca argillosa limosa e franca

		limosa in quella inferiore.
GAR1	GARUSOLA franca sabbiosa	I suoli "Garusola franca sabbiosa" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca sabbiosa o sabbiosa franca.
GLS2	GALISANO argillosa limosa	I suoli "Galvano argillosa limosa" sono molto profondi, molto calcarei e moderatamente alcalini; leggermente salini ed a tessitura argillosa limosa nella parte superiore, da leggermente a moderatamente salini ed a tessitura argillosa limosa o argillosa in quella inferiore.
MDC1	MEDICINA argillosa limosa, 0,1-0,3% a scolo naturale	Questi suoli sono pianeggianti, con pendenza che varia tipicamente da 0,1 a 0,3%; molto profondi, su alluvioni a tessitura fine e media; a moderata disponibilità di ossigeno. Tipicamente sono moderatamente alcalini fino ad oltre un metro e mezzo di profondità. Essi hanno orizzonti superficiali, spessi circa 50 cm, a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa, scarsamente o moderatamente calcarei; gli orizzonti profondi, spessi circa 30 cm, sono a tessitura argillosa limosa o franca argillosa limosa, moderatamente o molto calcarei; il substrato è a tessitura franca argillosa limosa o franca limosa, molto calcareo.
PIS1	I PILASTRI franca argillosa limosa	I suoli "I Pilastri franca argillosa limosa" sono molto profondi, moderatamente alcalini, moderatamente calcarei e a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore, molto calcarei e a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore.
RSD1	RISAIA DEL DUCA argillosa limosa	Questi suoli sono pianeggianti, con pendenza che varia tipicamente da 0,05 a 0,1%; molto profondi, su alluvioni a tessitura fine; a moderata disponibilità di ossigeno. Tipicamente sono molto calcarei e moderatamente alcalini fino ad oltre un metro e mezzo di profondità. Hanno orizzonti superficiali, spessi circa 55 cm, a tessitura argillosa limosa; gli orizzonti profondi, spessi circa 80 cm, sono a tessitura argillosa limosa o argillosa; il substrato è argilloso limoso o argilloso, salino.
SEC1	SECCHIA franca	Questi suoli sono pianeggianti, con pendenza che varia tipicamente da 0,1 a 0,3%; molto profondi, su alluvioni a tessitura media e grossolana; a buona disponibilità di ossigeno. Tipicamente sono molto calcarei fino ad oltre un metro e mezzo di profondità. Hanno orizzonti superficiali, spessi circa 50 cm, a tessitura franca o franca limosa, debolmente o moderatamente alcalini; gli orizzonti profondi, spessi circa 40 cm, sono a tessitura franca o franca limosa, moderatamente alcalini; il substrato è a tessitura franca o franca sabbiosa, moderatamente alcalino.
SCN5	- ASCENSIONE franca	I suoli "Ascensione franca argillosa limosa, su aree golenali"

SCN6	argillosa limosa – aree golenali	sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca argillosa limosa nella parte superiore e franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore.
SMB1	SANT'OMOBONO franca limosa	I suoli "Sant'Omobono franca limosa" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura franca limosa nella parte superiore e franca limosa o franca argillosa limosa in quella inferiore.
SMB2	SANT'OMOBONO franco argilloso limosi	Sono suoli sono pianeggianti, con pendenza che varia tipicamente da 0,1 a 0,3%; molto profondi; su alluvioni a tessitura media; a buona disponibilità di ossigeno. Tipicamente sono molto calcarei e moderatamente alcalini fino ad oltre un metro e mezzo di profondità. Hanno orizzonti superficiali, spessi circa 45 cm, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa, ed orizzonti profondi, spessi circa 40 cm, a tessitura franca limosa o franca argillosa limosa; il substrato ha tessitura franca, franca limosa o franca argillosa limosa.
VIL2	VILLALTA franca	I suoli "Villalta franca" sono molto profondi, molto calcarei, moderatamente alcalini; a tessitura franca nella parte superiore e franca sabbiosa o franca in quella inferiore.

Il tracciato dell'A13, partendo da Bologna, attraversa, prima, dei suoli riferibili ai Sant'Omobono e poi ad un complesso tra questi e i Villalta e i Secchia, per poi tornare sui Sant'Omobono. Dopo aver percorso un tratto dove predominano i Cataldi franco argillosi iniziano le vere aree di bonifica con i suoli Risaia del Duca che accompagnano il tracciato fino al dosso del Reno ove sono presenti i suoli del tipo Ascensione. Superato il Reno e i suoli Ascensione del versante ferrarese si rientra nei suoli Risaia del Duca fino al termine della tratta in esame.

La conseguenza delle caratteristiche dei suoli e della presenza del Reno, sono nuovamente evidenziate nella carta della Capacità d'uso dei suoli, nella quale vengono individuate le attitudini delle diverse tipologie di suolo dal punto agronomico. Come è giusto attendersi, la qualità agronomica più elevata la si trova vicino al corso del Reno.

Nelle immagini seguenti riportiamo i risultati delle elaborazioni sulla capacità d'uso dei suoli prodotte dai PSC associati di "Reno – Galliera" e "Terre di Pianura".

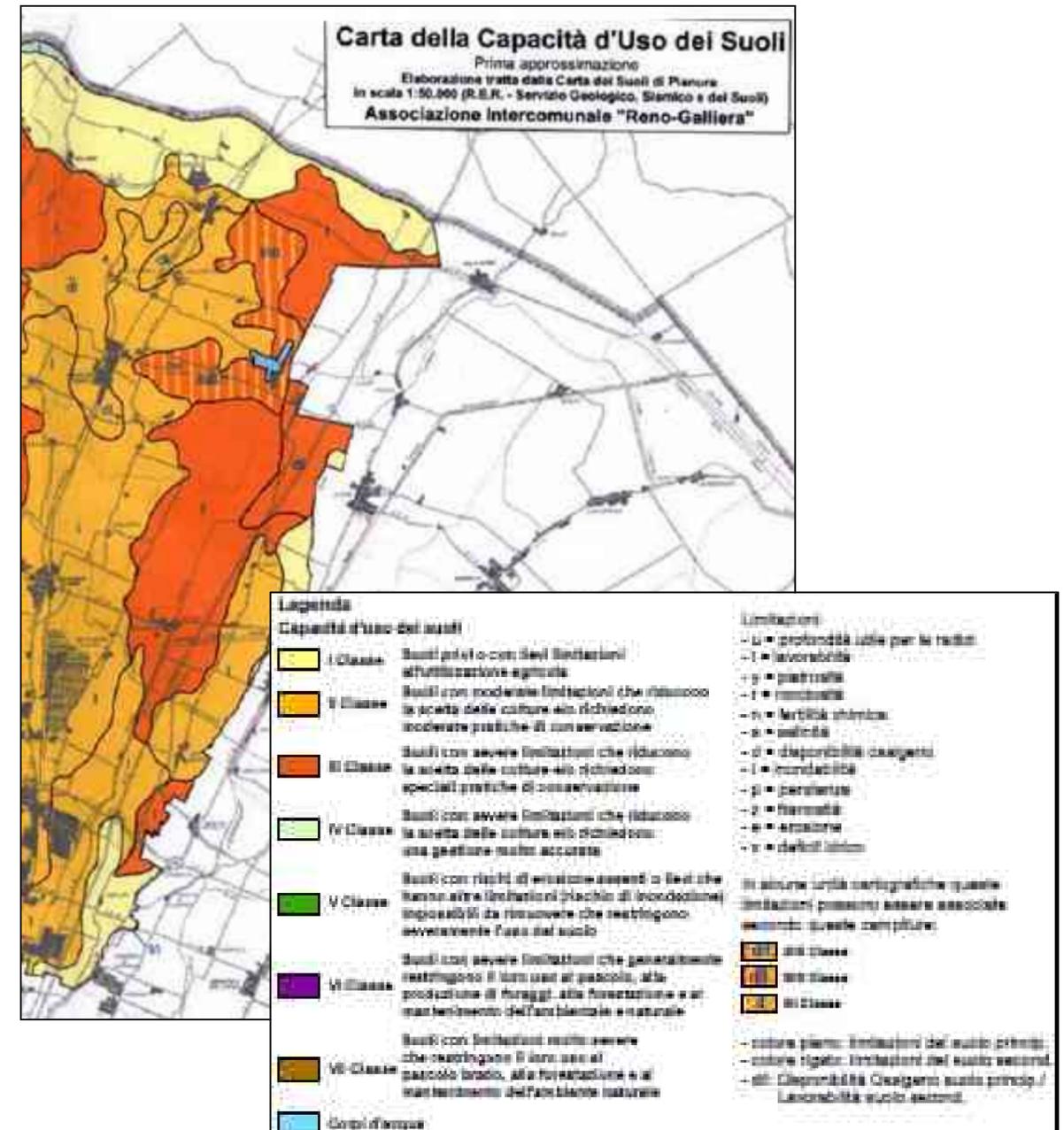


Figura 3-20 Stralcio della carta della capacità d'uso dei suoli (PSC Reno - Galliera)

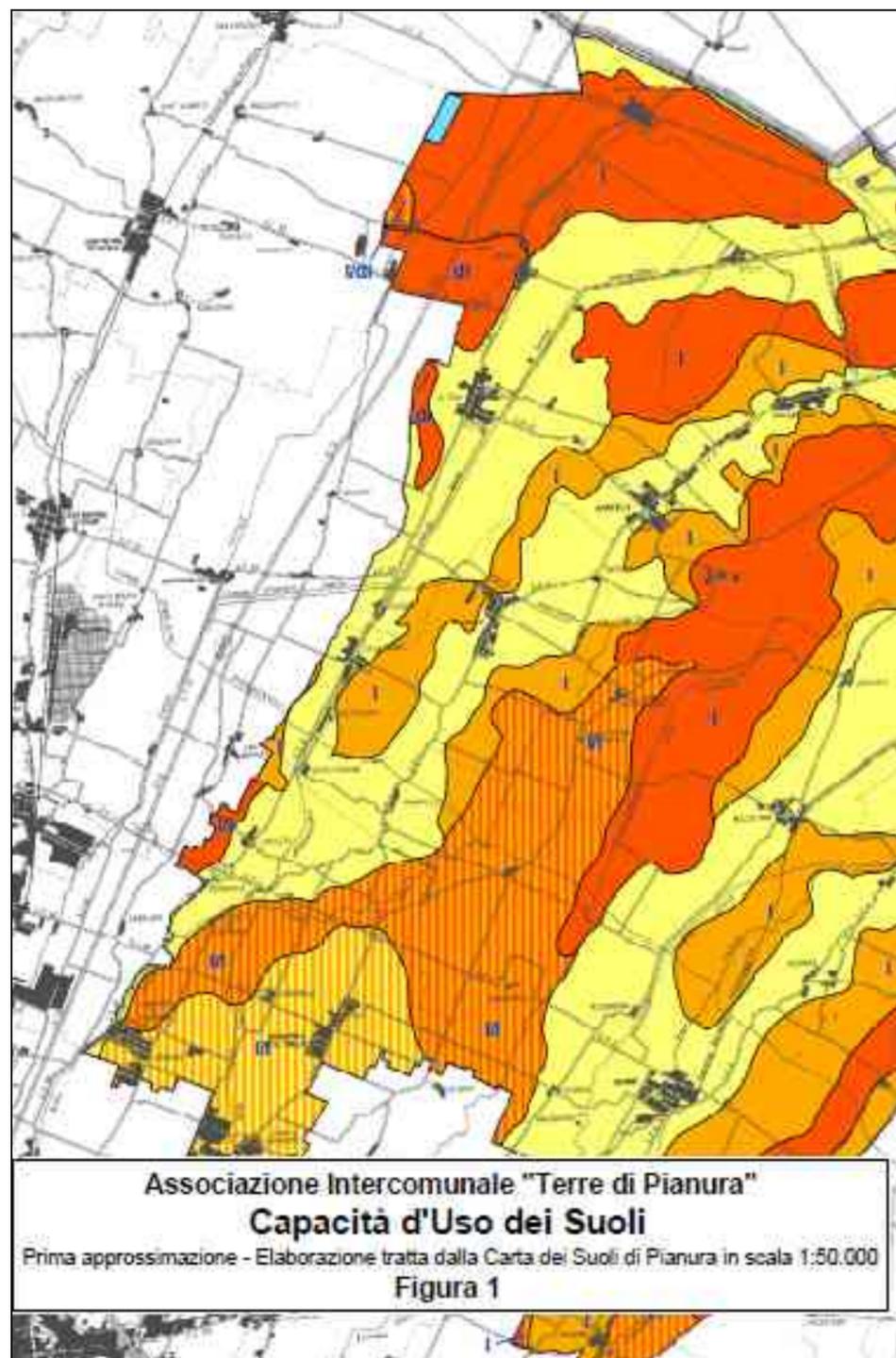


Figura 3-21 Stralcio della carta capacità d'uso dei suoli (PSC Terre di Pianura)

Nella tavola AMB-QAMB-SUO-001_006 sono riportate le informazioni pedologiche sopra sintetizzate in rapporto con l'A13 e le opere complementari previste.

3.2 USO DEL SUOLO

La tavola allegata AMB-QAMB-SUO-007_012 riporta l'uso del suolo ottenuto dalla foto interpretazione della regione Emilia-Romagna dei voli 2012 e aggiornato mediante i sopralluoghi a terra per quanto riguarda le modificazioni recenti all'interno dell'area studio. Basandoci sulla legenda dell'eaborato regionale i ca. 3450 ha ricompresi nel perimetro dell'area studio hanno la distribuzione riportata nella tabella seguente.

Tabella 3-2 Tipologia di uso del suolo presenti nell'area studio, valori assoluti e percentuali

Tipologie di uso del suolo	Superficie ha	Superficie %
Acquaculture in ambiente continentale	57,7	1,7%
Altre colture da legno	3,7	0,1%
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	1,7	0,1%
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	0,0	0,0%
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	3,2	0,1%
Aree incolte urbane	2,4	0,1%
Argini	8,6	0,2%
Bacini artificiali	11,0	0,3%
Canali e idrovie	57,8	1,7%
Colture orticole	17,0	0,5%
Colture temporanee associate a colture permanenti	6,7	0,2%
Discariche di rifiuti solidi urbani	28,7	0,8%
Frutteti	197,4	5,7%
Impianti tecnologici	2,5	0,1%
Insedimenti commerciali	7,3	0,2%
Insedimenti di servizi	26,6	0,8%
Insedimenti produttivi	183,4	5,3%
Ippodromi	20,6	0,6%
Parchi e ville	37,2	1,1%
Pioppeti colturali	1,1	0,0%
Reti per la distribuzione e produzione dell'energia	2,9	0,1%
Reti stradali	211,1	6,1%
Seminativi semplici irrigui	2345,9	68,0%
Sistemi colturali e particellari complessi	7,4	0,2%
Suoli rimaneggiati e artefatti	59,4	1,7%
Tessuto residenziale rado	23,6	0,7%
Tessuto residenziale discontinuo	40,5	1,2%
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	43,5	1,3%
Vivai	6,8	0,2%
Zone umide interne	35,3	1,0%
Totale complessivo	3451,1	100,0%

Il dato riportato è molto disaggregato per una valutazione di sintesi, nella tabella seguente ne proponiamo una aggregazione funzionale.

Tabella 3-3 Aggregati di uso del suolo funzionali presenti nell'area studio e superfici interferite dal progetto, valori assoluti e percentuali

Tipologie di aree	Sup.	Sup. Interferite dal progetto	Incidenza
	ha	ha	%
Acque	161,8	0,0	0,0%
Aree agricole	2589,3	57,6	2,2%
Aree naturali e semi naturali	91,0	0,0	0,0%
Aree con elementi di naturalità	151,6	7,8	5,1%
Aree impermeabili	457,4	16,1	3,5%
Totale area studio	3451,1	81,5	2,4%

I valori assunti per le superfici modificate dal progetto derivano da una analisi dell' stesso e da una classificazione in termini di uso del suolo delle varie parti che lo compongono (nuove corsie, nuovi svincoli, modifiche dei cavalcavia, ecc.). Nella tabella seguente riportiamo i valori rilevati delle superfici di progetto.

Tabella 3-4 Aggregati di uso del suolo funzionali presenti nell'area studio e superfici interferite dal progetto, valori assoluti e percentuali

Tipologia di aree	Sup. di progetto
	ha
Nuova sede autostradale	24,4
Nuova casello	4,1
Rampe cavalcavia traslati, ecc.	25,9
Nuove superfici a Prato	23,0
Nuove Macchie arboree arbustive	4,1
Totale Progetto	81,5

3.3 IDROGEOLOGIA

3.3.1 Riferimenti normativi

In materia di acque sotterranee, la normativa cogente a livello nazionale è quella contenuta nel D. Lgs. 152/06, che va ad abrogare sia la Legge 183/1989, già citata in precedenza, sia il D.Lgs. 152/99, che la Legge 36/1999. In particolare nella Parte Terza, si

affrontano i temi della tutela delle acque dall'inquinamento e della gestione delle risorse idriche.

Inoltre, nell'allegato 1 della parte terza, vengono definiti i parametri bio-chimico-fisici da rispettare per le acque sotterranee.

A livello regionale, vanno richiamate due delibere della Giunta Regionale: la 2135/2004 riguardante la "Rete di monitoraggio delle acque sotterranee della regione Emilia-Romagna ed integrazioni riguardanti le reti di controllo delle acque superficiali" e la 350/2010 recante "Approvazione delle attività della regione Emilia-Romagna riguardanti l'implementazione della direttiva 2000/60/ce ai fini della redazione ed adozione dei piani di gestione dei distretti idrografici padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale".

Sempre a livello regionale, grande importanza hanno le norme tecniche attuative della pianificazione regionale. In particolar modo ci si riferisce a quelle relative al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico e il Piano di Tutela delle Acque. Questi due piani, coi quali lo stato domanda e chiede alle regioni di farsi carico della salvaguardia della matrice acqua, intesa sia come risorsa che come elemento strutturale ed attivo delle dinamiche territoriali, definiscono da un lato le azioni volte al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e al perseguimento di un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo, dall'altro la pericolosità ed il rischio da frana ed idraulico, l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nonché le relative misure di salvaguardia.

3.3.2 Aspetti generali della idrogeologia della pianura tra Bologna e Ferrara

Lo schema stratigrafico dei depositi quaternari del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola porta alla definizione di tre unità stratigrafiche, riconoscibili sia in superficie che nel sottosuolo, suddivisibili a loro volta in unità di rango minore. La principale suddivisione in verticale delle unità sepolte ha portato alla suddivisione dei terreni in tre gruppi acquiferi (A,B,C); in particolare il gruppo acquifero A è rappresentato dal Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), costituito da complessi idrogeologici in cui si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola e riconducibili a:

- conoidi alluvionali appenniniche;
- pianura alluvionale appenninica;
- pianura alluvionale padana.

Il margine appenninico settentrionale, nella fascia di transizione con la pianura padana, rappresenta planimetricamente il limite meridionale dei corpi idrici sotterranei significativi per la circolazione delle acque ipogee.

Gli acquiferi presenti nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono di due tipi: a sud vi sono le ghiaie che i fiumi appenninici depositano ed hanno depositato appena usciti dalle valli, allo sbocco in pianura. Queste formano dei grossi corpi ghiaiosi sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri di spessore (*le ghiaie delle conoidi*

appenniniche). A nord vi sono le sabbie che il Po ha sedimentato lungo il suo percorso e nel suo apparato deltizio (*le sabbie della pianura alluvionale e deltizia del Po*).

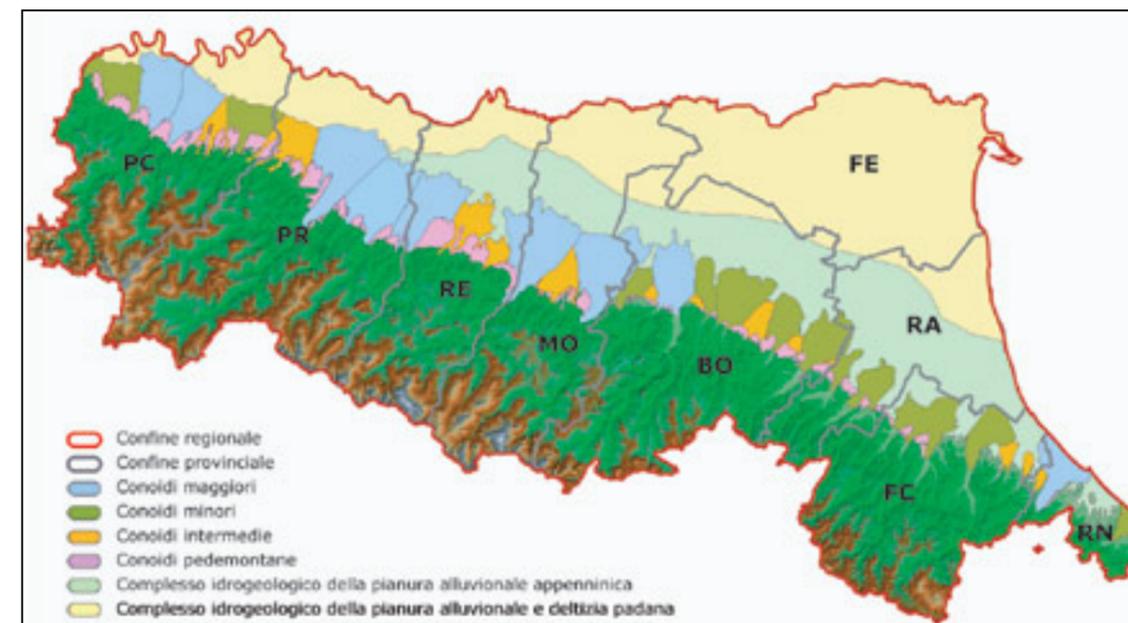


Figura 3-22 Distribuzione dei complessi idrogeologici (corpi idrici) riconosciuti nella pianura emiliano-romagnola (da Regione Emilia-Romagna)

Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero A0 (vedi figura 8) dato da un sistema acquifero freatico. Le dinamiche deposizionali che hanno interessato l'acquifero freatico hanno fatto sì che la sua architettura stratigrafica fosse in parte differente da quella degli altri complessi acquiferi. Infatti esso è costituito, escluso il settore costiero, prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi, sia di origine padana che appenninica. In particolare, si nota come i corpi sabbiosi appenninici occupino gran parte del territorio amalgamandosi con i depositi padani solo nell'estremo settore nord.

Sia le sabbie di riempimento di canale e argine che i depositi di piana a meandri e canali distributore si amalgamano, e spesso incidono le sabbie costiere di cordone litorale e duna eolica. Questi depositi costieri, che si sono sedimentati durante la fase trasgressiva olocenica, hanno una geometria più regolare ed allungata in senso N-S, estendendosi per una fascia di circa 10-15 km dall'attuale linea di costa.

Spesso questi depositi sabbiosi, sia continentali che costieri, si incassano all'interno di argille e limi di piana deltizia o di palude/laguna che formano l'acquitarzo del sistema acquifero A0.

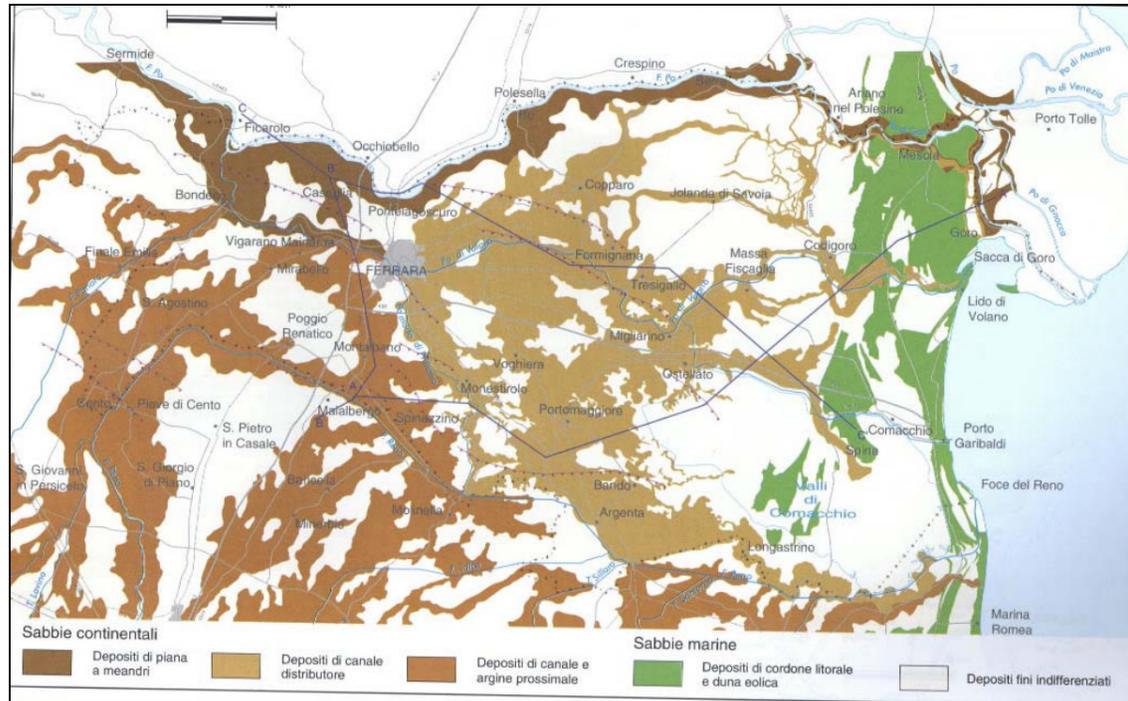


Figura 3-23 Carta geologica riferita al Complesso Acquifero A0, acquifero freatico (da Risorse idriche sotterranee della provincia di Ferrara, Provincia di Ferrara)

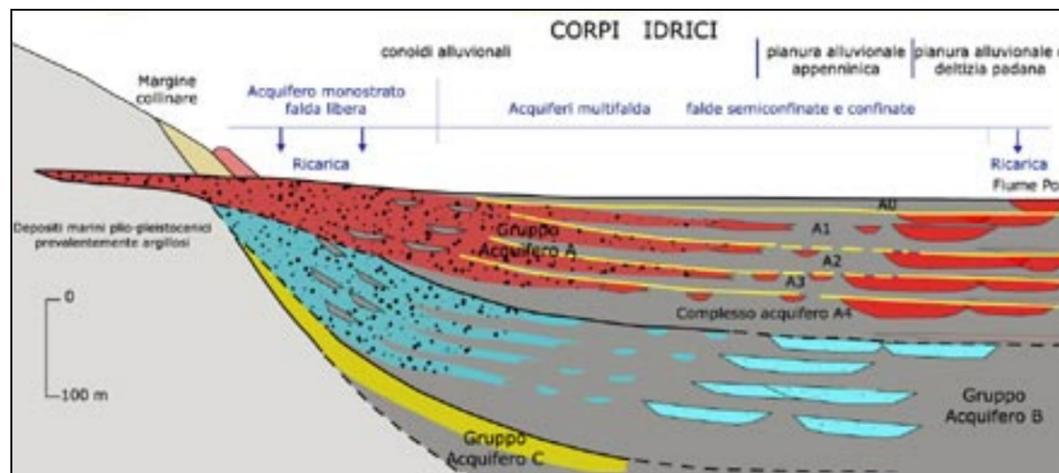


Figura 3-24 Distribuzione schematica dei corpi idrici, e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola (Regione Emilia-Romagna)

Al fine di inquadrare a scala regionale l'andamento piezometrico e la sua variazione si riportano di seguito gli estratti di alcune delle carte estratte dalla pubblicazione "Le caratteristiche degli acquiferi della Regione Emilia-Romagna – Report 2003".

L'area della piana alluvionale Bologna-Ferrara è caratterizzata da una marcata prevalenza di risalita dei livelli di falda; dall'osservazione delle carte si evince che tale situazione sia particolarmente rilevante per le aree prossime al Ravennate; una riduzione si riscontra invece nelle porzioni settentrionali, in prossimità del Po.

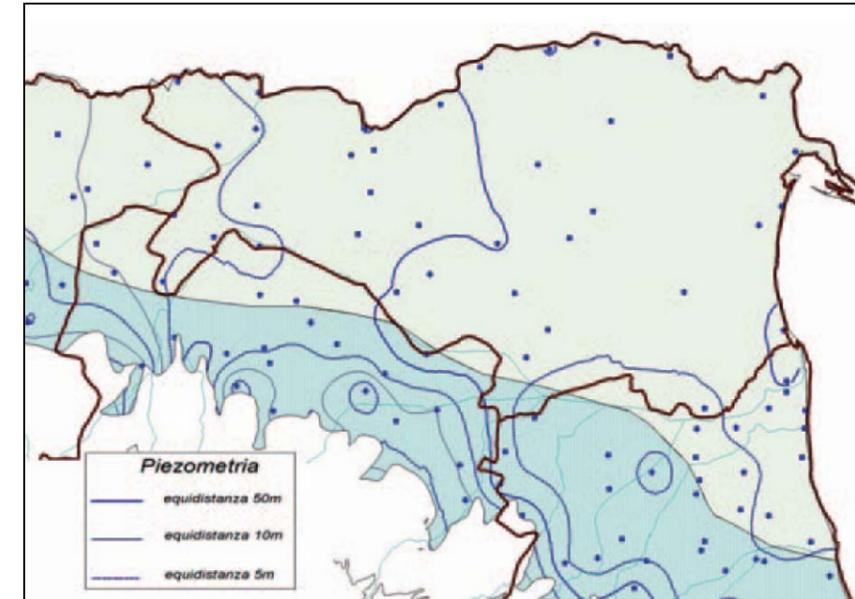


Figura 3-25 Carta della piezometria – media anno 2003 (Caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia-Romagna - report 2003)

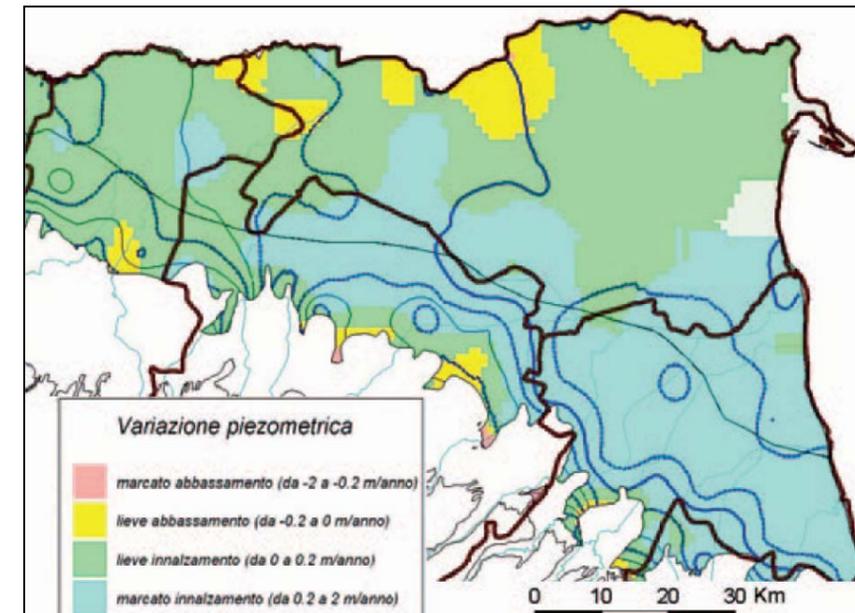


Figura 3-26 Carta della variazione piezometrica - trend medio 1976-2002 (Caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia-Romagna - report 2003)

All'interno della planimetria geologica è stata riportata la ricostruzione della piezometria riferibile a maggio 1997, così come indicata nello studio geologico-ambientale del comune di Poggio Renatico che, si accorda con la ricostruzione dell'andamento della piezometria ricavata dai dati forniti dall'Arpa regionale per i punti monitorati.

3.3.3 Il tracciato dell'A13 in relazione agli aspetti idrogeologici

Gli aspetti idrogeologici, sono strettamente connessi, come si è potuto vedere nelle righe precedenti alla componente geologica e litologica.

Di seguito si individueranno più nel dettaglio, rifacendosi alla documentazione tematica dei comuni attraversati, le caratteristiche delle acque e delle strutture sotterranee lungo il tracciato considerato. Dove non individuabile nella carta il tracciato dell'A13 in esame, è stato evidenziato con una linea tratteggiata rossa.

Partendo quindi dal Comune di Bologna, ciò che indicano sostanzialmente i quattro estratti dalla cartografia comunale, è una situazione di bassa criticità della matrice idrogeologica, determinata più che dalla bassa pressione antropica, che in queste zone è decisamente sostenuta, soprattutto nel tratto iniziale di A13, quanto dalla ridotta vulnerabilità degli acquiferi, determinata dalla assenza di aree di ricarica da salvaguardare, e dalla mancanza di un acquifero superficiale e quindi particolarmente vulnerabile.

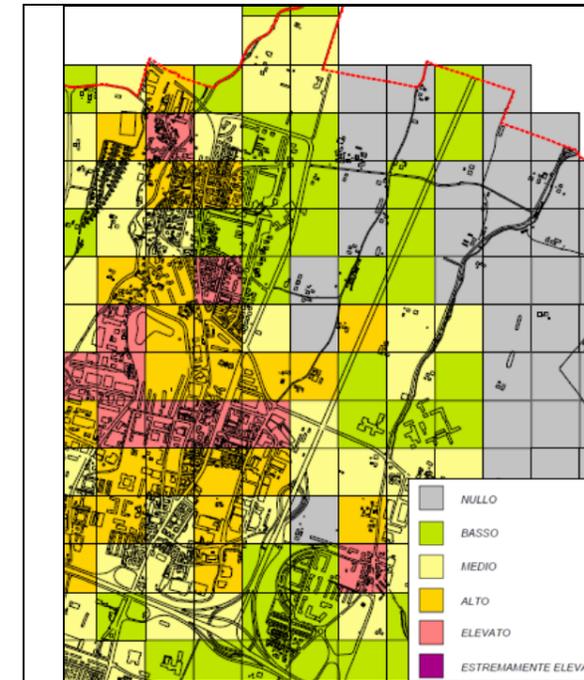


Figura 3-29 Rischio potenziale di inquinamento degli acquiferi (PSC Bologna)

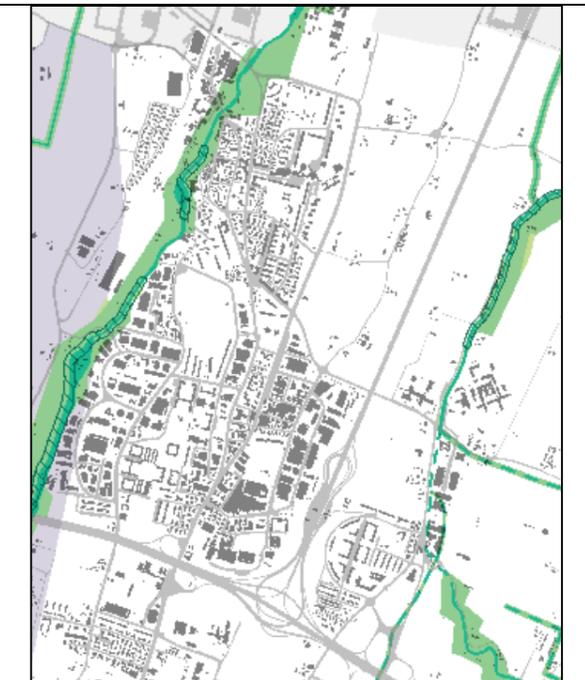


Figura 3-30 Risorse idriche ed assetto idrogeologico (PSC Bologna)

Passando alla situazione dei comuni a nord di Bologna, riportiamo quanto rilevato all'interno delle Associazioni Intercomunali Reno-Galliera e terre di Pianura.

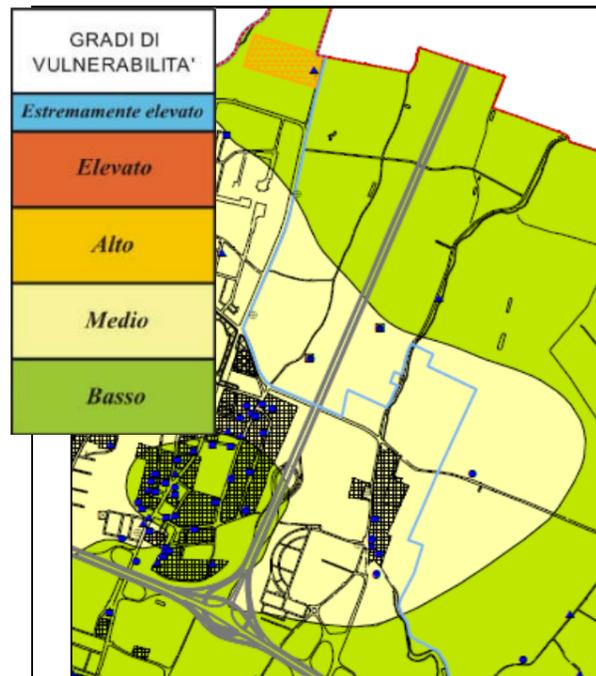


Figura 3-27 Vulnerabilità degli acquiferi (PSC Bologna)

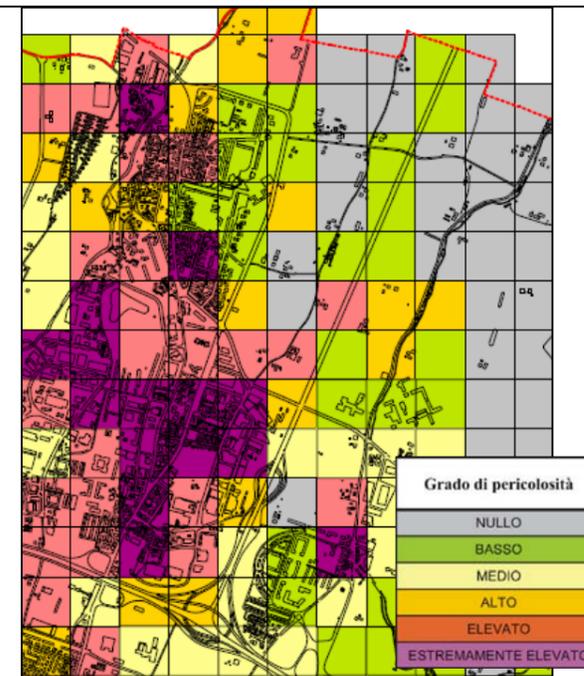


Figura 3-28 Pericolosità antropica (PSC Bologna)

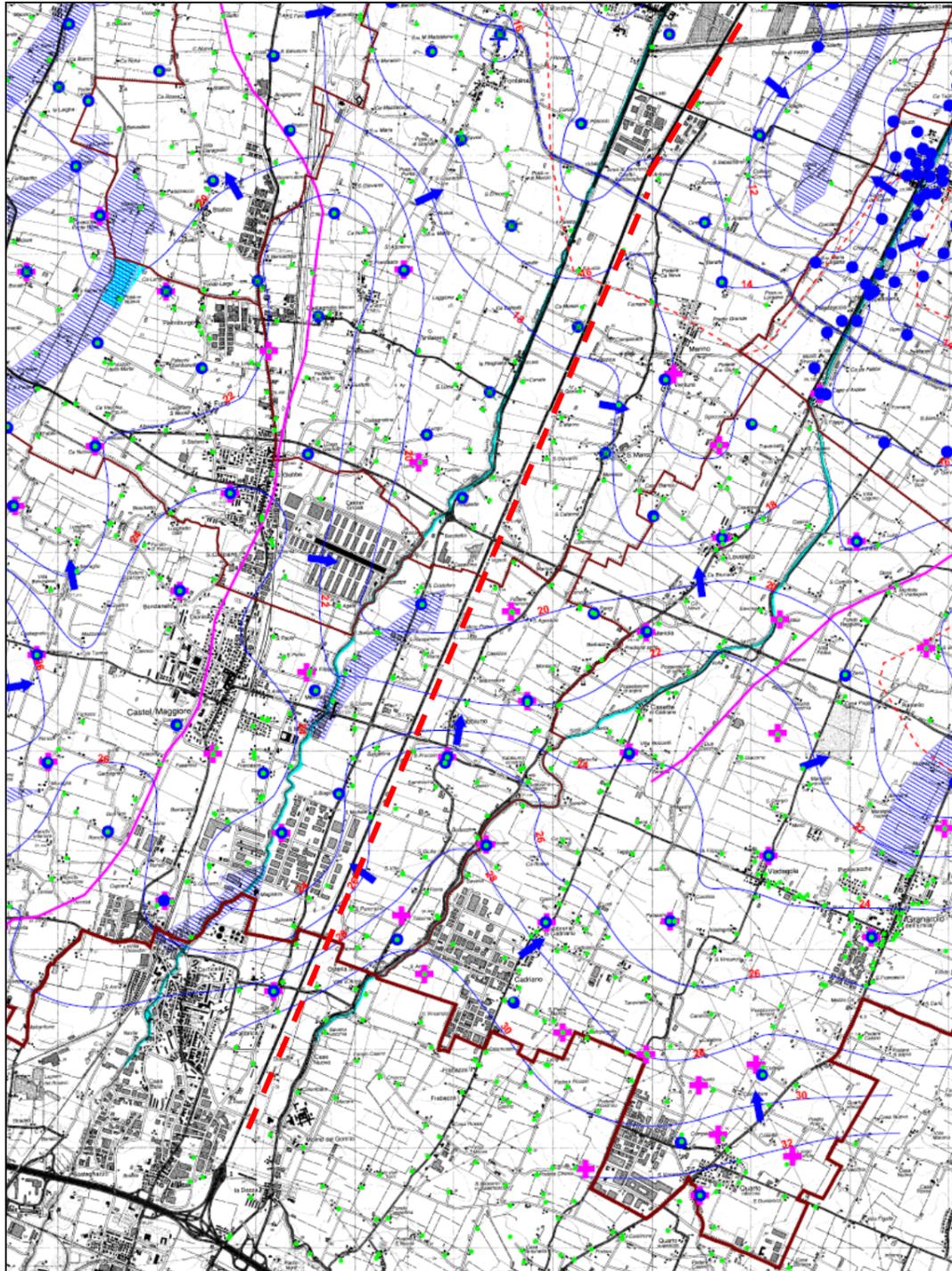


Figura 3-31 Carta idrogeologica (PSC Associato Reno – Galliera – Parte sud)

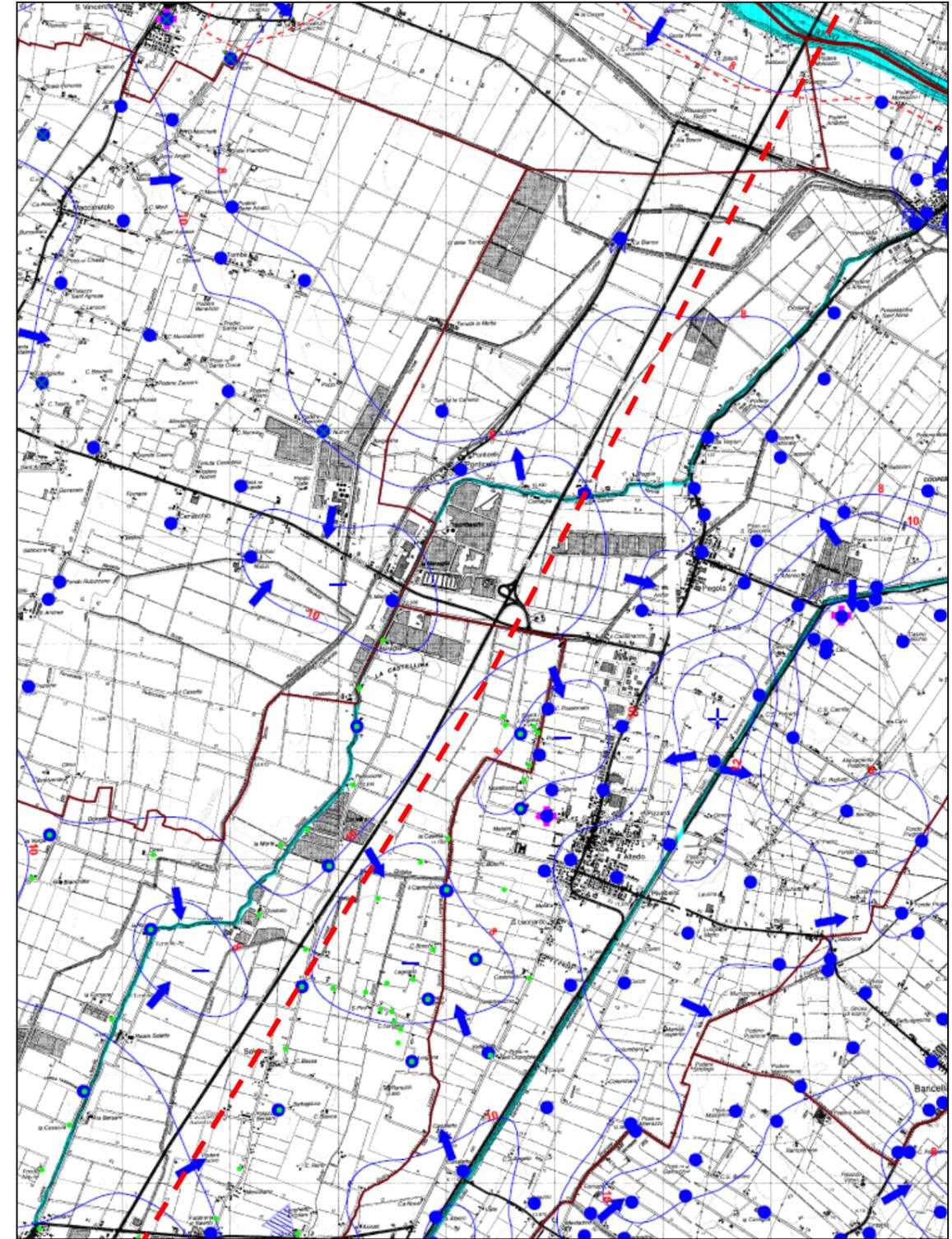
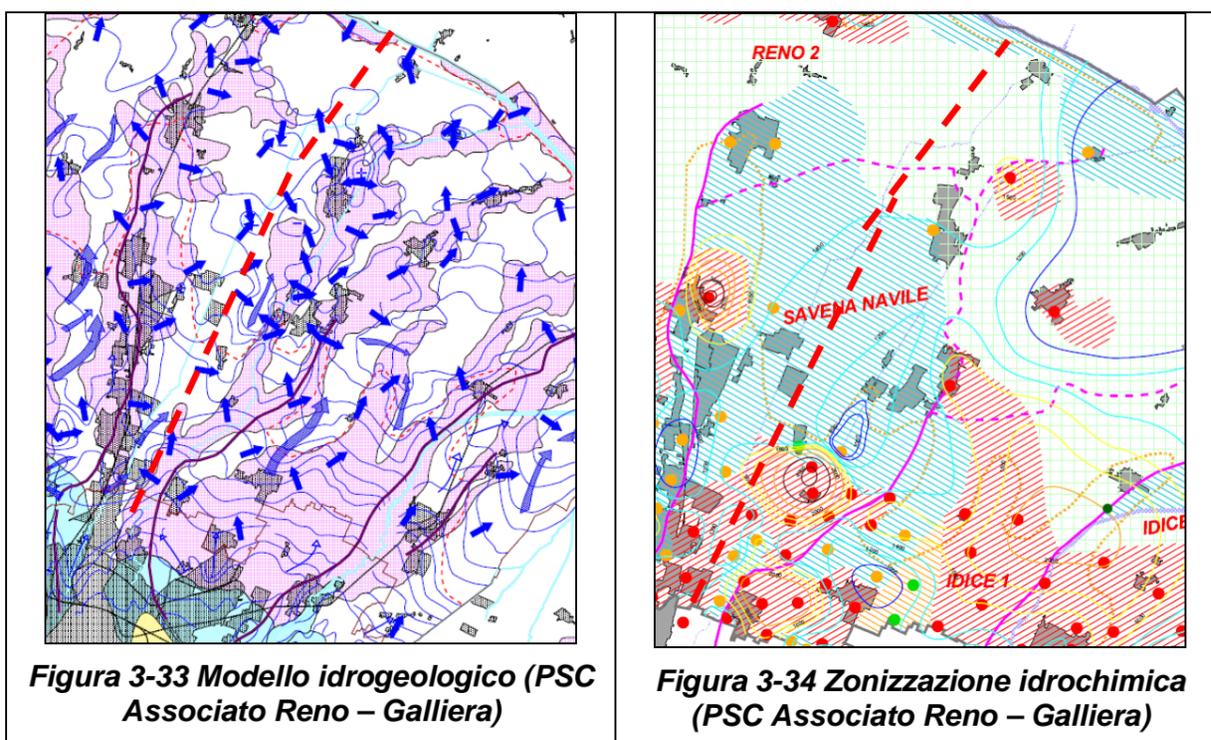


Figura 3-32 Carta idrogeologica (PSC Associato Reno – Galliera – Parte nord)

Nelle precedenti immagini, si può osservare un dettaglio della soggiacenza della falda superficiale e delle linee di deflusso principali e secondarie. Lungo il tratto di A13 interessato dal progetto, si evidenzia come la soggiacenza della falda sia sempre al di sopra dei 2 m di profondità dal piano di campagna nel tratto interessato dall'A13. L'autostrada, infatti, percorre un'area poco interessata da alvei o sub alvei attivi che possono creare delle situazioni di costante ricarica della prima falda, come invece si possono notare, dall'andamento delle isopieze lungo il corso del Navile e del Savena abbandonato.

La situazione del primo acquifero e la regione di pianura in cui ci si trova escludono queste porzioni di territorio dal rivestire funzioni di particolare importanza nella ricarica della falda, ad ogni modo in corrispondenza dei maggiori corsi d'acqua o in aree di passaggio di paleovalvei e rotte fluviali, è possibile ritrovare condizioni di maggior fragilità, a causa della presenza di depositi poroso-permeabili.



Inoltre, andando a vedere il livello qualitativo delle acque sotterranee, si osserva che, a parte un attendibile livello scadente (colore arancio in figura 2.34) a ridosso dell'area metropolitana di Bologna, da San Marino di Bentivoglio in poi, la classe qualitativa passa alla 2 (colore azzurro) che indica in sintesi un impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.

Per quanto riguarda il territorio di Poggio Renatico, le seguenti immagini mostrano soggiacenza e rischio potenziale idrogeologico.

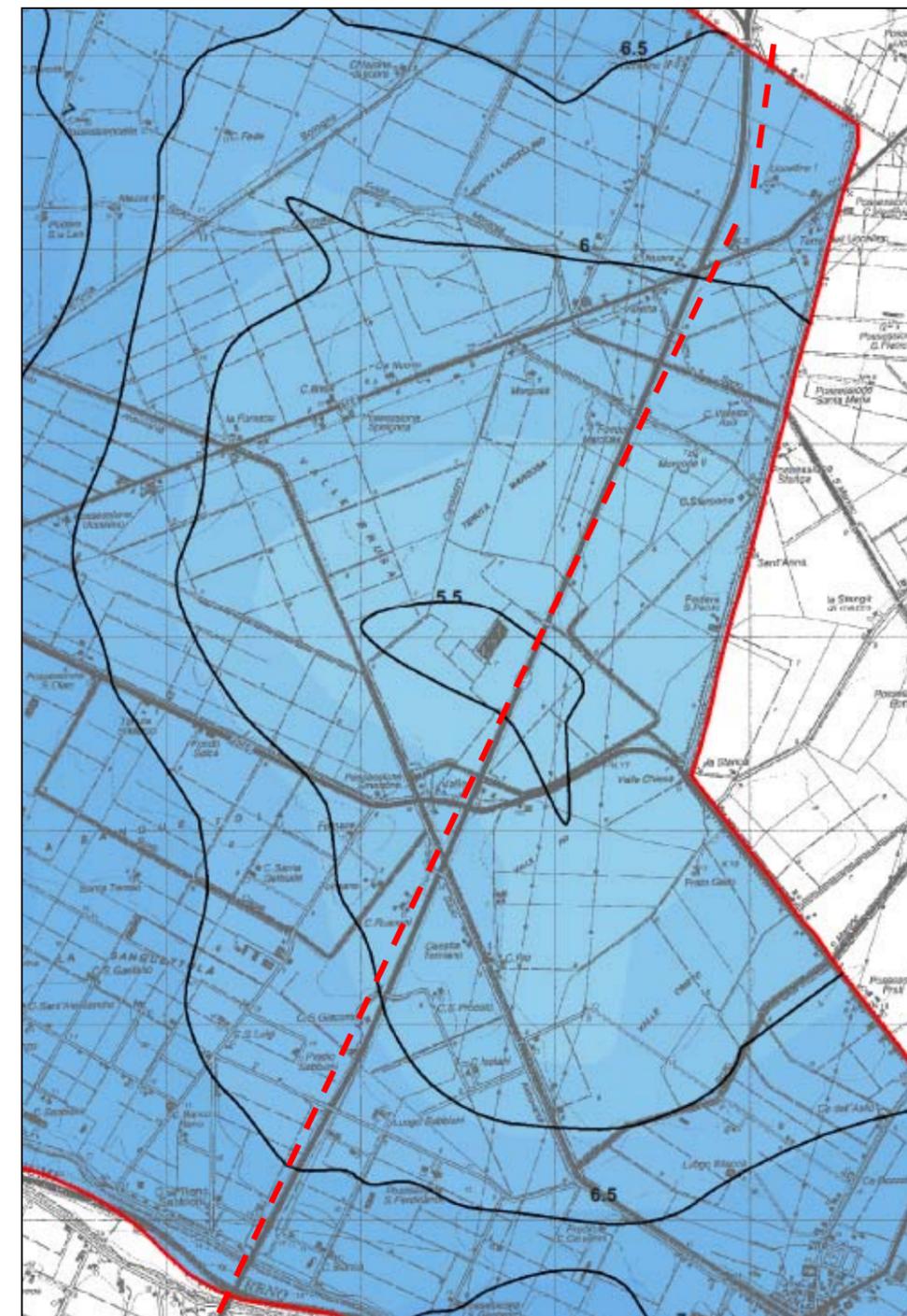


Figura 3-35 Tavola idrogeologica (PSC Poggio Renatico)

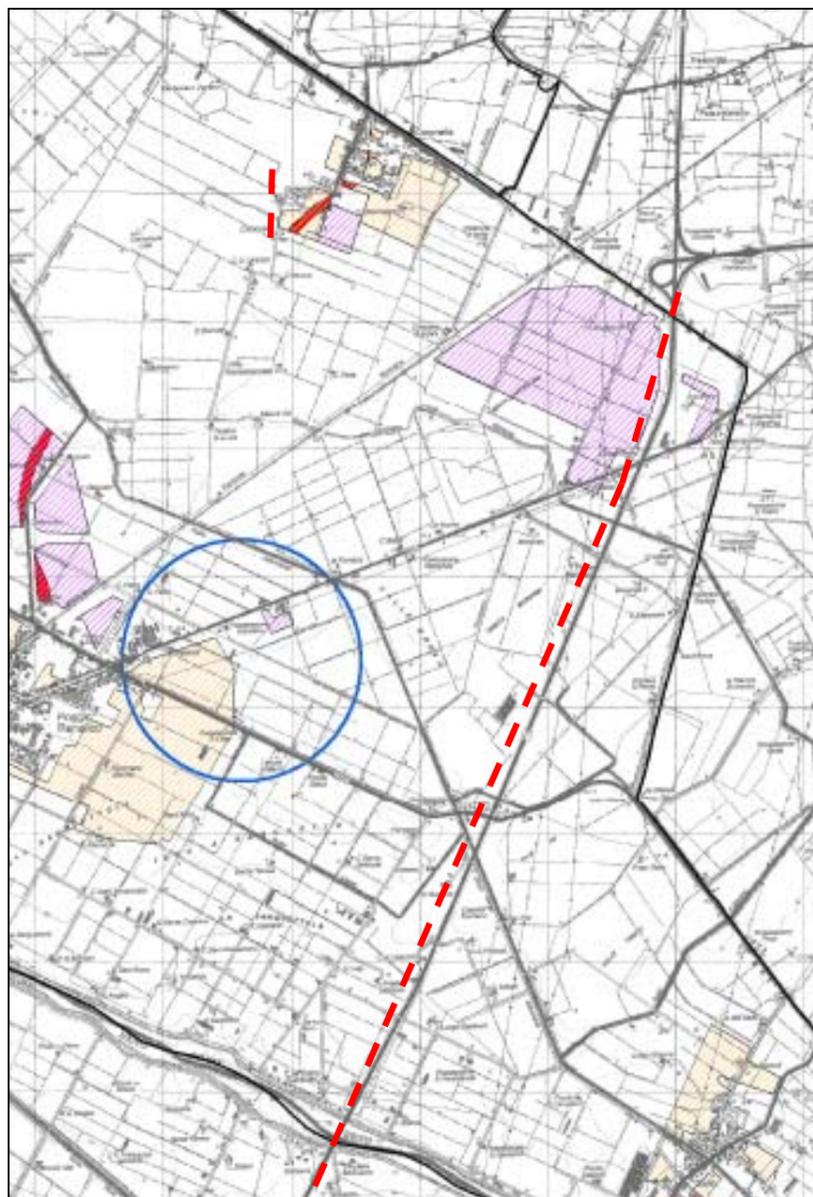


Figura 3-36 Tavola del rischio potenziale (PSC Poggio Renatico)

La figura 2.35 mostra che il primo acquifero soggiace ad una profondità media superiore ai 2 m dal piano di campagna (in colore azzurro è evidenziato il territorio comunale). Inoltre non sono individuati particolari elementi di rischio potenziale sul sistema idrogeologico (vedi figura successiva dove le aree di rischio sono evidenziate con campiture dalla arancio chiaro alla rossa), sebbene, in prossimità del Fiume Reno, sia attendibile una maggior fragilità, dovuta in gran parte al maggior tenore sabbioso dei depositi, a cui è associata una maggiore permeabilità della matrice suolo.

Come detto in precedenza, per la piccola porzione di A13, corrispondente con lo svincolo di Ferrara sud, interna al territorio comunale di Ferrara, per la quale non vi sono ulteriori informazioni da aggiungere in merito alla componente idrogeologica.

3.4 IMPATTI ATTESI SU SUOLO, SOTTOSUOLO E IDROGEOLOGIA

Risulta necessario effettuare una distinzione tra gli impatti attesi sul sottosuolo e l'idrogeologia e quelli attesi sul suolo.

Gli impatti attesi su sottosuolo e acque sotteranee, a parte la fase di realizzazione dell'ampliamento in oggetto, rimangono sostanzialmente invariati rispetto allo stato attuale, sono impatti che intersecano e si sovrappongono con quelli descritti nella parte relativa all'idraulica.

Gli impatti che si determineranno solamente in fase di cantierizzazione e di realizzazione del manufatto. Sono quelli che temporalmente si presentano per primi; sono impatti legati alla preparazione delle aree di cantiere, del nuovo sedime autostradale ed alla realizzazione delle opere di ampliamento e complementari ad esso.

In questo contesto, gli impatti che intervengono sul sistema geologico, idrico e idrogeologico, sono sostanzialmente derivati dalla modificazione dei suoli coinvolti (scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.) e la potenziale interferenza di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere e dalle lavorazioni, che dovessero in qualche modo percolare attraverso i terreni fino alla falda superficiale o entrare in contatto con la rete idrografica superficiale, determinando quindi situazioni di inquinamento nei confronti della matrice coinvolta.

Gli impatti che invece derivano dalle forme di utilizzazione dell'asse autostradale ampliato, sono sostanzialmente quelle relative al transito dei veicoli; il transito è già ovviamente presente e le previsioni sono quelle di una sua lenta costante crescita.

Le azioni impattanti sono: perdita di liquidi dai veicoli che possono percolare verso l'esterno del sedime e finire quindi nei canali di scolo laterali, consumo dei pneumatici e conseguente dilavamento delle polveri da essi derivanti, sversamento accidentale di sostanze pericolose ed inquinanti che allo stesso modo finirebbero nella rete scolante a lato del tracciato.

L'ampliamento di questo tratto di autostrada, non determina nuovi impatti da questo punto di vista, ma rappresenta comunque un ampliamento dei suddetti impatti ed è stata una occasione per ridefinirne i confini e la pericolosità, nonché le potenziali mitigazioni

La maggiore sicurezza viabilistica che la terza corsia consente, provocherà anche effetti benefici sulla riduzione della incidentalità e sui connessi rischi di sversamento accidentale di liquidi inquinanti.

Rispetto ai temi da verificare in sede di individuazione degli impatti potenziali è possibile escludere che l'intervento in esame possa avere effetti sui seguenti:

- Induzione di problemi di sicurezza per abitanti di zone interessate in seguito all'aumento di rischi di frane indotti dal progetto: il progetto si sviluppa totalmente in pianura ed utilizzerà cave di prestito autorizzate e valutate ambientalmente e poste anch'esse in pianura;
- Interferenza con siti contaminati: non sono segnalati siti contaminati nelle aree di intervento o di campo e cantiere;
- Consumi di risorse idriche sotterranee: il progetto non prevede la realizzazione di pozzi o un aumento di carico dei consumi d'acqua che, anche indirettamente, comporti un aumento di prelievi;
- Induzione (o rischi di induzione) di subsidenza: l'area non è particolarmente sensibile al fenomeno e l'assenza di prelievi significativi non fa prevedere la possibilità di una sua attivazione;
- Inquinamento di suoli da parte di depositi di materiali con sostanze pericolose: l'organizzazione e i presidi di cantiere previsti impediscono il verificarsi di questo tipo di impatto.

Di maggiore probabilità di verificarsi appaiono impatti come quelli seguenti:

- Interferenza idrogeologica con pozzi;
- Inquinamento delle acque di falda da percolazione di sostanze pericolose attraverso la movimentazione di suoli contaminati;
- Inquinamento delle acque di falda da percolazione di sostanze pericolose conseguente ad accumuli temporanei di materiali di processo, o a deposito di rifiuti;
- Interferenza con l'uso del suolo, in particolare agricolo, e relativo consumo;
- Inquinamento di suoli da parte di depositi di materiali con sostanze pericolose;
- Interferenze dei flussi idrici sotterranei (prime falde) da parte di opere sotterranee di progetto;
- Riduzione della disponibilità di risorse idriche sotterranee.

Un altro aspetto da valutare appare quello del Bilancio dei materiali, della loro provenienza e della destinazione delle terre da scavo e delle macerie delle demolizioni.

L'infrastruttura attuale oggetto di studio si presenta interamente in rilevato, ad eccezione delle opere di scavalco di strade e corsi d'acqua. Non essendo presenti tratti in trincea, non saranno da prevedersi sbancamenti e di conseguenza gli unici volumi di scavo, di entità limitata, sono riferibili allo scotico dei rilevati esistenti e all'ampliamento delle fondazioni delle opere d'arte.

Le attività che potenzialmente interferiscono con il suolo, il sottosuolo e l'idrogeologia possono essere così sintetizzate:

- Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere;

- Ampliamento della piattaforma autostradale, ampliamento degli svincoli e delle rampe di raccordo con l'area di servizio: con conseguente impermeabilizzazione del territorio e sottrazione definitiva di suolo agrario.

Le componenti che possono risultare interferite risultano le seguenti:

- Acque sotterranee
 - A.1 Quantità
 - A.2 Caratteristiche chimico fisiche delle acque
 - A.4 Idoneità delle acque all'utilizzo
- Suolo naturale:
 - B.1 Aree prossime all'infrastruttura
 - B.2 Aree distanti dall'infrastruttura

Dall'incrocio delle due liste si ottiene la seguente matrice sintetica di individuazione degli impatti riferiti alle componenti del sistema del acque.

La legenda dei simboli riportati nelle celle di incrocio è la seguente:

- X** Impatto negativo e permanente;
- x** Impatto trascurabile
- (X)** Impatto positivo e permanente;
- Xt** Impatto negativo transitorio
- 0** Impatto assente

Per quanto concerne il suolo e gli impatti relativi i dati quantitativi disponibili dagli elaborati di progetto e dal SIA che interferiscono con le componenti esaminate sono simili, in larga misura, a quelli utilizzati per la valutazione della componente acque superficiali e sono i seguenti:

- Area studio (considerata di 1 km di buffer per lato) = 3550 ha circa
- Superficie delle aree di cantiere e campo: CB01 = 6,9 ha (complessivi); CO01 = 6,76 ha complessivi, CO02 = 2,9 ha ;
- Superfici impermeabilizzate per la realizzazione dell'ampliamento e delle opere annesse (rampe, cavalcavia in sede nuova, ecc.) = 24,4 ha per la piattaforma e 30,0 ha per le opere annesse per un totale di 54,4 ha;
- Superfici sottratte al sistema agricolo 57,6 ha e alle aree non pavimentate con elementi di naturalità 7,8 ha;
- Nuove aree verdi del progetto 26,1 ha;
- Lunghezza dei tratti con sistema di raccolta a sistema chiuso 4,70 km su 32,54 km pari al 14% del tratto considerato.

Si descrive qualitativamente il funzionamento dei sistemi di trattamento delle acque:

- Diseolatori del sistema chiuso = 48 manufatti che vengono valutati idonei a coprire la tratta considerata;
- Presidi idraulici del cantiere idonei ad evitare contaminazioni delle acque superficiali e da queste la prima falda.

Tabella 3-5 Componenti interferite relazionati ai fattori casuali di impatto

COMPONENTI PER FATTORI CAUSALI		Fattori casuali		
		Approntamento ed esercizio delle aree di cantiere	Aree per lo stoccaggio definitivo delle terre di scavo	Ampliamento della piattaforma autostradale, realizzazione degli svincoli
Acque sotterranee	A.1 Quantità	xt	xt	X
	A.2 Caratteristiche chimico fisiche delle acque	Xt	xt	Xx
	A.3 idoneità delle acque all'utilizzo	xt	xt	x
Suolo naturale	B.1 Aree prossime all'infrastruttura	xt	xt	Xt
	B.2 Aree distanti dall'infrastruttura	0	0	0

Come si può notare dalla tabella sopra riportata, si tratta di impatti in generale di intensità trascurabile, tranne quelli relativi all'ampliamento della piattaforma e delle nuove opere connesse.

Va precisato che rispetto alle dinamiche in atto di urbanizzazione del territorio la sottrazione permanente di ca. 13,2 ha di superficie permeabile ha una incidenza limitata e pari al 2,41% del territorio dell'area studio.

In termini di uso del suolo la maggior parte di superficie interessata dai lavori è relativa ai seminativi e alle stesse scarpate autostradali inerbite, che vengono interessate dagli ampliamenti dei rilevati. Queste ultime vanno considerati impatti transitori ed incidono per circa 15.6 ha., infatti al termine dei lavori saranno ripristinate con la medesima superficie preesistente.

Gli impatti permanenti riguardano i seminativi e gli elementi di vegetazione spontanea cresciuta sulle scarpate dei rilevati dei cavalcavia.

Gli impatti attesi sul sistema delle acque sotterranee derivanti dalla fase di cantierizzazione e realizzazione dell'ampliamento autostradale in progetto risultano leggermente negativi e transitori. Concluse le attività di cantiere e di realizzazione dell'intervento in oggetto, i potenziali impatti cesseranno.

Si evidenziano possibili impatti sulle acque sotterranee di prima falda dovuti al previsto incremento di traffico e di conseguente rischio di incidentalità e relativo sversamento accidentale di liquidi potenzialmente inquinanti. Ciò in particolare in relazione alla presenza di tratti di raccolta delle acque di piattaforma a "sistema aperto" (tratti in cui si può manifestare l'inquinamento) e tratti a "sistema chiuso" (dove gli impatti possono manifestarsi solo in maniera trascurabile). – Il sistema chiuso previsto per la raccolta delle acque consente di minimizzare e rendere trascurabile l'impatto sulle acque sotterranee di prima falda dovuto all'incremento di traffico e rischio incidentalità e relativo rischio di sversamenti accidentali.

Anche per questa componente si è preferito non esprimere nella tabella sintetica gli impatti positivi, che pure sono presenti. Se ne fornisce di seguito una descrizione.

L'ampliamento autostradale consentirà di eliminare impatti attualmente esistenti sul sistema delle acque superficiali e conseguentemente con quelle sotterranee che sono con esse comunicanti, derivanti sostanzialmente dalla mancanza di un sistema chiuso di trattamento delle acque di piattaforma che verrà, invece, implementato in corrispondenza dei corsi d'acqua più sensibili, con la realizzazione della terza corsia per una lunghezza di ca. 4,1 km.

La possibilità di inquinamento delle acque profonde appare di natura trascurabile in relazione ai presidi previsti e alle tecniche di lavorazione previste.

Rispetto alla sottrazione di suolo sono stati considerati due casi: le aree necessarie per il ricovero a discarica delle terre eccedenti e la sottrazione di suolo dovuta all'ampliamento della sede stradale (descritto in precedenza).

Nel primo caso l'impatto è sostanzialmente assente, in quanto è progettualmente previsto il recupero pressoché totale delle terre scavate, nel rispetto delle norme vigenti in materia.

Nel secondo caso l'impatto è permanente di misura significativa a livello dell'area studio, parzialmente compensata dalle superfici che si rimetteranno a prato a fine lavori e dagli interventi di formazione di macchie arboreo arbustive.

3.5 MISURE DI MITIGAZIONE

Le mitigazioni per la componente suolo e sottosuolo e idrogeologia, sono molto simili a quelle adottate per la tutela delle acque superficiali. Si rimanda al paragrafo di riferimento per un commento più dettagliato limitandoci, in questa sede, alla loro elencazione.

Fase di cantiere

Il tema principale è quello della gestione delle acque e il cantiere è dotato di numerosi presidi per:

- Trattamento delle acque:
 - Impianto depurazione delle acque reflue industriali e meteoriche;
 - trattamento delle prime piogge di una parte dell'area di cantiere;
 - depurazione delle acque degli scarichi civili;
 - E' stato, inoltre, previsto un impianto di lavaggio autobetoniere a ciclo delle acque chiuso.

Sul collettore in uscita di ogni impianto di depurazione è stato previsto un pozzetto per prelievo campioni.

L'impianto di trattamento delle acque reflue industriali, scelto e sopra descritto, consente di rimuovere dai liquami le sostanze di natura sospesa e colloidale tramite il procedimento di chiariflocculazione che provoca l'agglomerazione di tali sostanze in fiocchi che vengono separati dall'acqua per sedimentazione e rimossi sotto forma di fango. Oltre al processo di chiariflocculazione viene prevista la correzione del pH, la separazione oli e la filtrazione di idrocarburi sospesi a coalescenza.

L'acqua in uscita dall'impianto viene accumulata in appositi serbatoi e solo la parte eccedente viene scaricata.

Trattandosi dello scarico dell'acqua industriale in un corpo idrico superficiale è stato scelto un impianto in grado di ridurre i parametri di inquinamento entro i limiti di emissione previsti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte terza del D.Lgs. n.152/2006.

Per quanto riguarda la realizzazione di scavi di fondazione e fondazioni indirette (Pali, ecc.) si segnala che gli scavi di fondazione verranno eseguiti all'asciutto, cioè in assenza di accumuli d'acqua sul fondo dello scavo. A tale scopo, i Capitolati Speciali di Appalto di progetto esecutivo della Società Autostrade per l'Italia S.p.A. prevedono la predisposizione di adeguati drenaggi e aggettamenti, per captare e allontanare con continuità eventuali venute d'acqua di filtrazione, o di ruscellamento, garantendo in questo modo la continuità del prosciugamento del fondo dello scavo (prevedendo altresì l'espletamento delle pratiche e quindi delle relative modalità previste per l'autorizzazione allo scarico superficiale).

Per l'esecuzione di fondazioni indirette (pali, o micropali), in particolare, nel caso di perforazioni mediante fanghi stabilizzanti in presenza di falda queste saranno eseguite senza l'utilizzo di fango bentonitico, ma con fanghi ecocompatibili (fanghi polimerici biodegradabili).

Queste modalità operative consentono, oltre alla tutela delle acque sotterranee anche quella delle acque superficiali.

E' possibile considerare una mitigazione dell'uso di inerti pregiati il ricorso che il progetto fa di materiali di recupero dalle demolizioni e la riduzione dei volumi dei nuovi rilevati dei cavalcavia adottando sostegni in terra armata per le zone in prossimità delle spalle.

Infine, per quanto riguarda l'uso del suolo, si evidenzia il recupero ambientale mediante ripristino all'uso agricolo delle aree di cantiere previsto in progetto.

Fase di esercizio

La realizzazione del sistema chiuso in riferimento al trattamento acque consente un'indiretta maggiore protezione delle falde ricaricate da questi vettori.

.....

4 VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA, ECOSISTEMI

4.1 METODOLOGIA

Le caratteristiche della copertura vegetale, della qualità degli ecosistemi e del relativo corredo florofaunistico dell'area di intervento e dell'intorno oggetto di indagine ha comportato un lavoro cospicuo di ricerca bibliografica, accompagnato da alcune uscite speditive di controllo, soprattutto nelle aree di maggior pregio naturalistico (porzioni più prossime al tracciato autostradale del SIC-ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella"). A base del lavoro è stato posto, in particolare per le aree contermini all'attuale tracciato, il censimento della vegetazione³ e le analisi fitosociologiche⁴ appositamente predisposte da Autostrade per l'Italia SpA

L'ambito territoriale considerato nelle analisi è stato costituito da un buffer di 1 km, collocato lungo il tracciato autostradale oggetto di intervento (sulla quale insisteranno l'ampliamento e i relativi cantieri di lavoro). Questo buffer rappresenta l'area prudenziale su cui potranno insistere gli impatti di cantiere e di esercizio (principalmente polveri e rilascio di sostanze e, in misura ridottissima, eventuali sottrazioni permanenti di spazi). Per i taxa faunistici e floristici di maggior valore conservazionistico si sono considerate cautelativamente anche segnalazioni attendibili riferiti ad un intorno più ampio di 3 km.

Si può sintetizzare quanto svolto nella realizzazione dell'analisi attraverso le seguenti fasi operative:

1. ricerche bibliografiche riferite all'area in cui insiste l'ampliamento di progetto e il cantiere di lavoro ed ad un intorno più allargato di circa un km (per alcune specie rilevanti, 3 km);
2. ricerche di segnalazioni inedite / lavori scientifici non pubblicati;
3. colloqui con testimoni autorevoli;
4. valutazione della cartografia tematica disponibile e consultazione / interpretazione di materiale fotografico (foto aeree);
5. confronto con rilievi e censimenti svolti da Ecosistema e da Studio Silva nell'intorno di indagine e in aree con caratteristiche ambientali analoghe della pianura bolognese e ferrarese;
6. alcune uscite speditive di controllo, soprattutto nelle aree di maggior pregio naturalistico;
7. rielaborazione e sintesi dei dati raccolti.

³ Studio Silva srl per conto di SPEA spa, 2011, Censimento della vegetazione, Realizzazione di indagini vegetazionali all'interno delle aree di pertinenza autostradale in relazione all'ampliamento della terza corsia

⁴ Studio Silva srl per conto di SPEA spa, 2011, Indagini fitosociologiche, idem.

4.2 ASPETTI FLORISTICI

4.2.1 La flora vascolare

La lista delle specie segnalate è composta da **376 piante vascolari** (369 presenti/potenziati, 7 estinte o comunque non confermate in tempi recenti).

Da tale lista sono state escluse numerose specie esotiche non considerabili come parte della flora italiana⁵ perché:

- specie/cultivar sfuggite a coltura, ma non inselvatichite;
- taxa introdotti in ambiente naturale volontariamente o involontariamente e qui tuttora presenti con individui vitali, ma comunque non in grado di riprodursi e/o costituire popolazioni stabili nel tempo (ad es. diverse specie arboree ornamentali quali *Acer saccharinum*, *Cedrus atlantica*, *Cupressus arizonica*, *Dyospiros lotus*, *Paulonia tomentosa*, *Platanus orientalis*, *Salix babylonica*, *Salix matsudana*, *Taxodium distichum* *Ulmus campestris*, *Ulmus nigra*)

Le specie in lista possono essere suddivise dal punto di vista tassonomico nella maniera seguente.

Tabella 4-1 Suddivisione tassonomica delle specie presenti

Divisione	taxa	Famiglia	presenti potenziati	estinti non confermati
PTERIDOFITE	14	<i>Aspleniaceae</i>	3	
		<i>Azollaceae</i>		1
		<i>Dryopteridaceae</i>	2	
		<i>Equisetaceae</i>	3	1
		<i>Marsileaceae</i>		1
		<i>Pteridaceae</i>	1	
		<i>Salviniaceae</i>		1
GIMNOSPERME	6	<i>Thelypteridaceae</i>		1
		<i>Cupressaceae</i>	1	
DICOTILEDONI	271	<i>Pinaceae</i>	5	
		<i>Aceraceae</i>	3	
		<i>Amaranthaceae</i>	5	
		<i>Apiaceae</i>	3	
		<i>Apocynaceae</i>	2	
		<i>Araliaceae</i>	1	
		<i>Aristolochiaceae</i>	2	
		<i>Asteraceae</i>	41	
		<i>Berberidaceae</i>	1	
		<i>Betulaceae</i>	4	
		<i>Boraginaceae</i>	5	
		<i>Brassicaceae</i>	21	
		<i>Buddlejaceae</i>	1	
		<i>Campanulaceae</i>	1	
<i>Cannabaceae</i>	1			

⁵ Conti F. et al., 2005, An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora, Palombi ed., Roma

Divisione	taxa	Famiglia	presenti potenziali	estinti non confermati
		<i>Caprifoliaceae</i>	6	
		<i>Caryophyllaceae</i>	5	
		<i>Celastraceae</i>	1	
		<i>Ceratophyllaceae</i>	2	
		<i>Chenopodiaceae</i>	4	
		<i>Clusiaceae</i>	1	
		<i>Convolvulaceae</i>	4	
		<i>Cornaceae</i>	2	
		<i>Crassulaceae</i>	1	
		<i>Cucurbitaceae</i>	2	
		<i>Dipsacaceae</i>	2	
		<i>Euphorbiaceae</i>	5	
		<i>Fabaceae</i>	18	
		<i>Fagaceae</i>	2	
		<i>Gentianaceae</i>	1	
		<i>Geraniaceae</i>	2	
		<i>Haloragaceae</i>	2	
		<i>Hippuridaceae</i>	1	
		<i>Juglandaceae</i>	2	
		<i>Lamiaceae</i>	15	
		<i>Lauraceae</i>	1	
		<i>Lentibulariaceae</i>	1	
		<i>Lythraceae</i>	1	
		<i>Malvaceae</i>	4	
		<i>Menyanthaceae</i>	1	
		<i>Moraceae</i>	3	
		<i>Nymphaeaceae</i>	2	
		<i>Oleaceae</i>	3	
		<i>Onagraceae</i>	1	
		<i>Papaveraceae</i>	3	
		<i>Phytolaccaceae</i>	1	
		<i>Plantaginaceae</i>	2	
		<i>Platanaceae</i>	1	
		<i>Polygonaceae</i>	9	
		<i>Portulacaceae</i>	1	
		<i>Primulaceae</i>	3	
		<i>Ranunculaceae</i>	8	
		<i>Rhamnaceae</i>	2	
		<i>Rosaceae</i>	16	
		<i>Rubiaceae</i>	6	
		<i>Salicaceae</i>	13	
		<i>Scrophulariaceae</i>	8	
		<i>Simaroubaceae</i>	1	
		<i>Solanaceae</i>	2	
		<i>Tiliaceae</i>	1	
		<i>Ulmaceae</i>	2	
		<i>Urticaceae</i>	2	

Divisione	taxa	Famiglia	presenti potenziali	estinti non confermati
		<i>Verbenaceae</i>	1	
		<i>Violaceae</i>	1	
		<i>Vitaceae</i>	2	
MONOCOTILEDONI	85	<i>Alismataceae</i>	1	
		<i>Butomaceae</i>	1	
		<i>Hydrocharitaceae</i>	4	
		<i>Najadaceae</i>	1	
		<i>Potamogetonaceae</i>	2	
		<i>Zannichelliaceae</i>	1	
		<i>Araceae</i>	2	
		<i>Lemnaceae</i>	2	
		<i>Commelinaceae</i>	1	
		<i>Cyperaceae</i>	9	
		<i>Poaceae</i>	39	
		<i>Sparganiaceae</i>	1	
		<i>Typhaceae</i>	2	
		<i>Dioscoreaceae</i>	1	
		<i>Iridaceae</i>	2	
		<i>Liliaceae</i>	8	
		<i>Orchidaceae</i>	6	2

Quasi tutte le specie estinte o non confermate in tempi recenti, sono di rilevante valore conservazionistico (ad es. *Marsilea quadrifolia*, l'unica specie di Allegato 2 della Direttiva Habitat segnalata nel territorio) e connesse ad ambienti umidi permanenti o comunque temporaneamente allagati che, per tutto il novecento, sono stati oggetto di bonifiche e radicali trasformazioni.

Le proporzioni fra le ricchezze specifiche delle diverse divisioni sono tutto sommato nella norma, ma deve essere rilevato come:

- tutto il contributo delle Gimnosperme (Conifere) sia legato esclusivamente a specie introdotte per scopi ornamentali e di arredo, non essendo questi taxa presenti spontaneamente negli ambienti planiziali delle province considerate,
- l'apprezzabile presenza di Pteridofite (anche al netto dei taxa estinti) testimonia la loro resilienza legata alla capacità di sopravvivere in ambienti artificiali limitati e marginali (ad es. chiaviche in muratura, pozzi, pareti esposte a N di edifici antichi).

Per quanto riguarda le famiglie, le specie più presenti nella checklist (al netto dei taxa estinti) appartengono come solito alle famiglie *Asteraceae* e *Poaceae*. Con un contributo inferiore, ma sempre significativo, seguono, *Brassicaceae* (anche grazie a specie coltivate inselvatichite), *Fabaceae* e *Rosaceae*.

La presenza proporzionalmente apprezzabile di Salicacee e Ciperacee è invece da mettere in relazione soprattutto con l'esistenza habitat idonei (corsi d'acqua e zone umide).

Nel complesso le prime nove famiglie analizzate contribuiscono a poco meno della metà della ricchezza floristica totale delle specie presenti.

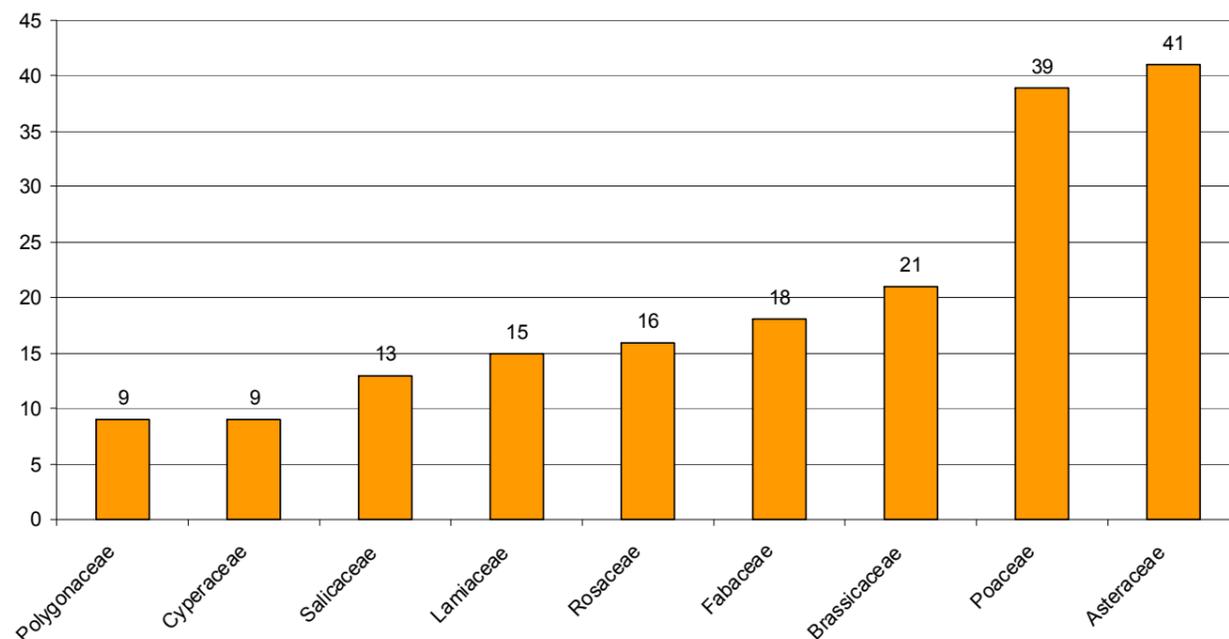


Figura 4-1 – Distribuzione del numero di specie nelle famiglie principali

Le analisi successive si sono concentrate su alcuni aspetti relativi all'ecologia delle specie (forme biologiche, elementi corologici) in grado di evidenziare parametri che aiutano a valutare sinteticamente le condizioni ambientali (grado di naturalità, livello di antropizzazione) dell'area in questione.

Per quanto riguarda il quadro conservazionistico, sono state evidenziate le specie di interesse comunitario/conservazionistico e quelle alloctone invasive.

4.2.1.1 Spettro biologico

Le forme biologiche secondo Raunkiaer (1934) corrispondono ad alcune categorie che raggruppano le specie vegetali in base agli adattamenti ed alle strategie adottate per superare la stagione avversa.

Vengono così individuate 7 categorie principali.

- **Camefite** - piccoli arbusti, frutici, suffrutici con gemme persistenti nell'inverno, poste ad altezza non superiore a 25 cm.
- **Elofite** - piante semiacquatiche, crescenti presso le acque, con gli organi che assicurano la persistenza della pianta durante la stagione avversa almeno in parte sommersi.
- **Emicriptofite** - piante erbacee perenni o biennali, con gemme persistenti durante l'inverno situate al livello del suolo e qui protette da terriccio, detriti, foglie morte e, talora, foglie verdi basali sopravvivenenti almeno in parte.

- **Fanerofite (e Nanofanerofite)** - alberi e arbusti con gemme persistenti nell'inverno poste al di sopra del suolo, ad un'altezza non inferiore a 25 cm (oltre 2 m per le fanerofite, tra 2 m e 25 cm per le nanofanerofite)
- **Geofite** - piante, in genere erbacee, la cui persistenza durante la stagione sfavorevole viene assicurata da organi posti sotto al suolo (bulbi, tuberi, rizomi).
- **Idrofite** - piante acquatiche con organi che assicurano la persistenza della pianta posti sott'acqua durante tutto l'inverno.
- **Terofite** piante erbacee (annuali) delle quali, durante la stagione avversa, persistono solamente i semi. La vita di queste piante è limitata solamente ad alcuni mesi dell'anno.

Queste categorie forniscono informazioni di carattere strutturale tra il clima e la flora di un dato territorio. Raggruppando le forme biologiche riscontrate, si ottiene il seguente spettro biologico.

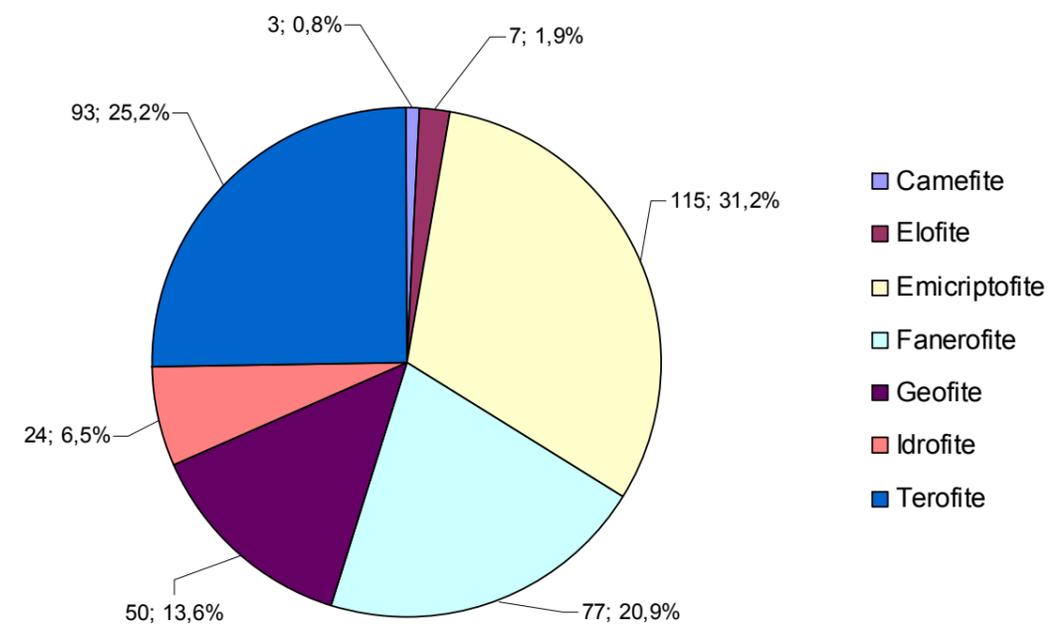


Figura 4-2 – Grafico dello Spettro biologico

Le **piante erbacee terrestri** costituiscono la maggior parte delle specie presenti (complessivamente quasi il 70%). Una buona parte sono specie annuali (25,2%) spesso di scarso significato ecologico in quanto piante dal breve ciclo vitale, legate ad ambienti disturbati (commensali delle colture, ambienti ruderali e disturbati, etc.). La maggior parte è comunque costituito da specie più esigenti ecologicamente.

Le più rappresentate sono le biennali/perenni con gemme persistenti al livello del suolo (31,2%) indicatrici di terreni non lavorati / parzialmente lavorati.

Significativo per un ambito planiziale è anche il contingente (13,5%) di geofite (le più esigenti, legate a boschi o ad arbusteti evoluti, oppure anche ad argini erbacei stabili nel tempo e senza significative lavorazioni); buona parte di esse è comunque presente in pochi popolamenti con numero in genere esiguo di individui, quindi potenzialmente più sensibili ad eventuali impatti legati a nuovi interventi antropici.

La **componente arbustiva o arborea** è rappresentata da oltre il 20% delle specie della checklist: questo valore è sufficientemente elevato per un comprensorio di pianura, dove la copertura arborea naturale è stata drasticamente ridotta dall'uso storico del territorio da parte dell'uomo.

Buona parte delle fanerofite rilevate non corrispondono però ad elementi autoctoni per la flora italiana (*Populus canadensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, ...) o, se lo sono, possono essere state introdotte nell'ambito planiziale per arredo verde (ad esempio specie collinari-montane come *Acer pseudoplatanus* e *Salix caprea* o taxa italiani del tutto estranei all'Emilia-Romagna come *Alnus cordata*) oppure derivare da impianti artificiali (spesso lungo i dossi erbosi perimetrali con funzioni di schermo visivo e sonoro o sulle sponde di maceri o laghetti: *Acer campestre*, *Morus alba*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus*, *Prunus spinosa*, *Fraxinus ornus*, *F. oxycarpa*) o ancora si tratta di specie ruderali (*Sambucus nigra*, *Rubus* sp. pl.) e indicatrici comunque di situazioni di forte disturbo.

La maggior parte delle specie arboree e arbustive spontaneamente presenti nell'area di pianura appartengono poi ai generi *Salix* e *Populus*, ampiamente presenti con svariati taxa nella pianura bolognese e ferrarese.

Nel comprensorio di pianura osservato è comunque ancora apprezzabile la presenza di esemplari isolati o in filare di *Quercus robur*, *Quercus petrae*, *Alnus glutinosa* e *Ulmus minor*.

Dato significativo e positivo è infine quello riferito alle **specie erbacee perenni acquatiche e semiacquatiche** che complessivamente raggiungono l'8,4% delle specie presenti. La percentuale di questi tipi biologici, pur ridotta rispetto alle liste floristiche dell'800 (quando la presenza di diverse ed ancora estese zone umide permetteva percentuali che sfioravano un quinto della ricchezza floristica totale) è in forte ripresa anche solo rispetto agli anni 90 del secolo scorso ed evidenzia come nel comprensorio siano presenti zone umide con apprezzabile diversità e valenza ecologica che hanno consentito il recupero di questa componente particolarmente minacciata.

Del tutto irrilevante è infine il peso ecologico e il significato delle camefite (0,8%).

4.2.1.2 Spettro corologico

Lo spettro corologico rappresenta una ripartizione percentuale delle specie floristiche censite in base alla loro categoria corologica (tassonomia che raggruppa le specie vegetali in base agli areali geografici di provenienza).

Come riferimento per gli elementi corologici, si sono modificati e adattati gli elenchi di Pignatti (1982) e soprattutto Poldini (1991). In base alle attribuzioni delle diverse specie, si è costruito il seguente spettro corologico.

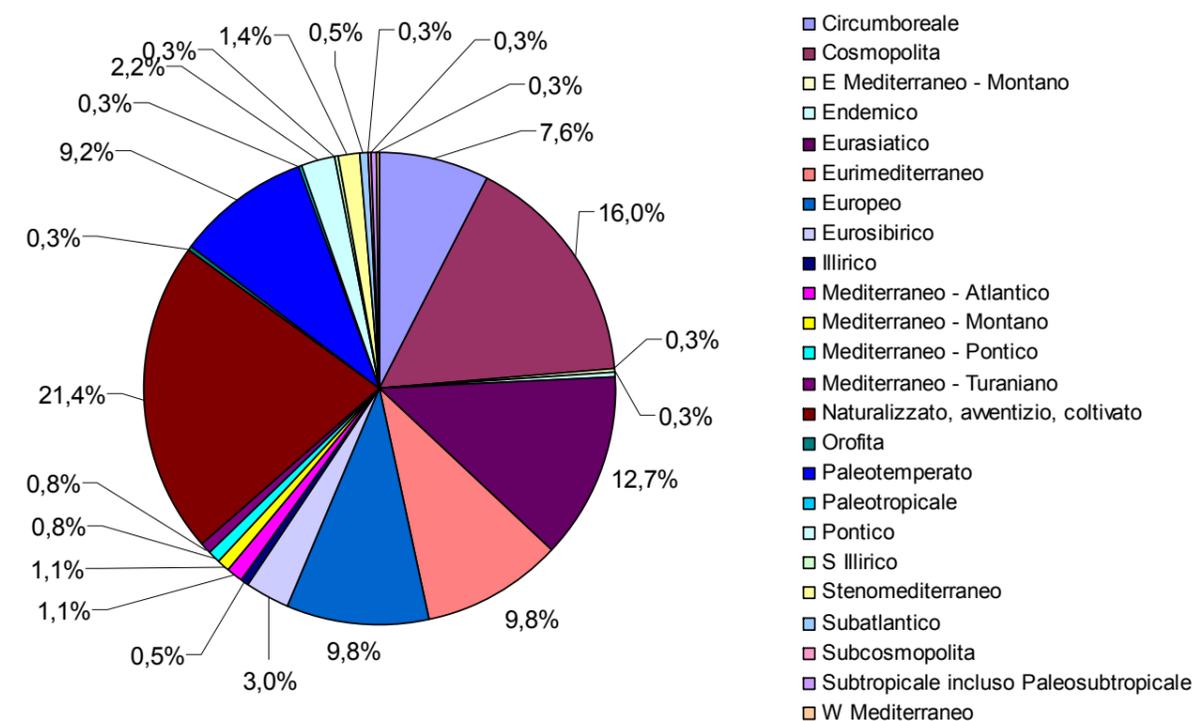


Figura 4-3 – Spettro corologico

Si tratta di una ripartizione che può essere considerata tipica di un'area planiziale di transizione fra quella centroeuropea (più marcata) e quella mediterranea (meno marcata), nella quale però risultano di maggiore intensità i disturbi antropici.

Gli elementi più evidenti che emergono dalla lettura dello spettro corologico dell'area investigata possono essere riassunti come segue:

- Il contingente più cospicuo di piante è quello formato dalle specie con amplissimi areali (cosmopolite, sub cosmopolite, Mediterraneo-turaniane) o naturalizzate, avventizie e coltivate cioè di specie esotiche non spontanee per la nostra flora (elementi asiatici, nordafricani e nordamericani), che costituiscono il 39,0% dell'intero corredo floristico; spesso queste specie sono state introdotte intenzionalmente o accidentalmente dall'uomo in epoche antiche (archofite) o recenti/recentissime (neofite). Molte di esse diventano fortemente competitive con la flora spontanea autoctona in tutti contesti ambientali disturbati e testimoniano una certa banalità della composizione floristica di queste aree di pianura. Rispetto però ad altre zone planiziali esaminate in analoghi lavori, questa componente si presenta inferiore al 40%, quando il contributo altrove supera abbondantemente questa soglia, sfiorando spesso il 50%.

- Un gruppo quasi equivalente come numerosità (36,9%) è quello delle piante eurasiatiche in senso ampio, che comprendono piante a gravitazione europea, eurosiberiana, pontica, paleotemperata ed eurasiatica propriamente detta. Queste piante testimoniano la presenza di condizioni complessivamente temperate che contraddistinguono il vasto comprensorio di pianura. L'esistenza poi di alcune specie a corologia pontica segnala un certo contributo di tipi più termofili.
- Inferiore ma apprezzabile è il contingente di specie che gravitano attorno al bacino del Mediterraneo (soprattutto quelle a più ampia diffusione, le cosiddette euri-mediterranee) che costituiscono un'apprezzabile quota dello spettro corologico (13,0%). L'esistenza di specie mediterranee è un elemento tipico e coerente con la localizzazione del territorio, situato nella porzione più orientale della pianura emiliana, al confine con il settore romagnolo; per confronto, zone di pianura del settore romagnolo, analoghe per estensione e morfologia, ma più vicine al mare superano facilmente il 25% di presenze mediterranee.
- Ridotto è invece l'elemento boreale (7,6%), rappresentato da specie che vegetano in genere a latitudini più elevate e in zone con climi rigidi: l'esistenza di piante con questa corologia testimonia soprattutto l'aspetto continentale-freddo del clima della pianura padana, spesso collegabile a specie nemorali che vivono all'interno degli lembi forestali residui.
- Quantitativamente poco significativi sono infine i taxa con caratteri atlantici (1,6%) e orofitici (1,6%), specie legate a climi decisamente oceanici o molto freddi: essi possono essere considerati testimonianze di situazioni ambientali diverse dalle attuali, che sopravvivono in situazioni microclimatiche particolari.
- A testimonianza della semplificazione floristica di cui sicuramente è stato oggetto il contesto indagato nei decenni scorsi, la componente endemica (cioè quello costituito dalle specie presenti solamente in Italia) è di fatto assente, considerando come l'unico endemismo presente in lista (*Alnus cordata*) sia specie a distribuzione centromeridionale, introdotta in Emilia-Romagna attraverso interventi di forestazione ecologicamente scorretti.

4.2.2 Specie di interesse comunitario e specie di interesse conservazionistico

Diversi sono i riferimenti per valutare quali siano le specie particolarmente rare e minacciate presenti nel territorio e, quindi, meritevoli di particolare attenzione (tutela degli habitat, interventi di conservazione attiva mirati, attività di informazione e sensibilizzazione, ...). Si è quindi proceduto a verificare le specie:

- considerate di interesse comunitario secondo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat";
- protette da convenzioni internazionali (Berna, Washington);
- protette dalla L. R. 2/77
- specie identificate come target conservazionistico da parte della Regione Emilia-Romagna.

Dal punto di vista conservazionistico, la checklist così derivata presenta limitati, ma significativi elementi di interesse, anche se alcune delle specie più importanti sono estinte o non confermate da diversi decenni nell'area di indagine. Molte di queste ultime piante sono però presenti in aree contigue e non si può quindi escludere una ricolonizzazione anche all'interno degli habitat idonei presenti nell'intorno di studio.

Nell'allegato MAM-AMBX-VEG-001 è riportato l'elenco completo della flora vascolare presente con l'indicazione della forma biologica, dello spettro corologico e della loro eventuale presenza nelle liste considerate di interesse comunitario secondo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat" (Dir Habitat, all. II, IV e V) o nelle liste delle specie protette dalla L. R. 2/77.

Nella tabella che segue sono riepilogati i taxa di maggior interesse conservazionistico con evidenziato il provvedimento legislativo che li tutela.

Tabella 4-2 Taxa di maggior interesse conservazionistico

Taxon estinto nell'area	_LUNGO NOME	92/43/CEE HABITAT Ap2*	92/43/CEE HABITAT Ap2	92/43/CEE HABITAT Ap4	92/43/CEE HABITAT Ap5	BERNA Ap2	CITES All A	CITES All B	CITES All D	L.R. 2/77	Specie target RER
X	Marsilea quadrifolia L.		X			X					X
X	Orchis coriophora L.					X		X		X	
X	Orchis laxiflora Lam.					X		X		X	X
X	Salvinia natans (L.) All.					X					X
X	Thelypteris palustris Schott										X
	Centaurea nigrescens Willd. pinnatifida (Fiori) Dostál										X
	Ceratophyllum demersum L.										X
	Ceratophyllum submersum L. submersum										X
	Erucastrum nasturtiifolium (Poir.) O.E. Schulz nasturtiifolium										X
	Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.					X		X		X	
	Hippuris vulgaris L.										X
	Hottonia palustris L.										X
	Hydrocharis morsus-ranae L.										X
	Listera ovata (L.) R. Br.					X		X		X	
	Myriophyllum verticillatum L.										X
	Najas minor All.										X
	Nymphaea alba L.									X	X
	Nymphoides peltata (S.G. Gmel.) Kuntze										X
	Orchis morio L.					X		X		X	
	Orchis purpurea Huds.					X		X		X	
	Orchis tridentata Scop.					X		X		X	
	Phyllitis scolopendrium (L.) Newman scolopendrium									X	X

Ranunculus lingua L.										X
Serapias lingua L.					X		X		X	X
Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.										X
Stratiotes aloides L.										X
Typha angustifolia L.										X
Utricularia vulgaris L.										X
Vallisneria spiralis L.										X
Vinca major L. major									X	
Vinca minor L.									X	
Zannichellia palustris L. palustris										X

L'Atlante della Flora Protetta della Regione Emilia-Romagna segnala la presenza di 9 specie protette elencate in tabella, a cui si è aggiunta la segnalazione recente di *Serapias lingua*.

Di fatto **non sono presenti specie di interesse comunitario** (Dir Habitat, all. II, IV e V), in quanto l'unica specie (*Marsilea quadrifolia*) risulta scomparsa dalla pianura bolognese da alcuni decenni, mentre in quella ferrarese era data per presente, ma non confermata di recente, nelle sole Valli di Campotto (qui è stata anche tentata la sua reintroduzione) che dista 18,1 km dal tracciato autostradale.

Delle 10 specie tutelate dalla Convenzione di Berna, **solo 6 risultano attualmente presenti** con segnalazioni recenti. Queste ultime sono pure tutelate dalla Convenzione di Washington (CITES).

Queste ultime sono le 6 orchidee selvatiche presenti nell'area di indagine, le quali vengono contemporaneamente tutelate anche a livello regionale, assieme ad altre 4 specie.

La Regione Emilia Romagna ha emanato nel 1977 una serie di provvedimenti per la salvaguardia della Flora Regionale e la disciplina della raccolta dei prodotti del sottobosco. Tale legge (L.R. 2/77) definisce tra l'altro un elenco di specie da proteggere perché rare o minacciate.

Queste piante sono in genere ottime indicatrici, con la loro presenza, di habitat da salvaguardare per una intrinseca vulnerabilità e peculiarità ecologica, e, ovviamente, censire la flora spontanea protetta costituisce un ottimo strumento di verifica della "qualità" degli ambienti naturali.

Anche per l'area oggetto di studio si è quindi proceduto ad una ricerca delle presenze floristiche protette soprattutto attraverso un'indagine della bibliografia e della letteratura scientifica esistente. (durante altre attività di ricerca svolte dal gruppo di lavoro negli anni passati in alcune fra le aree oggetto di indagine non si sono comunque rilevate specie protette).

L'indagine bibliografica ha previsto da un lato la consultazione dell'Atlante e della banca dati della Flora Protetta della Regione Emilia-Romagna (dati aggiornati al 1996), dall'altro la ricerca bibliografica di segnalazioni specifiche per le aree oggetto di studio.

Tabella 4-3 Taxa di maggior interesse conservazioni stico

SPECIE PROTETTE LR 2/77 SEGNALATE nei quadranti di riferimento	Indice di rarità	Segnalata buffer 1 km	Segnalata al di fuori	Ecologia compatibile ambienti buffer
Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.	60,7	SI	SI	SI
Listera ovata (L.) R. Br.	58,7		SI	SI
Nymphaea alba L.	93,6		SI	SI
Orchis morio L.	59,9		SI	SI
Orchis purpurea Hudson	60,1		SI	SI
Orchis tridentata Scop.	74,9		SI	SI
Phyllitis scolopendrium (L.) Newman scolopendrium	90,9		SI	NO
Serapias lingua L.	98,7		SI	NO
Vinca major L. major (*)	---		SI	---
Vinca minor L.	85,2		SI	NO

* taxon in lista, MA NON SIGNIFICATIVO dal punto di vista conservazionistico, in quanto specie legata in questi contesti solo ad introduzioni accidentali causate da giardinaggio e floricoltura.

Tutte le segnalazioni si riferiscono sostanzialmente a stazioni esterne al buffer di indagine, tranne il caso di una singola orchidea, relativamente frequente anche in aree contigue della pianura bolognese. **Nessuna specie può quindi considerarsi esclusiva dell'intorno studiato.**

Considerando le esigenze ecologiche delle specie più rare e minacciate, queste **non sembrano compatibili** con le tipologie e/o lo status evolutivo e conservazionistico degli habitat presenti all'interno del buffer stesso, mentre invece potrebbero essere ancora presenti alcune fra quelle più comuni.

Unica eccezione è rappresentata dalla **Ninfea bianca**, specie legata agli specchi d'acqua e ai canali a lentissimo scorrimento, la quale potrebbe eventualmente trovare habitat idonei soprattutto presso gli specchi d'acqua che il tracciato autostradale interseca fra i comuni di Bentivoglio e Malalbergo. La presenza certa in questi contesti di alcuni habitat di interesse comunitario garantisce comunque la necessaria attenzione progettuale e cantieristica.

4.2.3 Specie alloctone ed invasive

Fin dall'antichità e con ritmo crescente negli ultimi decenni, l'uomo ha introdotto volontariamente o accidentalmente piante erbacee, arbustive e arboree in luoghi ove queste specie non dimoravano naturalmente, spesso causando effetti negativi sulle popolazioni animali e vegetali autoctone (indigene). Dallo spettro corologico si è già evidenziata una suddivisione tra specie autoctone italiane (o indigene)⁶ e specie alloctone (o avventizie o esotiche o aliene)⁷.

⁶ Specie naturalmente presenti in una determinata area, in cui si sono originate o sono giunte senza l'intervento diretto dell'uomo (intenzionale o accidentale).

⁷ Specie che non appartengono alla flora originaria di una determinata area, ma che vi sono giunte per l'intervento diretto dell'uomo (intenzionale o accidentale).

È quindi possibile estrarre dalla flora alloctona presente un elenco di specie invasive, cioè taxa alloctoni con popolazioni che si autosostengono e che determinano un impatto rilevante sulle biocenosi locali.

Tabella 4-4 Specie alloctone e invasive significative

Nome scientifico	Nome comune	Alloctona	Invasiva
Abutilon theophrasti Medik.	Cencio molle	X	
Acer negundo L.	Acero americano		X
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle	Ailanto; Albero del Paradiso		X
Amaranthus albus L.	Amaranto bianco		X
Amaranthus cruentus L.	Amaranto cruento		X
Amaranthus deflexus L.	Amaranto comune; Blito		X
Amaranthus hybridus L.	Amaranto a spiga verde		X
Amaranthus retroflexus L.	Amaranto comune; Blito		X
Ambrosia psilostachya DC.	Ambrosia con foglie di coronopus		X
Amorpha fruticosa L.	Indaco bastardo		X
Arundo donax L.	Canna domestica; Canna gentile	X	
Ballota nigra L. nigra	Cimiciotta comune; Marrubio selvatico	X	
Bidens frondosa L.	Forbicina pedunculata		X
Brassica napus L. napus	Cavolo navone	X	
Brassica nigra (L.) W.D.J. Koch	Cavolo Sènape-nera	X	
Buddleja davidii Franch.	Buddleja		X
Camelina sativa (L.) Crantz sativa	Dorella coltivata	X	
Cercis siliquastrum L. siliquastrum	Albero di Giuda	X	
Chamaesyce prostrata (Aiton) Small	Euforbia prostrata		X
Commelina communis L.	Erba miseria asiatica		X
Cuscuta cesattiana Bertol.	Cuscuta cesattiana	X	
Cyperus glomeratus L.	Zigolo ferrugineo		X
Cyrtomium falcatum (L. f.) C. Presl	Felce falcata	X	
Digitaria sanguinalis (L.) Scop. subsp. sanguinalis	Sanguinella	X	
Echinochloa crusgalli (L.) P. Beauv.	Giavone comune; Panicastrella; Pabbio	X	
Elodea canadensis Michx.	Peste d'acqua		X
Erigeron annuus (L.) Desf.	Cespica annua		X
Erigeron bonariensis L.	Saepola di Buenos-Aires		X
Erigeron canadensis L.	Saepola canadese		X
Eruca vesicaria (L.) Cav.	Rucola	X	
Euphorbia peplus L.	Euforbia minore	X	
Galinsoga parviflora Cav.	Galinsoga comune		X
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.	Galinsoga comune	X	
Gleditsia triacanthos L.	Spino di Giuda		X
Helianthus annuus L.	Girasole comune	X	
Helianthus tuberosus L.	Girasole del Canada; Topinambour		X
Juglans nigra L.	Noce nero; noce americano	X	
Juglans regia L.	Noce comune		X
Lepidium virginicum L.	Lepidio della Virginia		X
Lindernia dubia (L.) Pennell	Vandellia delle risaie		X
Lonicera japonica Thunb.	Caprifoglio giapponese		X
Lunaria annua L.	Lunaria meridionale; Erba d'argento	X	
Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt.	Maonia	X	

Nome scientifico	Nome comune	Alloctona	Invasiva
Malus domestica (Borkh.) Borkh.	Melo	X	
Matricaria chamomilla L.	Camomilla comune	X	
Medicago sativa L.	Erba medica; Erba spagna; Medica	X	
Melissa officinalis L. officinalis	Melissa vera, Citronella	X	
Morus alba L.	Gelso comune; Moro bianco	X	
Morus nigra L.	Gelso nero; Moro nero	X	
Myagrum perfoliatum L.	Miagro liscio	X	
Parthenocissus quinquefolia (L.) Planch.	Vite del Canada comune	X	
Paspalum distichum L.	Panico acquatico		X
Phytolacca americana L.	Crema di S. Maria		X
Populus canadensis Moench	Pioppo nero ibrido; pioppo del Canada	X	
Populus deltoides Marshall	Pioppo deltoide	X	
Prunus cerasifera Ehrh.	Ciliegio-susino	X	
Prunus domestica L. domestica	Pruno; Susino	X	
Prunus persica (L.) Batsch	Pesco	X	
Pyrus communis L.	Pera comune	X	
Raphanus raphanistrum L. raphanistrum	Ravanello selvatico	X	
Robinia pseudoacacia L.	Robinia		X
Senecio inaequidens DC.	Senecio sudafricano		X
Setaria italica (L.) P. Beauv.	Pabbio coltivato; Panico	X	
Sicyos angulatus L.	Siccos		X
Sinapis alba L. alba	Senape bianca	X	
Solidago gigantea Aiton	Verga d'oro maggiore		X
Stachys annua (L.) L. annua	Stregonna annua	X	
Symphoricarpos albus (L.) S.F. Blake	Lacrime d'Italia; Sinforina		X
Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L.Nesom	Aster di Tradescant	X	
Symphyotrichum novi-belgii (L.) G.L.Nesom	Astro americano	X	
Symphyotrichum squamatum (Spreng.) G.L.Nesom	Astro autunnale	X	
Thlaspi arvense L.	Erba storna comune	X	
Trifolium incarnatum L. incarnatum	Trifoglio incarnato	X	
Vaccaria hispanica (Mill.) Rauschert	Cetino dei campi	X	
Veronica persica Poir.	Veronica comune	X	
Veronica polita Fr.	Veronica lucida	X	
Vinca major L. major	Pervinca maggiore	X	
Vitis vinifera L. sylvestris (C.C. Gmel.) Hegi	Vite comune	X	
Xanthium strumarium L. strumarium	Nappola minore	X	

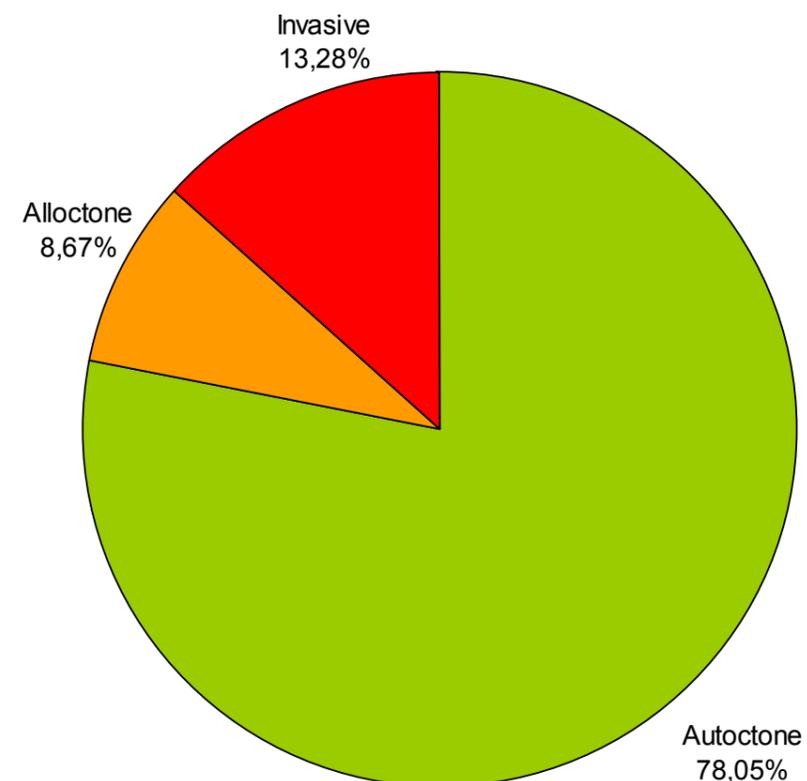


Figura 4-4 – Incidenza delle specie Autoctone, Alloctone e Invasive sulle specie totali

Per le specie invasive anche senza svolgere analisi specifiche, per valutare il livello reale di impatto sulla biodiversità locale e sull'efficienza della rete ecologica, è possibile avanzare una prima valutazione. Appare comunque preoccupante il livello di diffusione di *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Ailanthus altissima* soprattutto all'interno e ai margini dei boschi ripariali.

Robinia pseudoacacia - Neofita, introdotta in Europa nel 1601, in Italia nel 1662 (Orto Botanico di Padova). Introduzione deliberata almeno inizialmente come soggetto sperimentale di provenienza coloniale, poi scambiata privatamente tra cultori e appassionati e quindi, nella seconda metà dell'Ottocento, impiegata in modo estensivo per consolidare gli argini delle prime linee ferroviarie in costruzione. Nei boschi causa perdita di biodiversità in quanto soppianta le specie legnose autoctone. Il contenuto di azoto delle sue foglie è di 1.5-2.5 volte maggiore che nelle altre latifoglie (Ziegler, 1958), grazie alla simbiosi con batteri del genere *Rhizobium* che fissano l'azoto atmosferico. La caduta delle foglie determina quindi un aumento dell'azoto nel suolo e la comparsa di molte specie ammoniacali. A differenza di altre vegetazioni eutrofiche, è la presenza della robinia che crea le condizioni per un insediamento della flora nitrofila

Amorpha fruticosa - Neofita, introdotta in Europa nel 1724. In Italia coltivata dal Settecento. Invadendo le sponde fluviali, determina una cospicua caduta di biodiversità poiché edifica comunità di poche specie invasive che vanno a sostituire i saliceti arbustivi; l'indaco bastardo è inoltre in grado di eutrofizzare i suoli, in quanto riccamente dotato di noduli radicali ospitanti batteri simbiotici azotofissatori.

Ailanthus altissima - Neofita, giunta in Italia verso il 1760 all'Orto Botanico di Padova. Ha impatto pesante sulla biodiversità, sul paesaggio e sui manufatti antropici (mura, aree archeologiche, marciapiedi ecc.).

Sempre lungo i corsi d'acque e nelle zone umide anche diverse erbacee invasive sembrano causare problemi alla flora e alla fauna autoctona. Fra queste si possono segnalare soprattutto le seguenti.

Commelina communis - Neofita, coltivata in Italia dal Settecento. Abbassa la biodiversità delle comunità vegetali in cui si insedia, sottraendo spazio alle specie autoctone; inoltre infesta i margini delle risaie.

Cyperus glomeratus - Neofita, già presente in Italia nel Settecento, introdotta presumibilmente attraverso la coltivazione del riso. Attualmente altera la biodiversità delle comunità igrofile ripariali e alveali.

Helianthus tuberosus - Neofita, introdotta nel secolo XVII. Introdotta deliberatamente quale soggetto di sperimentazione alimentare legata all'economia del periodo coloniale e di interesse ortofloricolo. Deleteria per la biodiversità: lungo le sponde fluviali e negli alvei dei fossi forma estese comunità paucispecifiche, che rimpiazzano le fitocenosi autoctone.

Lindernia dubia - Osservata per la prima volta nel 1927 nelle risaie del milanese, è stata introdotta accidentalmente (presumibilmente con i risi). Crea disturbo soprattutto alla biodiversità delle comunità vegetazionali di risaia.

Paspalum distichum - Neofita, segnalata per la prima volta in Liguria da Penzig (1889) come già naturalizzata; le modalità della sua introduzione sono ignote, presumibilmente accidentali. Diminuisce la biodiversità delle cenosi spondali in cui si insedia, togliendo spazio alle specie autoctone.

Solidago gigantea - Neofita, introdotta in Italia all'inizio del secolo XIX. Introdotta deliberatamente a fini floricolture e melliferi. La sua notevole capacità competitiva la porta a formare densi popolamenti monofitici, anche su superfici di parecchie centinaia di metri quadrati. Tale aggressività è sostenuta da allelopatia, cioè dalla capacità della pianta di annullare la competizione delle altre inibendone la crescita mediante molecole (della famiglia delle coline) immesse nel suolo attraverso le radici. Questa performance esercita un'influenza negativa soprattutto nelle aree umide, dove la specie si mostra particolarmente virulenta. Comparsa e diffusione della pianta sono favorite dagli episodi ricorrenti di disturbo quali lo sfalcio, l'incendio o le movimentazioni di terreno. Nel

complesso questa specie è una minaccia abbastanza seria per la biodiversità delle cenosi autoctone e una causa di indiscusso degrado paesaggistico.

Per quanto riguarda le specie alloctone non invasive (soprattutto per le essenze arboree impiegate in giardini, parchi e talvolta lungo le strade) sarebbe opportuno ridurre comunque l'utilizzo nei contesti di valenza ecologica più elevata (nodi e corridoi della rete ecologica locale).

4.3 ASPETTI VEGETAZIONALI ED ECOLOGICI

4.3.1 Vegetazione delle acque interne

La vegetazione delle acque interne è in buona parte svincolata dai condizionamenti climatici in senso stretto, essendo l'acqua un elemento che funziona da livellatore ambientale: le fitocenosi che ricadono in ambienti lotici o lentici trovano cioè nella continua disponibilità di acqua la possibilità di insediarsi ed evolversi senza i condizionamenti idrici che invece si ritrovano in altri ambienti terrestri.

Pur essendo formata da tipologie in genere particolarmente adattate a fattori limitanti e a situazioni dinamiche nello spazio e nel tempo, la vegetazione delle acque interne ha però conosciuto una forte semplificazione qualitativa e un rapido declino della distribuzione, situazioni causate principalmente dall'impatto dell'attività antropica degli ultimi secoli (bonifiche delle zone umide, artificializzazione dei corsi d'acqua, prelievo idrico massivo, rilascio di sostanze inquinanti).

Oggi molte associazioni fitosociologiche caratteristiche della vegetazione delle acque interne sono scomparse dalla pianura oppure si sono ridotte a limitate presenze di carattere residuale; per questo esse sono divenute gli elementi vegetazionali di maggiore importanza conservazionistica di questi territori, tanto che da alcuni anni vengono protette anche con provvedimenti di tutela dei biotopi in cui sopravvivono.

Non è quindi un caso che tutti degli habitat di interesse comunitario segnalati all'interno del Sito IT4050024 (che viene incrociato dal tracciato dell'opera) siano riferibili proprio a questo tipo di vegetazione.

4.3.1.1 Vegetazione degli ambienti lotici (acque correnti)

Questa vegetazione caratterizza soprattutto i corsi d'acqua che incrociano il tracciato dell'opera o che lo affiancano; per questi ultimi, il loro mantenimento in uno stato di conservazione ottimale costituisce un elemento importante per l'area di pianura bolognese e ferrarese, poiché essi svolgono anche la funzione connettiva e di penetrazione fra la montagna/collina e la pianura.

Di seguito viene proposta una descrizione sintetica delle principali formazioni vegetali individuate o potenzialmente presenti nell'area di studio in funzione delle caratteristiche ambientali della stessa. Tale descrizione viene svolta a partire dai popolamenti dell'alveo

fluviale per proseguire poi con le comunità vegetali delle sponde. Le formazioni vegetali che occupano questi diversi livelli mostrano un grado crescente di svincolamento dal regime idrico del corso d'acqua.

Vegetazione delle rive e del letto dei corsi d'acqua

Lungo le rive fangose del Reno o dei canali più importanti, ma anche sui depositi di fondo che possono emergere durante i periodi di mancanza d'acqua (così come nelle aree che stagionalmente si prosciugano all'interno delle zone umide), sono presenti dei popolamenti erbacei a copertura variabile e non continua, indicati come **aggruppamenti erbacei a carattere nitrofilo-ruderale e stagionale**.

Questa vegetazione, costituita da piante soprattutto annuali, viene attribuita all'associazione *Polygonum lapathifolii-Xanthium italicum*.

Ricchissima di specie ruderali e nitrofile, l'associazione si sviluppa soprattutto su substrati fangosi temporaneamente emersi e appare fisionomizzata dalla xenofita *Bidens frondosa*, che tende a sostituire la nostrana *Bidens tripartita*, oltre che da *Diploaxis tenuifolia*, *Echinochloa crus-galli*, *Lindernia dubia* e *Persicaria lapathifolia* insieme a varie specie dei generi *Amaranthus* (soprattutto *A. retroflexus*), *Chenopodium* (soprattutto *C. album*) e *Artemisia* (soprattutto *A. annua* e *A. vulgaris*). Innumerevoli le specie alloctone non annuali rinvenibili in tale habitat (*Artemisia verlotiorum*, *Bidens frondosa*, *Conyza* spp., *Helianthus tuberosus*, *Humulus japonicus*, *Senecio inaequidens*, *Sicyos angulatus*, *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Xanthium italicum* e *Xanthium strumarium* solo per citarne alcuni).

Infine è da rilevare una discreta componente di specie degli ordini *Molinietalia* e *Centaureetalia cyani*.

Questo tipo di associazione vegetazionale concorre con altri *sintaxa* a formare l'Habitat di interesse comunitario "3270 - *Chenopodietum rubri* dei fiumi submontani".

3270 - *Chenopodietum rubri* dei fiumi submontani

Questo habitat di interesse comunitario comprende le comunità vegetali che si sviluppano sulle rive fangose, periodicamente inondate e ricche di nitrati dei fiumi di pianura e della fascia submontana, caratterizzate da vegetazione annuale nitrofila pioniera, di taglia da media ad alta, a rapido accrescimento delle alleanze *Chenopodion rubri* p.p. e *Bidention* p.p. Le cenosi si sviluppano generalmente in ambienti aperti, su substrati sabbiosi, limosi o argillosi intercalati talvolta da uno scheletro ghiaioso. In primavera e fino all'inizio dell'estate questi ambienti, a lungo inondati, appaiono come rive melmose prive di vegetazione in quanto questa si sviluppa, se le condizioni sono favorevoli, nel periodo tardo estivo-autunnale. Nel corso degli anni questi siti, data la loro natura effimera determinata dalle periodiche alluvioni, sono soggetti a profonde modificazioni spaziali.

L'Habitat comprende le tipiche comunità pioniere che si ripresentano costantemente nei momenti adatti del ciclo stagionale, favorite dalla grande produzione di semi. Le comunità vegetali della classe *Bidentetea tripartiti*, con le due alleanze del *Bidention tripartiti* e del *Chenopodion rubri* si differenziano per la maggiore o minore nitrofilia e per il diverso numero di specie igrofile e xerofile che ospitano. Le formazioni erbacee dell'*Echio-Melilotetum* (non riferibili all'inquadramento sintassonomico dell'Habitat così come riportato nel Manuale EUR/27) rappresentano lo stadio evoluto del *Polygonum-Xanthietum italicum*. Nel complesso, la dinamica fluviale impedisce l'instaurarsi di una comunità a saliceti arbustivi e arborei. L'habitat è in contatto catenale con la vegetazione idrofita dei corsi d'acqua (Codici 3130, 3140, 3150, 3170, 3260), la vegetazione erbacea del *Paspalo-Agrostidion* (Habitat 3280), con la vegetazione di megaforie igrofile dell'Habitat 6430, e la vegetazione arborea degli Habitat 91E0* o 92A0.

La combinazione fisionomica di riferimento è costituita dalle seguenti specie (in grassetto le specie-guida): ***Chenopodium rubrum***, *C. botrys*, *C. album*, ***Bidens frondosa***, *B. cernua*, *B. tripartita*, ***Xanthium sp.***, ***Polygonum lapathifolium***, *P. persicaria*, *Persicaria dubia*, *P. hydropiper*, *P. minor*, *Rumex sanguineus*, *Echinochloa crus-galli*, *Alopecurus aequalis*, *Lepidium virginicum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Cyperus fuscus*, *C. glomeratus*, *C. flavescens*, *C. michelianus*.

La loro natura effimera, li rende difficilmente cartografabili, essendo soggetti alle modificazioni del profilo di fondo a seguito degli eventi di morbida, piena ordinaria o catastrofici, e comunità secondarie che sono dominate dalle specie guida dell'habitat, ma che sono, di fatto, slegate dal contesto fluviale (che non proliferano nei contesti di alveo attivo) e sono frutto di processi degradativi atropogenici di vegetazione naturale non possono essere considerate appartenenti a questo habitat.

In Emilia-Romagna sono segnalati circa 1.382,51 ettari di questo habitat, pari al 47,9% del patrimonio nazionale. In regione, l'habitat è presente in 46 siti della Rete Natura 2000.

Il sito più importante per questo tipo di habitat è Medio Taro (26,5%).

L'habitat è stato osservato anche nei seguenti siti:

- Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico;
- Basso Trebbia;
- Basso Taro;
- Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio;
- Gessi Triassici;
- Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella;
- Fiume Trebbia da Perino a Bobbio;
- Fiume Enza da La Mora a Compiano;
- Monte Sole;
- Monte Barigazzo, Pizzo d'Oca;
- Golena del Po presso Zibello;
- Golena del Po di Gualtieri, Guastalla e Luzzara;
- Prati e ripristini ambientali di Frescarolo e Samboseto;
- Torriana, Montebello, Fiume Marecchia;
- Aree delle risorgive di Viarolo, Bacini di Torrile, Fascia golenale del Po;

- Torrente Stirone;
- Sassoguidano, Gaiato;
- Po di Primaro e Bacini di Traghetto;
- Fontanili di Gattatico e Fiume Enza;
- Monte Capuccio, Monte Sant'Antonio;
- Boschi di San Luca e Destra Reno;
- Casse di espansione del Secchia;
- Gessi Bolognesi, Calanchi dell'Abbadessa;
- Biotopi e ripristini ambientali di Medicina e Molinella;
- Valli di Argenta;
- Meandri di San Salvatore;
- Contrafforte Pliocenico;
- Cassa di espansione del Fiume Panaro;
- Abbazia di Monteveglio;
- Biotopi e ripristini ambientali di Budrio e Minerbio;
- Valli di Novellara;
- Punte Alberete, Valle Mandriole;
- Montetiffi, Alto Uso;
- Sassi di Roccamalatina e di Sant'Andrea;
- Rio Mattero e Rio Cuneo;
- Pineta di Classe;
- Rami del Bidente, Monte Marino;
- Golena San Vitale e Golena del Lippo;
- Bosco di Sant'Agostino o Panfilia;
- Manzolino;
- Biotopi di Alfonsine e Fiume Reno;
- Selva di Ladino, Fiume Montone, Terra del Sole;
- Colombarone;
- Bacini di Russi e Fiume Lamone;
- Meandri del Fiume Ronco.

Nel tratto interessato dalle opere e nel suo intorno esteso sono presenti diversi lembi non cartografabili di queste formazioni vegetazionali

L'habitat "3270 *Chenopodietum rubri* dei fiumi submontani" (presente nel sito IT4050024) risulta segnalato all'interno dell'ambito studiato:

- per un lungo tratto dello scolo Tombe (circa 1 km), all'altezza della confluenza del Calcarata nello scolo Riolo;
- più avanti, lungo lo scolo Botte e tra questo canale e lo scolo Lorgana, all'altezza di Ortazzo – mosaicato con l'habitat 92A0,
- nelle vicinanze della confluenza dello scolo Roveda nel Calcarata - mosaicato con l'habitat 3150, all'interno di una zona umida
- presso la Mezza Casa - mosaicato con l'habitat 3150, all'interno di una zona umida,
- presso le vasche di fitodepurazione della discarica di Bentivoglio - mosaicato con

l'habitat 3150,

- presso le vasche della Colombarola - mosaicato con l'habitat 3150,
- presso le zone umide di Bianchina, La Rizza, La Morte, Convertino - mosaicato con l'habitat 3150

Nella carta fitosociologica:

- gli aggruppamenti sono frammisti ad altre coperture vegetazionali, quindi vengono accorpati nella tipologia "Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi, con aggruppamenti erbacei stagionali delle alluvioni"
- sono evidenziati con l'HABITAT di riferimento, quando presenti come unica copertura significativa o mosaicati con consistenza apprezzabile con altre tipologie di interesse comunitario.

Comunità vegetali delle sponde e dei primi terrazzi fluviali

Nelle zone in cui le spianate ciottolose o di sabbie grossolane si raccordano alla sponda del fiume gradatamente e con pendenze molto dolci, le associazioni sopra descritte si continuano verso la riva con **formazioni arbustive igrofile** più o meno dense e di altezza variabile, che hanno l'aspetto di lunghe e più o meno strette bordure cespugliate, che rappresentano stadi dinamici spesso in rapida evoluzione. Sono popolamenti che si ritrovano su suoli freschi e umidi, ma senza forti ristagni d'acqua. Lo strato arbustivo, paucispecifico, è rappresentato da specie arboree in forma ancora arbustiva o di piccole piante: *Populus nigra*, *Salix purpurea*, *Salix eleagnos*, più vicini all'acqua, *Salix alba* o ancora *Populus nigra* in posizione più defilata. La componente erbacea del sottobosco, generalmente con bassi valori di copertura, presenta plantule delle specie arboree sopra citate e, alcune delle essenze delle associazioni viste in precedenza: *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*, *Lythrum salicaria*, *Polygonum lapathifolium* e *Xanthium italicum*, nonché specie di formazioni ripariali più interne *Equisetum arvense*, *Calystegia sepium* (elementi ruderali), o *Typhoides arundinacea*, e *Brachypodium sylvaticum* (indicatori di situazioni meno disturbate). Nei punti più aperti sono presenti *Amorpha fruticosa* tra gli arbusti e *Solidago gigantea* ed *Helianthus tuberosus* tra le erbe. In situazione di forte disturbo compaiono anche popolamenti di *Arundo donax*, in posizione più defilata rispetto alla riva.

La composizione floristica di queste formazioni conferma la loro posizione evolutiva intermedia tra i primi popolamenti erbacei e forme di vegetazione più strutturate ed evolute quali le boscaglie ripariali che verranno trattate in seguito. Tali formazioni vegetali pioniere non sono facilmente inquadrabili dal punto di vista fitosociologico; potrebbero essere riferite alla associazione **Saponario-Salicetum purpureae** Br.-Bl. 1930 caratterizzata da una fisionomia di denso aggruppamento cespuglioso di specie legnose e di specie erbacee igrofile e nitrofile. Comuni alla maggior parte dei corsi d'acqua delle nostre regioni, questi popolamenti costituiscono la prima fascia di vegetazione legnosa che si impianta sul greto dei fiumi lasciato libero periodicamente dalle piene, importante perché soprattutto i salici ed i pioppi, anche in forma di bassi arbusti, svolgono una significativa e

determinante funzione stabilizzatrice del substrato alluvionale grazie alla rapida germinazione dei semi, alla spiccata idrofilia ed al rapido sviluppo di radici avventizie che si verifica durante l'inondamento. Sono importanti in quanto rappresentano il nucleo di partenza in grado di evolversi dinamicamente nel tempo, più o meno velocemente a seconda delle condizioni ambientali (assetto idraulico del fiume) o di altri agenti esterni (tagli da parte dell'uomo) verso formazioni più mature rappresentate dalle boscaglie e dai boschi idrofilari ripariali.

Formazioni di questo tipo compaiono ancora in tutti corsi d'acqua principali osservati, ma si strutturano in compagini meno significative ed evolute dal punto di vista ecologico, compresse in brevi bordure, spesso disturbate nella composizione floristica dalla presenza di specie alloctone invasive (ad esempio robinia, indaco bastardo e ailanto).

Nella carta fitosociologica:

- sono cartografati nella tipologia “Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi, con aggruppamenti erbacei stagionali delle alluvioni ghiaiose”, quando frammisti ad altra vegetazione delle sponde e dei terrazzi, in genere nei greti più ampi e periodicamente in secca;
- sono descritti dalla tipologia “Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi” quando ubicati lungo le sponde e le rive dei corsi d'acqua con alveo infossato e stretto, quasi sempre in acqua;

Ad un livello superiore, e cioè all'altezza dei primi terrazzamenti fluviali delle sponde del fiume, di qualche metro (2-3) più elevati rispetto al letto del corso d'acqua, e interessati solo dalle massime piene, sono presenti formazioni vegetali a fisionomia molto variabile, in ragione soprattutto della diversa storia evolutiva e degli interventi operati dall'uomo.

In mancanza di fattori limitanti di origine naturale (legati ad esempio alla composizione del substrato ed alla sua capacità di trattenere acqua e mantenersi umido), o artificiale (interventi dell'uomo rappresentati dalla ceduzione a carico delle specie arboree), la seriazione delle formazioni vegetali ripariali prevede la presenza, oltre la fascia dei canneti e dei popolamenti pionieri arbustivi a salici e pioppo nero appena descritti, di una seconda fascia con **cenosi forestali igrofile** più mature, stabili, e strutturalmente complesse. Queste possono corrispondere rispettivamente a boscaglie a prevalenza di pioppo nero (*Populus nigra*), su suoli freschi e umidi ma non soggetti a ristagno idrico, e salice bianco (*Salix alba*), su suoli freschi e profondi, con pioppo bianco (*Populus alba*) e secondariamente con ontano nero (*Alnus glutinosa*) su terreni prettamente limosi. Nello strato arboreo possono comparire anche altre specie quali l'acero campestre (*Acer campestre*) o l'olmo (*Ulmus minor*) e la robinia (*Robinia pseudoacacia*) in stazioni più luminose all'interno o al margine. Nello strato arbustivo, in funzione del diverso grado di copertura dell'arboreo e quindi della quantità di luce che filtra, ma anche del grado di umidità presente, si trovano più frequentemente biancospino (*Crataegus monogyna*) e sanguinello (*Cornus sanguinea*) ma anche nocciolo (*Corylus avellana*) e frangola (*Frangula alnus*) o spincervino (*Rhamnus catharticus*) e sambuco

(*Sambucus nigra*), quest'ultima specie assie. Talvolta possono anche abbondare il rovo bluastro (*Rubus caesius*) e tra le liane sono spesso frequenti l'edera (*Hedera helix*) nelle stazioni più ombreggiate o la vitalba (*Clematis vitalba*) nei popolamenti più luminosi.

Su substrati ormai stabili e ricchi in materiali limosi che trattengono sostanza organica e umidità durante tutto l'anno, quest'ultima specie, poco esigente nei confronti del suolo anche se inondato per parecchi mesi all'anno, può essere dominante e costituire boschi alveali stabili.

Altrove, su suoli sciolti, freschi e profondi, anche il pioppo bianco può formare popolamenti forestali assai sviluppati in altezza in cui la specie è dominante, ma la stessa difficilmente tollera i terreni compatti e con umidità stagnante. Gli strati arbustivi di queste ultime tipologie possono essere molto simili a quelli già descritti per i boschi precedenti, differenziando la loro composizione floristica in funzione delle caratteristiche microclimatiche della stazione (diverse condizioni di luce o umidità ecc.).

In particolare nello strato arboreo prevalgono il pioppo nero ed il salice bianco cui si associano la robinia nelle porzioni più aperte ed ai margini, e qualche raro individuo di pioppo gatterino (*Populus canescens*). Nello strato arboreo dominato, a testimonianza del grado di disturbo di questa formazione, sono presenti anche individui di acero negundo (*Acer negundo*) e di pesco (*Prunus persica*) che provengono rispettivamente da alberature stradali o di parchi e giardini il primo e da orti il secondo. Lo strato arbustivo è assai scarso ed è costituito in parte da giovani individui delle stesse specie che compongono lo strato arboreo ai quali si aggiunge qualche esemplare di salice ripaiolo (*Salix elaeagnos*), e qualche cespuglio di indaco bastardo (*Amorpha fruticosa*). Tra le liane sono presenti il luppolo (*Humulus lupulus*) e la mercorella selvatica (*Solanum dulcamara*). Anche queste ultime specie sono un indice di un certo degrado della cenosi che nel complesso appare piuttosto semplificata e strutturalmente ancora poco evoluta, con individui arborei di diametro ridotto e filati. Ciò è dimostrato anche dai popolamenti di canna di palude (*Phragmites australis*), residuo delle precedenti comunità vegetali, che ancora permangono nelle zone più aperte e con maggiore umidità del substrato. Nello strato erbaceo sono presenti oltre ad alcune graminacee (*Agropyron repens*, *Thyphoides arundinacea* e talvolta *Brachypodium sylvaticum*,) favorite da una certa umidità del suolo, ed altre legate a situazioni di spiccata eliofilia ed a terreni più asciutti (*Brachypodium pinnatum*), numerose altri elementi nitrofilari legati ad ambienti ruderali e disturbati (*Urtica dioica*, *Alliaria petiolata*, *Galium aparine*, *Artemisia verlotorum*, *Rumex crispus*, *Equisetum arvense*). La loro abbondanza numerica è tanto più evidente dove più forte è l'impatto della presenza dell'uomo, della quale rappresentano un indice inequivocabile. Nelle chiarie dove c'è più luce sono abbondanti anche *Solidago gigantea* e i topinambur (*Helianthus tuberosus*). Solo alcuni piccoli lembi del bosco presentano una composizione più naturale con *Scrophularia nodosa*, e, nei punti più freschi e con falda più elevata, *Carex pendula*, una bella ciperacea di grandi dimensioni.

Formazioni di questo tipo possono essere ascritte, a seconda dei casi, alle alleanze del **Populion albae** Br.-Bl. 1931 Tchou 1946 oppure al **Salicion albae** (ordine Populetalia albae Br.-Bl 1930).

Questi tipi di associazione vegetazionale concorrono con altri *sintaxa* a formare l'Habitat di interesse comunitario "92A0 - Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*".

92A0 - Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*

Boschi ripariali a dominanza di *Salix* spp. e *Populus* spp. presenti lungo i corsi d'acqua del bacino del Mediterraneo, attribuibili alle alleanze *Populion albae* e *Salicion albae*. Generalmente le cenosi di questo habitat colonizzano gli ambiti ripari e creano un effetto galleria cingendo i corsi d'acqua in modo continuo lungo tutta la fascia riparia a stretto contatto con il corso d'acqua in particolare lungo i rami secondari attivi durante le piene. Predilige i substrati sabbiosi mantenuti umidi da una falda freatica superficiale. I suoli sono giovanili, perché bloccati nella loro evoluzione dalle correnti di piena che asportano la parte superficiale. Diffuso sia nei contesti di pianura che nella fascia collinare, il suo riconoscimento può essere problematico dato lo scarso stato di conservazione dei sistemi acquatici e dei contesti ripari. Si considerano, comunque, riferibili all'habitat anche le situazioni di mosaico con piccoli nuclei di pioppi (in particolare nero) e salice bianco e di vegetazione erbacea o poco evoluta (ad esempio le cenosi del 6210) o in presenza di popolamenti arbustivi di Salicacee (3240).

Vanno ascritti al codice i saliceti bianchi interessati da frequenti eventi di sommersione (possiamo assumere come riferimento idraulico i limiti esterni della fascia A PAI per i tratti fasciati del reticolo idrografico regionale); le cenosi a *Salix alba* dei contesti montani e collinari sono da riferire al codice 91E0, così come i saliceti retro-ripari dei contesti planiziali. Di fatto, quest'ultime formazioni sono caratterizzate dalla compenetrazione di elementi dell'*Alno-Ulmion*, caratteristici del codice EUNIS G1.224 "Foreste fluviali di *Quercus* sp., *Alnus* sp. e *Fraxinus excelsior* della Val Padana (nord - Italia)" ricondotto da Biondi et al. (2009) all'Habitat 91E0.

Come tutti i boschi ripariali sono formazioni azonali influenzati dal livello della falda e dai ciclici eventi di piena e di magra. Nel caso in cui vi siano frequenti allagamenti con persistenza di acqua affiorante si ha una regressione verso comunità erbacee. Al contrario con frequenze ridotte di allagamenti si ha un'evoluzione verso cenosi mesofile più stabili. L'habitat raggruppa le comunità legate intimamente alla dinamica fluviale, e che ne costituiscono la formazione riparia d'elezione, almeno nei contesti mediterranei. Le cenosi del 92A0 sono spesso associate, laddove si abbiano fenomeni di ristagno idrico per periodi più o prolungati a 'Canneti' a *Phragmites australis* subsp. *australis*, in cui possono essere presenti specie del *Phragmition* e del *Nasturtio-Glycerion*, e 'Formazioni a grandi carici dell'alleanza *Magnocaricion*. Questo habitat, frequentemente isolato in un contesto estremamente depauperato degli elementi di naturalità, assume un ruolo ecologico importante e variegato: modula l'intensità delle piene, proteggendo le sponde fluviali dai processi di erosione e mediando la ritenzione di parte del carico trofico veicolato dal fiume. Da un punto di vista naturalistico, queste comunità offrono luoghi di rifugio ed alimentazione per la fauna selvatica, creando efficaci corridoi ecologici tra ampie aree destinate a monoculture.

La combinazione fisionomica di riferimento è costituita dalle seguenti specie (in grassetto le specie-guida): ***Salix alba***, ***Populus alba***, *P. nigra*, *P. tremula*, *P. canescens*, *Rubus ulmifolius*, *Rubia peregrina*, *Iris foetidissima*, *Arum italicum*, *Sambucus nigra*, *Clematis vitalba*, *C. viticella*, *Galium mollugo*, *Humulus lupulus*, *Melissa officinalis* subsp. *altissima*, *Ranunculus repens*, *R. ficaria*, *R. ficaria* subsp. *ficariiformis*, *Symphytum bulbosum*, *S. tuberosum*, *Tamus communis*, *Hedera helix*, *Laurus nobilis*, *Vitis riparia*, *V. vinifera* s.l., *Fraxinus oxycarpa*, *Rosa sempervirens*, *Cardamine amporitana*, *Euonymus europaeus*, *Ranunculus lanuginosus*, *Ranunculus repens*, *Thalictrum lucidum*, *Aegopodium podagraria*, *Calystegia sepium*, *Brachypodium sylvaticum*, *Salix arrigonii* e *Hypericum hircinum*.

In Emilia-Romagna sono segnalati circa 3.480,08 ettari di questo habitat, pari al 20,9% del patrimonio nazionale.

In regione, l'habitat è presente in 87 siti della Rete Natura 2000.

Il sito più importante per questo tipo di habitat è il Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio (14%).

L'habitat è stato osservato anche nei seguenti siti:

- Medio Taro;
- Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico;
- Valli di Argenta;
- Torrente Stirone;
- Valle del Mezzano, Valle Pega;
- Casse di espansione del Secchia;
- Monte Sole;
- Gessi Bolognesi, Calanchi dell'Abbadessa;
- Fiume Enza da La Mora a Compiano;
- Basso Taro;
- Torriana, Montebello, Fiume Marecchia;
- Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella;
- Biotopi e ripristini ambientali di Medicina e Molinella;
- Golena del Po di Gualtieri, Guastalla e Luzzara;
- Boschi di San Luca e Destra Reno;
- Fontanili di Gattatico e Fiume Enza;
- Cassa di espansione del Fiume Panaro;
- Punte Alberete, Valle Mandriole;
- Biotopi di Alfonsine e Fiume Reno;
- Basso Trebbia;
- Conoide del Nure e Bosco di Fornace Vecchia;
- Aree delle risorgive di Viarolo, Bacini di Torrile, Fascia golenale del Po;
- Vena del Gesso Romagnola;
- Pietramora, Ceparano, Rio Cozzi;
- Fiume Trebbia da Perino a Bobbio;
- Meandri del Fiume Ronco;
- Sassoguidano, Gaiato;
- Gessi Triassici;
- Golena San Vitale e Golena del Lippo;

- Bosco di Sant'Agostino o Panfilia;
- Po di Primaro e Bacini di Traghetto;
- Selva di Ladino, Fiume Montone, Terra del Sole;
- Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo;
- Contrafforte Pliocenico;
- Biotopi e ripristini ambientali di Budrio e Minerbio;
- Parma Morta;
- Alta Valle del Torrente Sintria;
- Sacca di Goro, Po di Goro, Valle Dindona, Foce del Po di Volano;
- Monte Capuccio, Monte Sant'Antonio;
- Barboj di Rivalta;
- Golena del Po presso Zibello;
- Bacini di Russi e Fiume Lamone;
- Monte Gemelli, Monte Guffone;
- Abbazia di Monteveglio;
- Sassi di Roccamalatina e di Sant'Andrea;
- Valli Mirandolesi;
- Faeto, Varana, Torrente Fossa;
- Bosco della Mesola, Bosco Panfilia, Bosco di Santa Giustina, Valle Falce, La Goara;
- Media Val Tresinaro, Val Dorgola;
- Bosco di Scardavilla, Ravaldino;
- Rio Rodano e Fontanili di Fogliano e Ariolo;
- Media Valle del Sillaro;
- San Valentino, Rio della Rocca;
- Monte Zuccherodante;
- Pineta di Classe;
- Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano;
- Valli di Comacchio;
- La Martina, Monte Gurlano;
- Le Meleghine;
- San Genesio;
- Rio Mattero e Rio Cuneo;
- Cà del Vento, Cà del Lupo, Gessi di Borzano;
- Bosco della Frattona;
- Valli di Novellara;
- Corno alle Scale;
- Boschi di Carrega;
- Dune di San Giuseppe;
- Monte Prinzerà;
- Vene di Bellocchio, Sacca di Goro, Foce del Fiume Reno, Pineta di Bellocchio;
- Colombarone;
- Biotopi e ripristini ambientali di Crevalcore;
- Onferno;
- Pineta di Casalborgonetti, Pineta Staggioni, Duna di Porto Corsini;
- Bacini di Jolanda di Savoia;
- Castell'Arquato, Lugagnano Val d'Arda;

- Rami del Bidente, Monte Marino;
- Bardello;
- Fontanili di Corte Valle Re;
- Bacini ex-zuccherificio di Argelato e Golena del Fiume Reno;
- Alto Senio;
- Torrazzuolo;
- Laghi di Suviana e Brasimone;
- Meandri di San Salvatore;
- Manzolino;
- Acquacheta;
- Podere Pantaleone.

Tra tutte le comunità vegetali indicate brevemente in precedenza come stadi forestali potenziali presenti sui primi terrazzi fluviali, nell'aree osservate sono stati rilevati diversi lembi di questi tipi di vegetazione, corrispondenti però a stadi evolutivi piuttosto iniziali e ad aspetti degradati e assai semplificati, con presenza di specie erbacee, arbustive ed arboree indicatrici di disturbo. Mancano invece del tutto gli stadi più maturi e stabili delle diverse successioni forestale che portano alle formazioni in precedenza indicate.

L'habitat "92A0 - Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*" (presente nel sito IT4050024) risulta segnalato all'interno dell'ambito studiato:

- in diverse stazioni lungo lo scolo Tombe, diversi canali minori e bordure di zone umide, dal podere Fornace e l'Ercolana, sino all'altezza della confluenza del Calcarata nello scolo Riolo;
- lungo lo scolo Botte e tra questo canale e lo scolo Lorgana, all'altezza di Ortazzo – mosaicato con l'habitat 3270,
- nella porzione meridionale delle Vasche dell'Ex-Zuccherificio di Malalbergo
- tra il Casone del Partigiano e lo scolo Calcara - mosaicato con l'habitat 3150,
- Tra il Navile e le zone umide de La Rizza
- Ai piedi dell'argine sinistro del Navile tra Il Centro Visite La Rizza e La Colombarola
- Nella porzione meridionale delle vasche di fitodepurazione della discarica di Bentivoglio delle e lungo lo scolo Calcarata.

Nella carta fitosociologica:

- se dominanti sono descritti dalla tipologia "Boschi ripariali a pioppi (*Populus nigra* e *Populus alba*) o a pioppi e salice bianco (*Salix alba*), sovente con *Robinia pseudacacia*" e in genee sono ubicati nel primo terrazzo dei pochi tratti dove le piane alluvionali si presentano sufficientemente ampie;
- quando frammisti e compressi con altra vegetazione, sono anche cartografati nelle tipologie "Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi" e "Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi, con aggruppamenti erbacei stagionali delle alluvioni".

— sono evidenziati con l'HABITAT di riferimento, quando presenti come unica copertura significativa o mosaicati con consistenza apprezzabile con altre tipologie di interesse comunitario.

La vegetazione che si insiederebbe sui terrazzi fluviali situati ad un livello superiore, sopra il normale livello di massima piena (ma interessati occasionalmente da piene eccezionali, catastrofiche) è costituita da uno stadio climacico dato da boschi mesofili misto a prevalenza di farnia (*Quercus robur*) e carpino bianco (*Carpinus betulus*), accompagnati da altre essenze arboree quali acero campestre (*Acer campestre*), frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*), olmo (*Ulmus minor*), e pioppo bianco e ciliegio (*Prunus avium*), impiantati su suoli più sciolti e drenati rispetto a quelli delle formazioni arboree descritte per il livello inferiore. La loro caratterizzazione fitosociologica ne prevede l'attribuzione all'alleanza **Carpinion betuli** Ober. 53 compresa nell'ordine **Fagetalia Sylvaticae** Pawl. 28.

Di questi ultimi boschi non rimane quasi più traccia non solo in questo ambito, ma altrove su quasi tutto il territorio della Pianura Padana (qualche esempio di limitata estensione è limitato alle provincie di Mantova, Pavia ed in parte Ferrara).

Vegetazione compressa e semplificata dei corsi d'acqua minori

Canali minori, fossi e scoline costituiscono un ulteriore ambito ecologico caratteristico di questa tipologia vegetazionale. Pur essendo anch'essi chiari elementi di origine artificiale, alcuni di loro possono essere considerati senza dubbio come emergenze vegetazionali significative.

Essi contribuiscono a contrassegnare il paesaggio della bassa pianura ed inoltre, nonostante l'elevato tenore di carico organico delle acque, consentono il permanere di una flora più o meno ricca, tipicamente legata agli ambienti umidi.

Lungo gli argini, nei limitati punti meno disturbati si sviluppa una fascia di elofite, dominate dalla cannuccia di palude (*Phragmites australis*), spesso frammista a mazzasorda minore (*Typha angustifolia*) e a iris giallo di palude (*Iris pseudacorus*), equiseti (*Equisetum telmateja*), salcerella (*Lythrum salicaria*) e ad altre specie tipicamente legate all'ambiente umido. Talvolta sono presenti nuclei di salici (*Salix alba*, *S. viminalis* e *S. triandra*), soprattutto con portamento arbustivo.

La porzione più elevata dell'argine, maggiormente svincolata dall'acqua, ospita un cespuglieto più o meno folto costituito da alcune specie di salice (*Salix alba* e *S. triandra*), pioppi (*Populus nigra*, *P. alba* e *P. x canadensis*), olmo (*Ulmus minor*), talvolta frammisti anche a specie esotiche rustiche e invasive, quali l'acacia (*Robinia pseudoacacia*) o l'indaco bastardo.

Più frequente è invece la situazione in cui il naturale evolversi è tenuto a freno dall'uomo, per mezzo dei ripetuti interventi di pulizia, taglio e anche bruciatura. La vegetazione della scarpata d'argine (soprattutto nel lato interno) è costituita allora da un fitto manto a

cannuccia di palude (*Phragmites australis*), frammista a diverse infestanti provenienti dalle colture vicine. La porzione più elevata degli argini ospita invece un manto erbaceo costituito da specie infestanti e ruderali, quali, fra l'altro, la centinodia (*Polygonum aviculare*), il tarassaco (*Taraxacum officinalis*), il millefoglio (*Achillea millefolium*), il ranuncolo (*Ranunculus repens*), la borsa di pastore (*Capsella bursa-pastoris*), la gramigna (*Cynodon dactylon*).

La trama di fossi e scoline, un tempo ben evidenziata dalla presenza di bordure di arbusti e piccoli alberi igrofilo, vede ora pochi tratti dove ancora possono essere osservati salici (*Salix alba*, *S. viminalis*, *S. triandra*).

Nei corpi idrici, in corrispondenza dei tratti meno disturbati e inquinati, si osservano invece le presenze floristiche più significative. Lì sono infatti presenti nuclei di rizofite, ad es. il poligono anfibio (*Polygonum amphibium*) o talvolta anche il raro giunco fiorito (*Butomus umbellatum*), spesso sporgenti da un tappeto continuo di pleustofite, soprattutto azolla (*Azolla* ss.pp.) e lenticchia d'acqua (*Lemna* ss.pp.).

Generalmente il rigoglio e lo sviluppo della vegetazione delle sponde e di quella in acqua viene tenuto a freno dai ripetuti interventi di pulizia, miranti a preservare lo scorrere delle acque. Tali interventi, pur frenando il naturale evolversi vegetazionale, non impediscono però il rapido riformarsi di un mantello del tutto simile a quello precedentemente soppresso.

Nella carta fitosociologica:

— quando rappresentabili con poligoni cartografabili, gli elementi naturali presenti lungo canali sono stati descritti dalla tipologia “Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi” oppure con “Corsi d'acqua artificializzati, con sommità e scarpate arginali incolte a prevalenza di popolamenti erbacei (Artemisietea, Agropyreteea, Chenopodietea, Festuco-Brometea)”

4.3.1.2 Vegetazione degli ambienti lenticci (zone umide)

Il territorio in esame e il suo intorno si presentano decisamente caratterizzati da zone umide di vario tipo, in genere legate a finalità naturalistiche/ambientali (aree di riequilibrio ecologico, applicazione di misure agroambientali, bacini di finissaggio e depurazione), a passate attività produttive (bacini di ittiocoltura, ex-vasche di zuccherifici) oppure ancora ad un utilizzo ricreativo (caccia, pesca sportiva). I maceri, un tempo utilizzati per la lavorazione della canapa, sono ora in disuso e per lo più abbandonati.

Comunità vegetali erbacee delle bordure prolungatamente allagate e zone umide poco profonde

In funzione della maggiore o minore “pesantezza gestionale”, compaiono negli specchi d'acqua o lungo le loro rive diverse comunità vegetali caratterizzate in genere da una scarsa diversità specifica e indicate come **aggruppamenti erbacei igrofilo ripariali e delle bassure inondate**.

Questi si sviluppano non solo sui depositi limosi che restano a lungo bagnati e che sono meno coinvolti dalla sommersione e dalle variazioni di livello dei bacini, ma anche lungo i canali e i fossi dove le acque tendono a scorrere più lentamente, così come sul terreno fangoso delle lame di acqua ferma che formano modeste zone umide tra la riva ed il corso principale delle aste fluviali.

Si tratta di due diverse forme di vegetazione:

- i **canneti monospecifici a *Phragmites australis*** o **paucispecifici** in cui a questa specie se ne affiancano poche altre appartenenti alla classe *Phragmitetea* come *Typha latifolia*, *Schoenoplectus lacustris* e *Bolboschoenus maritimus* (inquadabili nell'associazione *Phragmitetum communis* (Allorge 1921) Pignatti 1953), dove la dominanza della cannuccia è funzione della profondità dello specchio d'acqua durante la stagione vegetativa; in zone lungamente sommerse e con profondità maggiori si affermano le tife (*Typha latifolia* e *T. angustifolia*), dando vita due tipologie diverse di **Tiphietum**, a seconda della tifa dominante.
- le **formazioni igrofile** (più vicine all'acqua o, nelle zone interne, su terreni più imbibiti) a *Bolboschoenus maritimus*, *Cyperus spp.*, *Juncus spp.*, *Schoenoplectus lacustris*, con prevalenza di elementi della classe Isoeto-Nanojuncetea inquadabili nell'associazione *Scirpetum maritimi* Br.-Bl. 1931 Tx. 1937. Completano spesso il quadro floristico altre specie dei *Phragmitetea* quali *Lythrum salicaria* e *Alisma plantago-aquatica* nonché *Veronica anagallis-aquatica*.

Nell'area sono presenti solo canneti paucispecifici o monospecifici a *Phragmites australis*, nonché canneti a *Typha latifolia*.

Nella carta fitosociologica

- sono cartografati all'interno delle seguenti voci: "Stagni e laghetti con sponde popolate da vegetazione erbacea, cinture elofitiche, alberi singoli o in filare, con scarsa vegetazione acquatica (talvolta copertura di *Lemna* ss.pp.), a causa di gestione continua e avversa (maceri, chiari di caccia,)" ; "Corsi d'acqua artificializzati, con sommità e scarpate arginali incolte a prevalenza di popolamenti erbacei, accompagnati da boscaglie a salici arbustivi e canneti, quando la gestione idraulica lo permette".

Comunità vegetali ad idrofite

La **vegetazione ad idrofite** è costituita da piante molto specializzate e strettamente legate agli ambiti in cui la corrente è debole e l'acqua ristagna.

La rarefazione di queste piante e la scomparsa di molte di esse è dovuta non solo alla distruzione mediante bonifica della zone umide (o all'eliminazione di tutti quegli spazi per il dinamismo laterale dei corsi d'acqua, dove un tempo si formano, bracci "morti" o veri e propri stagni di lanca), ma anche alla scarsa qualità delle acque, ed alla continua e rapida oscillazione del livello delle medesime (causata dai forti prelievi idrici).

Nelle zone umide presenti nell'area indagata (in gran parte create o ripristinate negli ultimi due decenni grazie agli incentivi forniti dalle Misure Agroambientali del PRSR agli agricoltori), le tipologie più frequenti sono le comunità di piante galleggianti della famiglia della Lemnaceae, riferibili alla cosiddetta "Vegetazione a piccole piante galleggianti" (*Lemna minoris*), caratterizzata ovviamente da *Lemna minor*, *Lemna gibba* (specie diffusa soprattutto vicino agli scoli dei seminativi, dei reflui urbani e degli allevamenti animali), *Lemna trisulca* e *Spirodela polyrrhiza*.

Tali formazioni sono talvolta compenstrate a comunità riconducibili alla 'Vegetazione sommersa a predominio di *Potamogeton* di grande taglia' (22.421 (3150)) dell'alleanza *Potamion* con *Potamogeton lucens*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton nodosus*, a 'Vegetazione sommersa a predominio di *Potamogeton* di piccola taglia' (22.422) con *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus* e *Potamogeton pusillus*, a 'Vegetazione a Castagna d'acqua' (22.4312) dell'alleanza *Nymphaeion albae* con *Trapa natans* e a 'Vegetazione natante di acque poco profonde' (22.432) dell'alleanza *Ranunculion aquatilis* con *Callitriche* spp.. Tuttavia, le stesse formazioni sono da considerarsi 'orfane' di piante acquatiche non più trovate e quindi da considerarsi come molto probabilmente estinte: *Hydrocharis morsus-ranae*, *Salvinia natans*, *Utricularia australis*.

Lungo le sponde delle raccolte d'acqua in cui si rinvergono comunità delle alleanze *Lemna minoris* e *Potamion* sono diffuse associazioni di specie riconducibili alla classe *Nasturtio-Glyceretalia* e agli habitat 'Canneti' (53.1) dell'alleanza *Phragmition* e 'Formazioni a grandi carici' (53.2) dell'alleanza *Magnocaricion*.

Alcune fra queste comunità fanno valutare la presenza di due habitat di interesse comunitario (3130 - Acque oligotrofe dell'Europa centrale e perialpina con vegetazione di Littorella o di Isoetes o vegetazione annua delle rive riemerse + 3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*) anche se diversi fitosociologi regionali non concordano pienamente sulla validità di tutti i sintaxa considerati validi dalla Regione Emilia-Romagna nella "Carta degli Habitat di interesse comunitario" (2007).

3130 - Acque oligotrofe dell'Europa centrale e perialpina con vegetazione di Littorella o di Isoetes o vegetazione annua delle rive riemerse (*Nanocyperetalia*)

Vegetazione costituita da comunità anfibe di piccola taglia, sia perenni (riferibili all'ordine *Littorelletalia uniflorae*, tipo 22.12 x 22.31) che annuali pioniere (riferibili all'ordine *Nanocyperetalia fusci*, tipo 22.12 x 22.32), che si sviluppano ai margini di laghi, stagni e pozze con acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, su suoli umidi e fangosi soggetti a periodici disseccamenti.

L'Habitat include le stazioni litoranee di corpi idrici lentici (oligo-mesotrofici) periodicamente emergenti a fondo molle ove proliferano specie anfibe e pioniere. Sono riconducibili all'Habitat le formazioni a piccoli ciperi annuali, quali *Cyperus fuscus*, *C. flavescens*, *C. michelianus* e *Cyperus squarrosus* (a), ascritte alle associazioni *Cyperetum flavescens* (Codice CORINE Biotopes 22.3232) e, più in generale, le

comunità rilevabili al margine dei principali corsi d'acqua, delle zone umide planiziali che manifestano fasi periodiche di prosciugamento estivo (ad es. l'associazione *Samolo valerandi-Caricetum serotinae* rilevata lungo il fiume Taro da Biondi et al. 1997, o di pozze temporanee con fondo sabbioso-limoso).

Entrambi i sottotipi di questo habitat instaurano rapporti di tipo catenale con numerose tipologie di Habitat acquatici e palustri quali ad esempio le cenosi idrofittiche a dominanza di *Utricularia* sp. pl. (Habitat 3160; cfr. Lasen 2006), le cenosi a grandi carici e/o elofite perenni della classe *Phragmito-Magnocaricetea*, le comunità erbacee igrofile dell'Habitat 6410 o le fitocenosi di torbiera acida degli Habitat del gruppo 71, corrispondente al complesso delle 'Torbierie acide di sfagni'.

Per il sottotipo 22.32 (sicuramente presente nella nostra regione) vengono considerate specie fisionomizzanti i piccoli giunchi, scirpi e ciperi annuali quali ***Juncus bufonius***, ***Scirpus setaceus*** (= *Isolepis setacea*), ***Schoenoplectus supinus***, ***Cyperus fuscus***, ***C. flavescens***, ***C. michelianus***; possono inoltre essere menzionate *Elatine* spp., ***Eleocharis ovata***, ***Juncus tenageja***, ***Limosella aquatica***, ***Centaurium pulchellum***, *Eryngium barrelieri*, *E. corniculatum*, *Gnaphalium uliginosum*, *Peplis portula*, *Samolus valerandi*, *Crypsis schoenoidis*, *Ranunculus revelieri*, *Teucrium campanulatum*, *Lindernia palustris*, *Ludwigia palustris*. Alcune specie menzionate dal Manuale EUR/27, quali ***Centunculus minimus*** (= *Anagallis minima*) e ***Cicendia filiformis***, sono più tipiche di Habitat riconducibili ai codici 3120 'Acque oligotrofe a bassissimo contenuto minerale, su terreni generalmente sabbiosi del Mediterraneo occidentale, con *Isoëtes* spp.' o 3170* 'Stagni temporanei mediterranei'.

In Emilia-Romagna sono segnalati circa 462,82 ettari di questo habitat, pari al 14,7% del patrimonio nazionale.

In regione, l'habitat è presente in 22 siti della Rete Natura 2000.

I siti più importanti per questo tipo di habitat sono:

- Biotopi e ripristini ambientali di Medicina e Molinella (27,2%);
- Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio (24,9%);
- Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella (15,9%);
- Valle del Mezzano, Valle Pega (11,9%).

L'habitat è stato osservato anche nei seguenti siti:

- Biotopi e ripristini ambientali di Budrio e Minerbio;
- Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico;
- Casse di espansione del Secchia;
- Bardello;
- Fontanili di Gattatico e Fiume Enza;
- Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo;
- Golena del Po presso Zibello;
- Gessi Bolognesi, Calanchi dell'Abbadessa;
- Golena del Po di Gualtieri, Guastalla e Luzzara;
- Medio Taro;
- Valli di Argenta;

- Golena San Vitale e Golena del Lippo;
- Torrente Stirone;
- Bacini di Russi e Fiume Lamone;
- Manzolino;
- Cassa di espansione Dosolo;
- Bosco di Sant'Agostino o Panfilia;
- Torriana, Montebello, Fiume Marecchia.

3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*

Habitat lacustri, palustri e di acque stagnanti eutrofiche, più o meno torbide, ricche di basi (pH > 7), con vegetazione dulciacquicola idrofittica azonale, galleggiante riferibile all'alleanza *Hydrocharition* o rizofittica sommersa a dominanza di *Potamogeton* di grande taglia (*Magnopotamion*).

A questo habitat sono state ricondotte le seguenti fitocenosi a scala regionale: *Lemnetum minoris* (codice CORINE Biotopes 22.411); *Lemno-Spirodeletum polyrrhizae* (codice CORINE Biotopes 22.413); *Lemnetum gibbae* (codice CORINE Biotopes 22.412); *Utricularietum neglectae* (codice CORINE Biotopes 22.414); comunità vegetali con *Potamogeton lucens* (codice CORINE Biotopes 22.421); comunità vegetali a *Myriophyllum verticillatum* e *Ceratophyllum demersum*. Nei primi 3 casi si tratta di fitocenosi con vegetazione galleggiante (pleustofittica) inquadrabili nella classe *Lemnetea minoris*, mentre nel quarto caso si tratta di fitocenosi a idrofite sommerse radicanti inquadrabili nella classe *Potametea*.

La corrispondenza tra Habitat 3150 e categorie sintassonomiche non è ad oggi completamente chiarita; sulla base delle evidenze sperimentali acquisite nel campo dell'ecologia dei popolamenti idrofittici numerosi esperti ritengono opportuno ricondurre esclusivamente i popolamenti vegetali delle alleanze nominali (*Magnopotamion* e *Hydrocharition*) al codice 3150.

Il rilevante valore conservazionistico ed ecosistemico dei popolamenti idrofittici che verrebbero esclusi dall'Habitat, in assenza di un codice Natura 2000 specifico, suggerisce di istituire due nuovi Habitat di pregio naturalistico ad integrazione degli allegati della Direttiva "Habitat" per le acque stagnanti in Emilia-Romagna: (1) vegetazione sommersa a predominio di *Potamogeton* di piccola taglia (*Parvopotamion*; codice CORINE Biotopes 22.422; codice regionale Pp) e (2) tappeti galleggianti di specie con foglie larghe" (*Nymphaeion albae*; codice CORINE Biotopes 22.431; codice regionale Ny).

La vegetazione idrofittica di questo habitat si sviluppa in corpi d'acqua di dimensione variabile, in alcuni casi anche nelle zone aperte dei magnocariceti o di comunità elofittiche a dominanza di *Phragmites australis* subsp. *australis*, *Typha* sp. pl., ecc., con le quali instaura contatti di tipo catenale. In termini dinamici, le comunità vegetali di questo habitat sono relativamente stabili a meno che non vengano alterate le condizioni ambientali (es. fenomeni di eutrofizzazione) ed il regime idrico. In condizioni di apprezzabile naturalità, negli specchi d'acqua è possibile osservare, dalla zona centrale proseguendo verso le

sponde, la tipica serie delle comunità vegetali che si dispongono in funzione della profondità dell'acqua, da quelle galleggianti a quelle radicate.

Le comunità idrofite sono spesso paucispecifiche e vedono la forte dominanza di 1-2 specie, accompagnate da poche sporadiche compagne. Tra le entità indicate nel Manuale EUR/27, possono essere ricordate per l'Italia: **Lemna spp.**, **Spirodela spp.**, **Wolffia spp.**, **Hydrocharis morsus-ranae**, **Utricularia australis**, **U. vulgaris**, **Potamogeton lucens**, **P. praelongus**, **P. perfoliatus**, **Azolla spp.**, **Riccia spp.**, **Ricciocarpus spp.**, **#Aldrovanda vesiculosa**, **Stratiotes aloides** (va aggiunto però che quest'ultima specie ha valore diagnostico solo nei casi in cui la sua presenza sia certamente autoctona).

A queste possono essere aggiunte *Salvinia natans*, *Potamogeton alpinus*, *P. berchtoldii*, *P. coloratus*, *P. crispus*, *P. filiformis*, *P. gramineus*, *P. natans*, *P. nodosus*, *P. pectinatus*, *P. pusillus*, *P. trichoides*, *Persicaria amphibia*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Najas marina*, *N. minor*, *Hippuris vulgaris*, *Hottonia palustris*, *Vallisneria spiralis*, *Zannichellia palustris*, *Z. obtusifolia*.

In Emilia-Romagna sono segnalati circa 2.236,21 ettari di questo habitat, pari al 9,2% del patrimonio nazionale.

In regione, l'habitat è presente in 60 siti della Rete Natura 2000.

I siti più importanti per questo tipo di habitat sono:

- Valli di Argenta (25,1%);
- Biotopi e ripristini ambientali di Medicina e Molinella (16,7%);
- Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella (10,4%).

L'habitat è stato osservato anche nei seguenti siti:

- Valle del Mezzano, Valle Pega;
- Punte Alberete, Valle Mandriole;
- Piallasse Baiona, Risega e Pontazzo;
- Biotopi e ripristini ambientali di Budrio e Minerbio;
- Valli di Comacchio;
- Bacini ex-zuccherificio di Argelato e Golena del Fiume Reno;
- Aree delle risorgive di Viarolo, Bacini di Torrile, Fascia golenale del Po;
- Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio;
- Valli Mirandolesi;
- Biotopi e ripristini ambientali di Crevalcore;
- Valle di Gruppo;
- Medio Taro;
- Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico;
- Po di Primaro e Bacini di Traghetto;
- Valli di Novellara;
- Cassa di espansione del Tresinaro;
- Bacini di Massa Lombarda;
- Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo;
- Manzolino;

- Prati e ripristini ambientali di Frescarolo e Samboseto;
- Valle delle Bruciate e Tresinaro;
- Cassa di espansione del Fiume Panaro;
- Biotopi di Alfonsine e Fiume Reno;
- Fontanili di Gattatico e Fiume Enza;
- Bacini ex-zuccherificio di Mezzano;
- San Genesio;
- Torriana, Montebello, Fiume Marecchia;
- Bacini di Conselice;
- Parma Morta;
- Casse di espansione del Secchia;
- Torrazzuolo;
- Bacini di Jolanda di Savoia;
- Golena del Po di Gualtieri, Guastalla e Luzzara;
- Vena del Gesso Romagnola;
- Monte Ventasso;
- La Bora;
- Bosco di Sant'Agostino o Panfilia;
- Boschi di San Luca e Destra Reno;
- Cassa di espansione Dosolo;
- Garzaia dello zuccherificio di Codigoro e Po di Volano;
- Salse di Nirano;
- Monte Capra, Monte Tre Abati, Monte Armelio, Sant'Agostino, Lago di Averaldi ;
- Fontanili di Corte Valle Re;
- Selva di Ladino, Fiume Montone, Terra del Sole;
- Meandri del Fiume Ronco;
- Pietramora, Ceparano, Rio Cozzi;
- Basso Trebbia;
- Bosco di Scardavilla, Ravaldino;
- Bacini di Russi e Fiume Lamone;
- Sassoguidano, Gaiato;
- Fiume Enza da La Mora a Compiano;
- Cà del Vento, Cà del Lupo, Gessi di Borzano;
- Gessi Triassici;
- Rami del Bidente, Monte Marino;
- Podere Pantaleone;
- Boschi di Carrega;
- Rio Rodano e Fontanili di Fogliano e Ariolo.

Nell'area sono state segnalate comunità pleustofiche a Lemna, comunità sommerse dei grandi Potamogeton, comunità dei piccoli Potamogeton e, in maniera più limitata, formazioni dei piccoli carici; la maggior parte di questi popolamenti è stata inserita in Habitat di interesse comunitario localizzati:

- habitat 3130 + habitat 3150 mosaicati assieme presso le zone umide di c. Tombe,
- habitat 3150 nelle vicinanze della confluenza dello scolo Roveda nel Calcarata -

mosaicato con l'habitat 3270, all'interno di una zona umida

- habitat 3150 presso la Mezza Casa - mosaicato con l'habitat 3270, all'interno di una zona umida,
- habitat 3150 presso le vasche di fitodepurazione della discarica di Bentivoglio - mosaicato con l'habitat 3270,
- habitat 3150 presso le vasche della Colombarola - mosaicato con l'habitat 3270,
- habitat 3150 presso le zone umide di Bianchina, La Rizza, La Morte, Convertino - mosaicato con l'habitat 3270
- habitat 3150 tra il Casone del Partigiano e lo scolo Calcara - mosaicato con l'habitat 92A0,

Nella carta fitosociologica:

- sono cartografati all'interno delle seguenti voci: "Stagni e laghetti con sponde popolate da vegetazione erbacea, cinture elofitiche, alberi singoli o in filare, con scarsa vegetazione acquatica (talvolta copertura di Lemna SS.PP.), a causa di gestione continua e avversa (maceri, chiari di caccia,)",
- sono evidenziati con l'HABITAT di riferimento, quando presenti come unica copertura significativa o mosaicati con consistenza apprezzabile con altre tipologie di interesse comunitario.

4.3.2 Compagini erbacee degli incolti, degli argini dei corsi d'acqua e delle scarpate delle banchine stradali (con eventuali bordure arboree-arbustive colonizzatrici)

Gran parte degli argini fluviali e della scarpate delle banchine autostradali, nonché le aree incolte irregolarmente sfalciate (ad esempio le rotonde intercluse da svincoli stradali) sono colonizzate da formazioni erbacee che presentano una composizione specifica assai eterogenea per l'impronta fitosociologica degli elementi che ne fanno parte (classi **Artemisietea**, **Agropyreteea**, **Chenopodietea**, **Bidentetea**, **Molinio-Arrhenatheretea**), ma in genere caratterizzate da un discreto grado di disturbo e di ruderalità.

Si tratta infatti di **formazioni erbacee ruderali** con prevalenza di graminacee tra le quali: *Agropyron repens*, *Dactylis glomerata*, *Bromus sterilis*, *Bromus hordeaceus*, *Poa trivialis*, *Agrostis stolonifera*, *Setaria viridis*.

Tra le altre specie presenti, pesante è l'impronta degli elementi della classe *Artemisietea* che comprende vegetazione erbacea nitrofilo-ruderale eurosiberiana più o meno mesofila (tra cui ad esempio *Artemisia vulgaris*, *Cirsium vulgare*, *Potentilla reptans*, *Daucus carota*, *Silene alba*, *Picris hieracioides*, *Cichorium intybus*, *Urtica dioica*, *Verbena officinalis*, *Convolvulus arvensis*, ma anche *Helianthus tuberosus* in particolare nei popolamenti prossimi e più legati alle sponde del fiume), della classe *Chenopodietea* (formazioni

ruderali e nitrofile che annoverano al loro interno specie botaniche annuali rappresentate da elementi ruderali ed infestanti delle colture quali il già citato *Bromus sterilis* e poi *Stellaria media*, *Veronica persica*, *Rumex crispus*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Conyza canadensis*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis*, *Sorghum halepense*) e degli elementi attribuibili agli *Agropyreteea repentis* (caratterizzati da erbe perenni dei prati semiruderali su suoli profondi e più o meno umidi come *Agropyron repens*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Equisetum arvense*, *E. telmateja*, *Mentha longifolia*).

Dove i prati vengono sfalcati con maggiore regolarità si assiste ad una diminuzione delle classi sopra citate (e delle specie annuali) a vantaggio degli elementi dei Molinio-Arrhenatheretea (soprattutto specie perenni legate a praterie mesofile permanenti e polifite, su suoli con minore aridità) come, oltre alla già menzionata *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinalis*, *Lotus corniculatus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Centaurea nigrescens*, *Medicago lupulina*, *Hypericum perforatum*, *Achillea millefolium* e *Medicago sativa*, quest'ultima quale residuo di prati seminati per foraggio. Spesso, a testimonianza di vecchi orti o filari, sono rimaste specie arboree da frutto come ciliegi, albicocchi, susini, fichi ed anche noci.

Tra le specie erbacee delle cenosi prative sono ancora poco rappresentati gli elementi della classe *Festuco-Brometea*, che comprende le praterie secondarie a specie erbacee perenni centroeuropee (eurosiberiane) e submediterranee da meso - xerofila a xerofila delle quali fanno parte le seguenti specie: *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Achillea collina*, *Euphorbia cyparissias*, *Galium verum* e *Calamintha nepeta*. Ciò testimonia ancora di più il carattere iniziale eruderale delle formazioni erbacee finora descritte.

Lungo le zone più battute dal passaggio, a seguito del frequente e continuo calpestio, si selezionano le specie dei *Plantaginetea majoris* (tipica vegetazione nitrofila dei suoli aridi calpestati in ambienti rurali o suburbani con impatto antropico continuativo come *Poa annua*, *Lolium perenne*, *Plantago major*, *Prunella vulgaris*, *Polygonum aviculare*, *Cynodon dactylon*, e *Portulaca oleracea*).

Talvolta l'irregolarità degli sfalci (che possono non essere effettuati anche per diversi anni) consente lo sviluppo di bordure arboreo-arbustive colonizzatrici di tipo lineare, con dominanza di specie alloctone invasive ruderali-nitrofile (Robinia, Ailanto), accompagnate da altre specie a crescita veloce (pioppi, olmi, ...). Tali coperture, in sé di scarso significato naturalistico, assumono un certo valore come compagini preparatorie di situazioni più evolute, oppure quando possono fungere da cerniera tra elementi altrimenti isolati della rete ecologica locale, come spesso accade lungo i corsi d'acqua.

Queste bordure sono invece meno importanti quando si sviluppano lungo le scarpate stradali, dove in genere sono sconnesse dalle reti ecologiche locali e restano comunque temporanee già in un'ottica di medio periodo (prima o poi vengono sempre rimosse). In più, se molto prossime a carreggiate trafficate, tali formazioni possono avere uno specifico impatto negativo sulla fauna selvatica, che, attratta da esse, vi si rifugia e quindi viene più facilmente esposta al rischio di collisione con gli autoveicoli. Questo effetto trappola, i cui

esiti sono stati adeguatamente studiati negli ultimi decenni, caratterizza del resto anche le fasce boscate di ambientazione ai lati della viabilità, se queste ultime sono poste troppo vicine alla strada (a seconda della specie target, la distanza di sicurezza tra carreggiata e fascia boscata dovrebbe essere di 15-30 metri).

Nel censimento della vegetazione, queste bordure arbustivo-arboree sono state diffusamente individuate lungo le scarpate erbacee dei rilevati predisposti, circa 10-15 anni fa, per l'ampliamento alla quarta corsia e alle corsie nord della complanare (in prevalenza lungo la scarpata nord).

Nella carta fitosociologica:

- se dominanti sono descritti dalla tipologia “Aree incolte a prevalenza di popolamenti erbacei (Artemisietea, Agropyreteea, Chenopodietea, Festuco-Brometea)”;
- se presenti lungo gli argini e frammiste a bordure arboreo-arbustive igrofile, sono cartografate nella tipologia “Boscaglie a salici arbustivi frammiste ad aree incolte a prevalenza di popolamenti erbacei”;
- quando presenti lungo le scarpate stradali, gli aggruppamenti erbacei (e le eventuali bordure arboreo-arbustive ruderali) sono ricompresi nella tipologia “Rete stradale, con scarpate delle banchine stradali a prevalenza di popolamenti erbacei”;

4.3.3 Siepi e filari

Le siepi presenti nel territorio oggetto della ricerca sono ormai ridotte a poche realtà spesso relegate in aree marginali. Come ovunque, la loro distribuzione in pianura è stata drasticamente limitata nell'ultimo cinquantennio dall'avvento di una agricoltura intensiva e da una sempre più spiccata meccanizzazione delle pratiche agricole.

Anche il riassetto idraulico di fossi e scoline lungo le strade (con la realizzazione di reti fognarie in gran parte sotterranee) ha rappresentato un ulteriore elemento di riduzione delle siepi.

Negli ultimi anni però diverse Amministrazioni hanno promosso politiche tese al mantenimento e al ripristino delle siepi (le misure della PAC a sostegno degli interventi agro-ambientali); abbastanza singolare è quindi il fatto che tali opportunità siano state sfruttate poco nell'area investigata (limitati interventi nella zona nord-orientale), mentre invece siano state ampiamente utilizzate in territori limitrofi, con evidenti ed immediati miglioramenti ambientali.

Qualche residuo di antiche siepi è ancora presente in prossimità di vecchie case contadine, lungo strade bianche o cavedagne o ancora a lato di tratti di canali a cielo aperto. Spesso però in questi ambienti esse sono sottoposte ad una continua capitozzatura o ad un regolare taglio.

Le principali tipologie di siepe ancora osservabili sono:

- *Siepi a olmo e rosacee* - si tratta delle siepi, ma più spesso piccole macchie isolate e brevi sequenze lineari discontinue, in cui domina l'olmo (*Ulmus minor*), spesso con portamento di piccolo albero, e, in misura minore, il prugnolo selvatico (*Prunus spinosa*). Sono presenti anche altre due rosacee: il biancospino (*Crataegus monogyna*) e il pruno (*Prunus domestica*). Ad esse si accompagnano altre specie arboree ed arbustive, in genere con valori di copertura molto bassi, come ad esempio acero campestre (*Acer campestre*) e frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa*).
- *Siepi degradate con Robinia e Sambuco* – si riferiscono alla tipologia definita in precedenza, nella cui composizione si aggiungono in maniera apprezzabile: la robinia (*Robinia pseudacacia*) e la vitalba (*Clematis vitalba*) soprattutto lungo le strade; anche il sambuco (*Sambucus nigra*) nei pressi delle case e dei nuclei abitati.

4.3.4 Gli spazi naturali all'interno dei campi coltivati

Nell'area di studio sono presenti soprattutto colture erbacee (in prevalenza cereali e medicinali), alle quali si accompagnano frutteti, vigneti, altre colture legnose, orti in pieno campo, pochi prati stabili, limitati vivai.

L'ambiente dei campi coltivati costituisce l'aspetto più comune e diffuso del paesaggio della bassa pianura; è costituito soprattutto da coltivazioni intensive cerealicole, ma anche colture sarchiate, come mais e barbabietole, a cui negli ultimi decenni se ne sono aggiunte nuove (ad es. la soia), legate per lo più a temporanei interventi di incentivazione.

Le comunità commensali

I campi coltivati, di indubbia origine artificiale, ospitano diverse specie commensali in competizione con le specie coltivate per il suolo e per lo spazio.

Si tratta in genere di piante annuali con ciclo vegetativo simile a quelle delle colture di riferimento: sono in pratica in grado di comparire e terminare il loro ciclo vegetativo entro tarda primavera/inizio estate (ad es. le infestanti dei cereali autunno-vernini), oppure a ciclo estivo-autunnale (ad es. quelle legate al mais).

La maggior parte delle attuali infestanti sono per lo più estranee alla flora autoctona: spesso provengono da altri continenti e sono state introdotte, anche di recente, seguito dell'immissione di nuove colture.

Le infestanti tradizionali, in forte regresso, conoscono invece un'introduzione nel nostro territorio che spesso si perde lontano nel tempo: perciò viene loro attribuito un vero e proprio valore storico-relittuale. La loro parziale scomparsa è stata causata essenzialmente dalla diffusione dei trattamenti diserbanti, che di fatto hanno favorito le specie maggiormente tenaci, come quelle ad apparati radicali profondi, quelle rizomatose, stolonifere e bulbose.

In più, nelle colture cerealicole l'impiego generalizzato di prodotti ad azione selettiva non solo ha contribuito ad una ulteriore riduzione numerica delle specie commensali, ma anche alla drastica contrazione e semplificazione dello spettro delle famiglie presenti.

Così ad esempio in questi ultimi anni la graminacea coda di volpe (*Alopecurus myosuroides*) o le avene selvatiche (*Avena sterilis* e altre specie del genere *Avena*) sono divenute tra le specie maggiormente presenti, a scapito di quelle meno resistenti ai trattamenti come la camomilla (*Matricaria chamomilla*) e ancor di più il ranuncolo dei campi (*Ranunculus arvensis*), il gladiolo dei campi (*Gladiolus segetum*) e il fiordaliso (*Centaurea cyanus*).

Fra le specie nelle associazioni di infestanti dei campi di cereali si possono osservare alcune veroniche (*Veronica persica*, *Veronica arvensis* e *V. hederifolia*), il papavero (*Papaver rhoeas*), l'erba leporina (*Fallopia convolvulus*), lo stoppione (*Cirsium arvense*), il centinodio (*Polygonum aviculare*), il vilucchio (*Convolvulus arvensis*), il vilucchione (*Calystegia sepium*) e la specularia (*Legousia speculum-veneris*).

I popolamenti di infestanti dei campi di mais del territorio sono costituiti principalmente da altre graminacee, che avendo un ciclo simile a quello della pianta coltivata, non solo resistono ai pesanti trattamenti ma sono anche favorite. È il caso, ad esempio, del giavone (*Echinochloa crus-galli*), della panicastrella (*Setaria viridis*), della sanguinella (*Digitaria sanguinalis*) e del sorgo (*Sorghum halepense*).

In questi campi sono presenti anche piante con apparati radicali profondi, come le Romici (*Rumex obtusifolius* e altri *Rumex*) e i convolvoli (*Convolvulus arvensis* e *Calystegia sepium*), l'amaranto comune (*Amaranthus retroflexus*), la porcellana (*Portulaca oleracea*), la cardellina (*Senecio vulgaris*), l'erba mora (*Solanum nigrum*), il farinello (*Chenopodium album*).

Nell'area oggetto di studio sono presenti anche medicai: qui si possono osservare alla ripresa primaverile composite come il soffione (*Taraxacum officinalis*) oppure ancora alcune delle infestanti osservabili anche altrove, ad esempio la coda di volpe, la fienarola comune (*Poa trivialis*) e il loglio maggiore (*Lolium multiflorum*).

Anche i pochi e limitati vigneti sono ambienti artificiali in cui l'unico aspetto naturale è costituito dalla vegetazione "infestante", più o meno presente in funzione dell'entità dei trattamenti effettuati.

Le specie presenti sono in gran parte le stesse tipiche delle colture cerealicole e sarchiate; a queste si aggiungono, in particolare nei vigneti, specie bulbose come il latte di gallina (*Ornithogalum umbellatum*), alcuni agli (*Allium vineale* e *A. carinatum*), il giacinto col pennacchio (*Leopoldia comosa*) e il muscari azzurro (*Muscari botryodes*).

Nei corridoi di passaggio tra un filare e l'altro, si possono osservare poi le piantaggini (*Plantago* ss.pp.), la falsa ortica (*Lamium purpureo*), il geranio comune (*Geranium molle*), l'erba calenzuola (*Euphorbia helioscopia*), i trifogli (*Trifolium* ss.pp.), diverse composite come il farfaro (*Tussilago farfara*), tarassaco (*Taraxacum officinalis*), la pratolina (*Bellis*

perennis), lo stoppione (*Cirsium arvensis*), la cicoria selvatica (*Cichorium intybus*), l'aspraggine (*Picris echioides*), la radicchella (*Crepis sancta*) ed altre ancora.

La vegetazione delle cavedagne, delle bordure stradali e degli ambienti ruderali

L'importanza di questi ambienti marginali, a volte limitati a semplici strisce sottili di pochi metri comprese tra campi, viabilità e aree urbanizzate, è legata alla loro funzione di "riserva" genetica delle specie vegetali che qui stazionano, in attesa di ricostituire la situazione originaria o di colonizzare ambienti nuovi.

Lungo i bordi dei campi e delle cavedagne del territorio sono presenti aggruppamenti di specie erbacee che danno luogo in primavera ed in estate a vivaci bordure, legate alle fioriture delle diverse piante, che si succedono senza soluzione di continuità nel corso della stagione vegetativa.

Sono formate da numerose piante provenienti dalle colture vicine o superstiti di antiche associazioni dei prati permanenti polifiti.

In questi ambienti il tarassaco è tra le prime piante a fiorire e ad esso succedono il ranuncolo bulboso (*Ranunculus bulbosus*), la salvia dei prati (*Salvia pratensis*), il caglio zolfino (*Galium verum*) ed il margheritone (*Leucanthemum vulgare*). Seguono ulteriormente sino alla tarda estate la carota selvatica (*Daucus carota*), il millefoglio (*Achillea millefolium*), il fiordaliso nerastro (*Centaurea nigrescens*), la linajola comune (*Linaria vulgaris*), la menta selvatica (*Mentha suaveolens*), l'incensaria comune (*Pulicaria dysenterica*) e il colchico (*Colchicum autumnalis*).

Oltre alle specie già ricordate, è possibile osservare, soprattutto lungo le cavedagne e le strade bianche, altre specie tipiche di ambienti antropizzati resistenti al calpestio e al danno meccanico derivato dal passaggio di automezzi. Queste sono in genere piante in cui l'apice germinativo è protetto e riparato, racchiuso tra foglie resistenti ed elastiche o posto sottoterra, come avviene per le piantaggini (*P. lanceolata*, *P. major*), la fienarola annuale (*Poa annua*), la cicoria selvatica (*Cichorium intybus*), la malva (*Malva sylvestris*), la centinodia (*Polygonum aviculare*) e il trifoglio ladino (*Trifolium repens*), la gramigna (*Cynodon dactylon*) e la saeppola canadese (*Conyza canadensis*).

Una flora spontanea meno diversificata della precedente si insedia invece in ambienti marginali più legati ad un impatto antropico continuativo (margini delle strade asfaltate, ...). In questi casi si tratta di piante legate ad ambienti ruderali e di piante nitrofile come le poe (*Poa trivialis* e *P. pratensis*), l'orzo selvatico (*Hordeum murinum*), il forasacco sterile (*Bromus sterilis*) e la gramigna (*Cynodon dactylon*).

Le case ed i cascinali un tempo abitati ed in seguito abbandonati, costituiscono poi ulteriore ambiente favorevole allo sviluppo di flora ruderales. Lungo le parti basse dei muretti e dei muri delle case si formano i tipici popolamenti a parietaria (*Parietaria officinalis*), in grado di colonizzare ambienti così inospitali.

In corrispondenza delle aie, il prato è formato in genere da aggruppamenti erbacei a tarassaco (*Taraxacum officinalis*), malva (*Malva sylvestris*), trifoglio (*Trifolium repens*), borsa di pastore (*Capsella bursa-pastoris*), gramigna (*Cynodon dactylon*), piantaggine (*Plantago lanceolata*), cinquefoglie (*Potentilla recta*), centinodia (*Polygonum aviculare*) e ranuncolo (*Ranunculus repens*).

Nei pressi di vecchie stalle, favoriti da un terreno ricco in sostanze organiche, si formano ancora ricchi tappeti di ortica (*Urtica dioica*) monospecifici o frammisti a di romice (*Rumex obtusifolia*) e artemisia (*Artemisia vulgaris*). Legata alle zone incolte dove in primavera e in estate si verificano ristagni d'acqua è la presenza dell'equiseto (*Equisetum telmateja*).

Nella carta fitosociologica:

- in ragione della limitata estensione spaziale e della residualità rispetto alle colture, tutti questi spazi più naturali sono stati accorpate cartograficamente nella tipologia superiore “Campi coltivati (seminativi, orti, vigneti, frutteti, ...)”

4.3.5 Canali, fossi e scoline

Canali, fossi e scoline costituiscono un ulteriore ambito ecologico caratteristico di questa zona di pianura. Pur essendo anch'essi chiari elementi di origine artificiale, alcuni di loro possono essere considerati senza dubbio tra le emergenze vegetazionali più significative del contesto osservato.

Essi contribuiscono a contrassegnare il caratteristico paesaggio della bassa pianura ed inoltre, nonostante l'elevato tenore di carico organico delle acque, consentono il permanere di una flora più o meno ricca, tipicamente legata agli ambienti umidi.

Lungo gli argini, nei limitati punti meno disturbati si sviluppa una fascia di elofite, dominate dalla cannuccia di palude (*Phragmites australis*), spesso frammista a mazzasorda minore (*Typha angustifolia*) e a iris giallo di palude (*Iris pseudacorus*), equiseti (*Equisetum telmateja*), salcerella (*Lythrum salicaria*) e ad altre specie tipicamente legate all'ambiente umido. Talvolta sono presenti nuclei di salici (*Salix alba*, *S. viminalis* e *S. triandra*), soprattutto con portamento arbustivo.

La porzione più elevata dell'argine, maggiormente svincolata dall'acqua, ospita un cespuglieto più o meno folto costituito da alcune specie di salice (*Salix alba* e *S. triandra*), pioppi (*Populus nigra*, *P. alba* e *P. x canadensis*), olmo (*Ulmus minor*), talvolta frammisti anche a specie esotiche rustiche e invasive, quali l'acacia (*Robinia pseudoacacia*) o l'indaco bastardo.

Più frequente è invece la situazione in cui il naturale evolversi è tenuto a freno dall'uomo, per mezzo dei ripetuti interventi di pulizia, taglio e anche bruciatura. La vegetazione della scarpata d'argine (soprattutto nel lato interno) è costituita allora da un fitto manto a cannuccia di palude (*Phragmites australis*), frammista a diverse infestanti provenienti dalle colture vicine. La porzione più elevata degli argini ospita invece un manto erbaceo costituito da specie infestanti e ruderali, quali, fra l'altro, la centinodia (*Polygonum*

aviculare), il tarassaco (*Taraxacum officinalis*), il millefoglio (*Achillea millefolium*), il ranuncolo (*Ranunculus repens*), la borsa di pastore (*Capsella bursa-pastoris*), la gramigna (*Cynodon dactylon*).

La trama di fossi e scoline, un tempo ben evidenziata dalla presenza di bordure di arbusti e piccoli alberi igrofilo, vede ora pochi tratti dove ancora possono essere osservati salici (*Salix alba*, *S. viminalis*, *S. triandra*).

Nei corpi idrici, in corrispondenza dei tratti meno disturbati e inquinati, si osservano invece le presenze floristiche più significative. Lì sono infatti presenti nuclei di rizofite, ad es. il poligono anfibio (*Polygonum amphibium*) o talvolta anche il raro giunco fiorito (*Butomus umbellatum*), spesso sporgenti da un tappeto continuo di pleustofite, soprattutto azolla (*Azolla* ss.pp.) e lenticchia d'acqua (*Lemna* ss.pp.).

Generalmente il rigoglio e lo sviluppo della vegetazione delle sponde e di quella in acqua viene tenuto a freno dai ripetuti interventi di pulizia, miranti a preservare lo scorrere delle acque. Tali interventi, pur frenando il naturale evolversi vegetazionale, non impediscono però il rapido riformarsi di un mantello del tutto simile a quello precedentemente soppresso.

Nella carta fitosociologica:

- quando rappresentabili con poligoni cartografabili, gli elementi naturali presenti lungo canali sono stati descritti dalla tipologia “Boschi ripariali e boscaglie a salici arbustivi”;
- quando non cartografabili come poligoni, sono stati rappresentati mediante linee.

4.3.6 Altri elementi cartografati di basso o nullo significato naturalistico

Tra le colture, sono state cartografate le seguenti tipologie di basso o nullo significato naturalistico:

- “Pioppeti culturali”

Tra le aree urbanizzate, sono state cartografate le seguenti tipologie

- “Aree prevalentemente edificate (Uso residenziale, commerciale, industriale, servizi, impianti, sia ad elevata densità, sia a bassa densità);
- “Aree urbanizzate in prevalenza a verde (parchi, giardini e impianti sportivi)”
- “Maneggi e spazi verdi associati”

Tra le aree prive di vegetazione o con suolo periodicamente rimaneggiato, sono state cartografate le seguenti tipologie:

- “Discariche”

4.4 ASPETTI FAUNISTICI

Per il comprensorio studiato sono disponibili informazioni sulla fauna derivanti da ricerche specialistiche mirate e recenti esclusivamente per porzioni di territorio del SIC-ZPS IT4050024 “Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella”. In particolare sono stati svolti approfondimenti nel corso degli ultimi due decenni attraverso il Censimento delle zone umide di pianure del bolognese (IBACN), il Progetto Life EConet e la Misura 323 del PRSR (RER).

Un valido profilo delle comunità faunistiche, in particolare dei vertebrati, può essere comunque tracciato in base alle informazioni disponibili:

- per zone comprese nell’intorno di studio oggetto di specifiche elaborazioni progettuali da parte della scrivente Ecosistema (in particolare il progetto di rinaturazione delle ex-risaie di Bentivoglio, il progetto “Un Cuore Verde per la Pianura bolognese”, l’Accordo Agroambientale delle ex-risaie di Bentivoglio e San Pietro in Casale, diversi interventi di ripristino ambientale svolti per imprese agricole del territorio e relativi monitoraggi, alcuni studi di impatto e incidenza);
- per aree di pianura contigue (per alcune aree limitrofe di elevato interesse naturalistico è addirittura disponibile ampia bibliografia), nonché per zone analoghe del bolognese e del ferrarese simili anche quanto riguarda l’evoluzione del paesaggio naturale e antropico.

Il corredo faunistico di base è quello tipico degli ambienti della bassa pianura emiliana, caratterizzata prevalentemente dall’alternanza di colture cerealicole e sarchiate, medicai, fossi, canali, maceri, bacini per ittiocoltura e bacini per la caccia da appostamento.

Negli ultimi due decenni, esso si è significativamente potenziato sia in termini quantitativi sia come ricchezza specifica grazie ai nuovi ambienti frutto dell’applicazione di misure agroambientali (zone umide di diversa estensione, prati umidi permanenti, rimboschimenti non produttivi, siepi e complessi macchia-radura). Le caratteristiche ambientali dell’area oggetto dell’intervento e di quelle aree immediatamente circostanti permettono perciò anche la presenza attuale/potenziale di alcune specie vertebrate rare e minacciate, mentre alcuni biotopi immediatamente circostanti l’area studiata sono di rilevante importanza per la conservazione e diffusione di specie target (ad es. *Rana latastei*, *Emys orbicularis*).

Nelle descrizioni che seguono, vengono sinteticamente commentate le informazioni relative alle specie vertebrate (Pesci, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi) la cui presenza certa o probabile deriva da dati bibliografici attendibili e ricerche recenti sul campo nell’area investigata e in aree contigue dalle caratteristiche ambientali simili.

Sono comunque da segnalare anche alcune specie invertebrate di elevato interesse conservazionistico oppure particolarmente problematiche dal punto di vista gestionale.

Poiché quasi tutte le specie presenti necessitano nel corso del loro ciclo biologico di condizioni ambientali riferibili a tipologie diverse di habitat e compiono spostamenti ripetuti (e talvolta considerevoli) per soddisfare tali esigenze, risulta praticamente impossibile redigere un elenco tassonomico basata su sistemi ambientali omogenei (ad es. canali,

coltivi, bacini, ...). Sono infatti numerose specie non inquadrabili, come l’airone cenerino che nidifica su alberi di un parco e si alimenta in canali, bacini per ittiocoltura, nelle risaie (soprattutto tra aprile e giugno) e nei medicai e nelle zone arate (soprattutto tra agosto e marzo), oppure il rospo smeraldino che riproduce e conduce vita larvale in fossi, canali, maceri ma anche piccole pozze temporanee per poi svolgere il resto della sua vita in zone erbose di cavedagne, siepi, argini.

Nell’allegato MAM-AMBX-FAU-001 è riportato l’elenco delle specie vertebrate segnalate o presenti potenzialmente nell’area con riportato le informazioni aggiornate sul significato conservazionistico e gestionale delle specie in elenco (Direttive comunitarie di riferimento, ecc.).

4.4.1 Ripartizione tassonomica dei taxa vertebrati in elenco

Le 316 specie dell’elenco faunistico possono essere riassunte attraverso le seguenti suddivisioni tassonomiche.

Tabella 4-5 Riassunto tassonomico delle specie vertebrate presenti

Classe		Ordine		Famiglia	
Amphibia	10	Anura	8	Bufo	2
				Hyla	1
				Rana	5
		Urodela	2	Salamandridae	2
Aves	237	Accipitriformes	14	Accipitridae	14
		Anseriformes	27	Anatidae	27
		Apodiformes	2	Apodidae	2
		Caprimulgiformes	1	Caprimulgidae	1
		Charadriiformes	49	Charadriidae	7
				Glareolidae	1
				Haematopodidae	1
				Laridae	8
				Recurvirostridae	2
				Scolopacidae	22
				Sternidae	8
		Ciconiiformes	14	Ardeidae	9
				Ciconiidae	2
				Threskiornithidae	3
		Columbiformes	5	Columbidae	5
		Coraciiformes	3	Alcedinidae	1
				Coraciidae	1
				Upupidae	1
		Cuculiformes	1	Cuculidae	1
		Falconiformes	7	Falconidae	7
Galliformes	5	Phasianidae	5		
Gruiformes	7	Gruidae	1		
		Rallidae	6		
Passeriformes	85	Aegithalidae	1		
		Alaudidae	4		
		Corvidae	5		

Classe	Ordine	Famiglia			
		Emberizidae	3		
		Fringillidae	8		
		Hirundinidae	3		
		Laniidae	3		
		Motacillidae	7		
		Muscicapidae	3		
		Oriolidae	1		
		Paridae	4		
		Passeridae	2		
		Prunellidae	1		
		Remizidae	1		
		Sittidae	1		
		Sturnidae	2		
		Sylviidae	21		
		Timaliidae	1		
		Troglodytidae	1		
		Turdidae	13		
		Pelecaniformes	4	Pelecanidae	2
				Phalacrocoracidae	2
		Phoenicopteriformes	1	Phoenicopteridae	1
Piciformes	3	Picidae	3		
Podicipediformes	3	Podicipedidae	3		
Strigiformes	6	Strigidae	5		
		Tytonidae	1		
Mammalia	37	Artiodactyla	Cervidae	1	
			Suidae	1	
	Carnivora	Canidae	1		
		Mustelidae	4		
	Chiroptera	5	Vespertilionidae	5	
	Erinaceomorpha	1	Erinaceidae	1	
	Lagomorpha	1	Leporidae	1	
	Rodentia	15	Cricetidae	4	
			Gliridae	2	
			Hystricidae	1	
			Muridae	6	
			Myocastoridae	1	
			Sciuridae	1	
	Soricomorpha	8	Soricidae	7	
Talpidae			1		
Osteichthyes	20	Anguilliformes	1	Anguillidae	1
		Cypriniformes	13	Cobitidae	1
	Cyprinidae			12	
	Poeciliidae			1	
	Perciformes	2	Centrarchidae	2	
	Siluriformes	3	Ictaluridae	2	
Siluridae			1		
Reptilia	12	Squamata	10	Anguidae	1
				Colubridae	6
				Lacertidae	3

Classe	Ordine	Famiglia
	Testudines	2 Emydidae

La classe vertebrata con il maggior numero di specie presenti nel territorio indagato è costituita dagli Uccelli: da sola rappresenta il 75% della ricchezza totale. La preponderanza di tale classe si spiega oggettivamente non solo perché essa è la più ricca di specie nel Paleartico, ma anche poiché raggruppa specie aventi la maggiore e più rapida capacità di colonizzare nuovi ambienti idonei (nello specifico i nuovi habitat realizzati grazie alle misure agro ambientali e ai restauri naturalistici avvenuto nell'area di studio e nelle zone immediatamente limitrofe.

La significatività del dato del gruppo sistematico si accresce ulteriormente se questo viene confrontato con quello regionale. La checklist 2010 dell'ornitofauna dell'Emilia-Romagna, compresi i taxa autoctoni e quelli alloctoni naturalizzati, ammonta a 297 taxa presenti regolarmente e irregolarmente; nell'area di indagine tale valore si attesta a 224 taxa⁸, pari al 75% del totale regionale. Ciò significa che il territorio analizzato e il suo immediato intorno presenta nel complesso una varietà ambientale (in particolare le zone umide di nuova attuazione) tale da attrarre durante oltre tre quarti delle specie nidificanti, svernanti e migratrici.

Da sottolineare inoltre il caso dei Pesci: la maggior parte delle specie sono esotiche e quindi la ricchezza specifica è sovrastimata rispetto al reale significato ecologico.

4.4.2 Pesci

Attraverso la consultazione dei materiali prodotti dalla Regione Emilia-Romagna (AA.VV. 1992, Elementi di base per la predisposizione della carta ittica regionale, R.E.R. e il successivo AA.VV. 2008, Carta ittica dell'Emilia-Romagna. Zone A e B, Greentima, Bologna), si può ricavare un elenco dei pesci presenti nel territorio oggetto di indagine e nei corsi d'acqua di maggior importanza della zona..

Nei corsi d'acqua principali della zona osservata e nelle aree limitrofe sono presenti con contingenti apprezzabili il carassio (*Carassius carassius*), il carassio dorato (*Carassius auratus*), la Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*). Con consistenze minori, si osservano anche l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*), il cavedano (*Leuciscus cephalus*), il barbo (*Barbus plebejus*), la carpa (*Cyprinus carpio*), il siluro (*Silurus glanis*) e l'anguilla (*Anguilla anguilla*).

In qualche corpo d'acqua minore sono ancora segnalati la Tinca (*Tinca tinca*), la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*), il cobite (*Cobitis taenia*), la gambusia (*Gambusia affinis*), il persico sole (*Lepomis gibbosus*) e il pesce gatto (*Ictalurus melas*), quest'ultimo però in forte diminuzione.

⁸ Vanno escluse le 5 specie esotiche a fughe (Aix galericulata, Anas bahamensis, Anas sibilatrix, Anser indicus, Branta canadensis) e le 8 accidentali (Cygnus cygnus, Larus audouinii, Marmaronetta angustirostris, Pastor roseus, Pelecanus onocrotalus, Pelecanus rufescens, Vanellus gregarius, Melanocorypha calandra)

Fluttuante e incerta invece è la presenza della lasca (*Chondrostoma genei*) e del persico trota (*Micropterus salmoides*), forse relegata in qualche corpo idrico minore con condizioni ambientali migliori.

Diverse altre specie autoctone si sono invece estinte completamente dalla zona, principalmente per l'azione combinata di più fattori: la concorrenza di specie introdotte dall'uomo, l'indiscriminato prelievo aleatico, il peggioramento della qualità ambientale e la scomparsa degli habitat idonei.

Un'ultima considerazione sul significato conservazionistico delle presenze rilevate nei canali del territorio: oggi sicuramente sono più frequenti le specie ittiche alloctone rispetto a quelle autoctone. A partire dalla carpa, diffusa in epoca romana, l'uomo ha introdotto numerose specie deliberatamente o talvolta anche accidentalmente. Negli ultimi due secoli sono stati importati: dall'Asia il carassio e il carassio dorato, dall'America settentrionale i pesci gatti, il persico sole e il persico trota, poi, successivamente, dall'America centro-settentrionale la gambusia. Le più recenti introduzioni sono legate al siluro, introdotto dall'Europa orientale per la pesca sportiva nei laghetti, e alla pseudorasbora, proveniente dall'Asia e introdotta accidentalmente con l'importazione di carpe erbivore.

Tabella 4-6 - Specie di pesci presenti: habitat, tutele eventuali - provenienza

TAXON	CORSI D'ACQUA PRINCIPALI	FOSSIE CANALI	HABITAT ALLEGATO II	HABITAT ALLEGATO IV	ENDEMICO	ALLOCTONO	INVASIVO
<i>Alburnus alburnus alborella</i>	+	+					
<i>Anguilla anguilla</i>	+						
<i>Barbus plebejus</i>	?		X				
<i>Carassius auratus</i>	+++	++					X
<i>Carassius carassius</i>	+++	++					X
<i>Chondrostoma genei</i>	?		X		X		
<i>Cobitis taenia</i>	?		X		X		
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>		+				X	
<i>Cyprinus carpio</i>	+++	?					X
<i>Gambusia holbrooki</i>		+					X
<i>Ictalurus melas</i>	?					X	
<i>Ictalurus punctatus</i>	+						X
<i>Lepomis gibbosus</i>		+					X
<i>Leuciscus cephalus</i>	+						
<i>Micropterus salmoides</i>		?					X
<i>Pseudorasbora parva</i>	++	++					X
<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	+		(X)*				X
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	+						
<i>Silurus glanis</i>	+++						X
<i>Tinca tinca</i>	?						

4.4.3 Anfibi e Rettili

Oltre che dalle pubblicazioni già citate, informazioni su anfibi e i rettili che frequentano la zona si ricavano dalle carte di distribuzione riportate in Mazzotti S. e Stagni G., Gli Anfibi e i Rettili dell'Emilia-Romagna, una pubblicazione del 1993 curata dal Museo di Storia Naturale di Ferrara e l'I.B.C. Emilia-Romagna e nel successivo aggiornamento del 1999.

Tra gli anfibi, le specie sicuramente presenti sono rospo comune (*Bufo bufo*), specie ubiquitaria e tutto sommato ben tollerante, e la sempre più frequente rana toro (*Rana catesbeiana*), specie alloctona invasiva, potenziale portatrice sana della temibile chitridiomicosi. Il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) è legato solo a pochi settori dell'alta pianura bolognese. Presenti, anche se di difficile osservazione, sono il tritone crestato (*Triturus cristatus*) e il tritone punteggiato (*Triturus vulgaris*).

Diversi altri anfibi sono invece in regresso sensibile: la rana agile (*Rana dalmatina*), la raganella (*Hyla intermedia*) e soprattutto le rane verdi (*Rana lessonae* e *Rana lessonae*). Mentre la raganella sembra soprattutto accusare la scomparsa degli habitat d'elezione, le rane verdi (fino a pochi anni fa comuni presso ogni corpo idrico) hanno conosciuto drastiche riduzioni dell'areale e delle consistenze delle popolazioni. Ad oggi non è ben chiara la motivazione di questo trend negativo, ma non si escludono sinergie fra nuovi prodotti impattanti utilizzati in agricoltura e la comparsa di patologie.

La rana di Lataste (*Rana latastei*) era segnalata ancora negli anni '90 del secolo scorso a pochi km dall'area di indagine, presso le zone umide e i boschi di Valle La Comune). Qui era presente una delle pochissime popolazioni regionali, ma dagli anni duemila mancano conferme aggiornate sull'effettiva presenza della specie. La presenza sempre più invadente di nutria e gambero rosso della Louisiana hanno sicuramente avuto parte in questa possibile estinzione.

Per quanto riguarda i rettili, nelle zone coltivate e lungo le bordure arbustive (ma pure negli spazi verdi legati agli ambiti antropizzati) si possono osservare la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), quella campestre (*Podarcis sicula*) e il biacco (*Coluber viridiflavus*). In recupero rispetto ad un vicino passato sono le popolazioni di ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*), specie un tempo comunissima lungo le siepi, mentre oggi legato alle bordure arbustive poco disturbate presenti in alcune aree della zona investigata. Segnalato è anche il colubro di Esculapio (*Zamenis longissimus*) – rarissimo in un recente passato ma oggi in apparente recupero grazie forse alla maggior disponibilità di boscaglie, cespuglietti e zone arbustate, ambienti a lui favorevoli.

Nei pressi di canali e zone umide la specie più frequente, anche se in parziale regresso, è la biscia dal collare (*Natrix natrix*), mentre la congenere biscia tessellata (*Natrix tessellata*) è osservabile solo nelle zone della pianura più bassa.

Sicuramente molto localizzata e in forte regresso è invece la testuggine palustre (*Emys orbicularis*), mentre si osservano sempre più frequentemente esemplari dell'esotica testuggine guance rosse (*Trachemys scripta*) rilasciati in natura intenzionalmente e illegalmente dai proprietari.

Presenti di sicuro, anche se difficilmente osservabili, sono l'orbettino (*Anguis fragilis*), il colubro liscio (*Coronella austriaca*) e quello di Riccioli (*Coronella girondica*), questi ultimi due piccoli serpenti dalle abitudini fossorie, spesso confusi con la vipera.

Nell'elenco che segue riportiamo le specie di anfibi e di rettili tutelate, con l'indicazione dei provvedimenti di tutela che li individuano (Direttive comunitarie, Legge regionale, ecc). Per l'elenco completo delle specie presenti si rimanda all'allegato citato.

Tabella 4-7 - Specie di anfibi e rettili presenti: provvedimenti di tutela

TAXON	79/409 CEE Ornith	79/409 CEE Ap1	HABITAT Ap2*	HABITAT Ap2	HABITAT Ap4	HABITAT Ap5	BERNA Ap2	BERNA Ap3	CITES AII A	CITES AII B	CITES AII D	L 157/92 art 2	LR15/06 RER - RMPP
<i>Chondrostoma genei</i>				X				X					X
<i>Cobitis taenia</i>				X				X					X
<i>Bufo bufo</i>								X					X
<i>Hyla intermedia</i>					X		X						X
<i>Lissotriton vulgaris</i>								X					X
<i>Pelophylax lessonae</i>					X			X					X
<i>Pseudepidalea viridis</i>					X		X						X
<i>Rana dalmatina</i>					X		X						X
<i>Rana latastei</i>				X	X		X						X
<i>Triturus carnifex</i>				X	X		X						X
<i>Anguis fragilis</i>								X					X
<i>Coronella austriaca</i>					X		X						X
<i>Coronella girondica</i>								X					X
<i>Emys orbicularis</i>				X	X		X						X
<i>Hierophis viridiflavus</i>					X		X						X
<i>Lacerta bilineata</i>					X		X						X
<i>Natrix natrix</i>								X					X
<i>Natrix tessellata</i>					X		X						X
<i>Podarcis muralis</i>					X		X						X
<i>Podarcis sicula</i>					X		X						X
<i>Zamenis longissimus</i>					X		X						X

4.4.4 Uccelli

Nell'area considerata, gli uccelli costituiscono tra i vertebrati il gruppo di specie più numeroso: nonostante la forte semplificazione ambientale avvenuta negli ultimi cinquant'anni, la presenza di zone umide (anche di piccola estensione e soggette a continui disturbi legati alle attività produttive/ludiche che in esse vengono svolte) determina condizioni comunque favorevoli per specie che utilizzano questi ambienti per alimentarsi durante l'anno (nidificando però in aree vicine) oppure per la sosta, il rifugio e l'alimentazione durante le migrazioni.

Nell'elenco che segue sono riportate le sole specie ornitiche presenti regolarmente o irregolarmente, con relativa fenologia elaborata sulla base dei dati conosciuti e facendo riferimento per i nidificanti in particolare a Tinarelli R., Bonora M. e Balugani M. (a cura di), 2002 – Atlante degli Uccelli nidificanti nella Provincia di Bologna (1995-1999). Comitato per il Progetto Atlante Uccelli Nidificanti nella Provincia di Bologna e per gli svernanti al database Asoer dei censimenti IWC 1996/2009.

Tabella 4-8 - Specie ornitiche presenti: presenza - fenologia

ORDINE	SPECIE	nidificante	svernante	migratore altra fenologia
Accipitriformes	<i>Accipiter nisus</i>	certo o probabile	X	
Accipitriformes	<i>Aquila clanga</i>			X
Accipitriformes	<i>Aquila pennata</i>		X	X
Accipitriformes	<i>Buteo buteo</i>	certo o probabile	X	X
Accipitriformes	<i>Buteo lagopus</i>		X	X
Accipitriformes	<i>Circus gallicus</i>			X
Accipitriformes	<i>Circus aeruginosus</i>	certo o probabile	X	X
Accipitriformes	<i>Circus cyaneus</i>		X	X
Accipitriformes	<i>Circus pygargus</i>	certo o probabile	X	X
Accipitriformes	<i>Haliaeetus albicilla</i>		X	X
Accipitriformes	<i>Milvus migrans</i>		X	X
Accipitriformes	<i>Milvus milvus</i>			X
Accipitriformes	<i>Pandion haliaetus</i>			X
Accipitriformes	<i>Pernis apivorus</i>			X
Anseriformes	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anas acuta</i>		X	X
Anseriformes	<i>Anas clypeata</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anas crecca</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anas penelope</i>		X	X
Anseriformes	<i>Anas platyrhynchos</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anas querquedula</i>	certo o probabile		X
Anseriformes	<i>Anas strepera</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anser albifrons</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Anser anser</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Aythya ferina</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Aythya fuligula</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Aythya nyroca</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Bucephala clangula</i>		X	
Anseriformes	<i>Cygnus atratus</i>		X	X
Anseriformes	<i>Cygnus olor</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Mergus serrator</i>			X
Anseriformes	<i>Netta rufina</i>	certo o probabile	X	X
Anseriformes	<i>Tadorna ferruginea</i>			X
Anseriformes	<i>Tadorna tadorna</i>		X	X

ORDINE	SPECIE	nidificante	svemante	migratore altra fenologia
Apodiformes	<i>Apus apus</i>	certo o probabile		X
Apodiformes	<i>Apus melba</i>			X
Caprimulgiformes	<i>Caprimulgus europaeus</i>	certo o probabile		
Charadriiformes	<i>Charadrius alexandrinus</i>	certo o probabile		X
Charadriiformes	<i>Charadrius dubius</i>	certo o probabile		X
Charadriiformes	<i>Charadrius hiaticula</i>			X
Charadriiformes	<i>Pluvialis apricaria</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Pluvialis squatarola</i>			X
Charadriiformes	<i>Vanellus vanellus</i>	certo o probabile	X	X
Charadriiformes	<i>Glareola pratincola</i>			X
Charadriiformes	<i>Haematopus ostralegus</i>			X
Charadriiformes	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Hydrocoloeus minutus</i>			X
Charadriiformes	<i>Larus argentatus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Larus cachinnans</i>		X	
Charadriiformes	<i>Larus canus</i>		X	
Charadriiformes	<i>Larus fuscus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Larus michahellis</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Himantopus himantopus</i>	certo o probabile	X	X
Charadriiformes	<i>Recurvirostra avosetta</i>	certo o probabile	X	X
Charadriiformes	<i>Actitis hypoleucos</i>	possibile	X	X
Charadriiformes	<i>Calidris alpina</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Calidris canutus</i>			X
Charadriiformes	<i>Calidris ferruginea</i>			X
Charadriiformes	<i>Calidris minuta</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Calidris temminckii</i>			X
Charadriiformes	<i>Gallinago gallinago</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Limosa limosa</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Numenius arquata</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Numenius phaeopus</i>			X
Charadriiformes	<i>Phalaropus lobatus</i>			X
Charadriiformes	<i>Philomachus pugnax</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Scolopax rusticola</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Tringa erythropus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Tringa glareola</i>			X
Charadriiformes	<i>Tringa nebularia</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Tringa ochropus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Tringa stagnatilis</i>			X
Charadriiformes	<i>Tringa totanus</i>		X	X
Charadriiformes	<i>Chlidonias hybrida</i>	certo o probabile		X
Charadriiformes	<i>Chlidonias leucopterus</i>			X
Charadriiformes	<i>Chlidonias niger</i>			X

ORDINE	SPECIE	nidificante	svemante	migratore altra fenologia
Charadriiformes	<i>Gelochelidon nilotica</i>			X
Charadriiformes	<i>Hydroprogne caspia</i>			X
Charadriiformes	<i>Sterna hirundo</i>	certo o probabile		X
Charadriiformes	<i>Sterna sandvicensis</i>			X
Charadriiformes	<i>Sternula albifrons</i>			X
Ciconiiformes	<i>Ardea cinerea</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Ardea purpurea</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Ardeola ralloides</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Botaurus stellaris</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Bubulcus ibis</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Casmerodius albus</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Egretta garzetta</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Ixobrychus minutus</i>	certo o probabile		X
Ciconiiformes	<i>Nycticorax nycticorax</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Ciconia ciconia</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Ciconia nigra</i>		X	X
Ciconiiformes	<i>Platalea leucorodia</i>	certo o probabile	X	X
Ciconiiformes	<i>Plegadis falcinellus</i>			X
Ciconiiformes	<i>Threskiornis aethiopicus</i>		X	X
Columbiformes	<i>Columba oenas</i>		X	
Columbiformes	<i>Columba palumbus</i>	certo o probabile		X
Columbiformes	<i>Streptopelia decaocto</i>	certo o probabile	X	X
Columbiformes	<i>Streptopelia turtur</i>	certo o probabile		X
Coraciiformes	<i>Alcedo atthis</i>	certo o probabile	X	X
Coraciiformes	<i>Coracias garrulus</i>			X
Coraciiformes	<i>Upupa epops</i>	certo o probabile		X
Cuculiformes	<i>Cuculus canorus</i>	certo o probabile		X
Falconiformes	<i>Falco cherrug</i>			X
Falconiformes	<i>Falco columbarius</i>		X	X
Falconiformes	<i>Falco peregrinus</i>	certo o probabile	X	X
Falconiformes	<i>Falco subbuteo</i>	certo o probabile		X
Falconiformes	<i>Falco tinnunculus</i>	certo o probabile	X	X
Falconiformes	<i>Falco vespertinus</i>			X
Galliformes	<i>Alectoris rufa</i>			X
Galliformes	<i>Coturnix coturnix</i>	certo o probabile		
Galliformes	<i>Coturnix japonica</i>		X	
Galliformes	<i>Perdix perdix</i>	possibile		
Galliformes	<i>Phasianus colchicus</i>	certo o probabile	X	X
Gruiformes	<i>Grus grus</i>		X	X
Gruiformes	<i>Crex crex</i>			X
Gruiformes	<i>Fulica atra</i>	certo o probabile	X	X
Gruiformes	<i>Gallinula chloropus</i>	certo o probabile	X	X

ORDINE	SPECIE	nidificante	svernante	migratore altra fenologia
Gruiformes	<i>Porzana parva</i>	possibile		X
Gruiformes	<i>Porzana porzana</i>			X
Gruiformes	<i>Rallus aquaticus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Aegithalos caudatus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Alauda arvensis</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Galerida cristata</i>			X
Passeriformes	<i>Corvus cornix</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Corvus corone</i>		X	X
Passeriformes	<i>Corvus monedula</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Garrulus glandarius</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Pica pica</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Emberiza calandra</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Emberiza hortulana</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Emberiza schoeniclus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Carduelis cannabina</i>		X	X
Passeriformes	<i>Carduelis carduelis</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Carduelis chloris</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>		X	X
Passeriformes	<i>Fringilla coelebs</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Fringilla montifringilla</i>		X	X
Passeriformes	<i>Serinus serinus</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Delichon urbicum</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Hirundo rustica</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Riparia riparia</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Lanius collurio</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Lanius excubitor</i>		X	X
Passeriformes	<i>Lanius minor</i>			X
Passeriformes	<i>Anthus campestris</i>	possibile		
Passeriformes	<i>Anthus pratensis</i>		X	X
Passeriformes	<i>Anthus spinoletta</i>		X	X
Passeriformes	<i>Motacilla alba</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Motacilla cinerea</i>		X	X
Passeriformes	<i>Motacilla flava</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Ficedula hypoleuca</i>			X
Passeriformes	<i>Muscicapa striata</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Oriolus oriolus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Cyanistes caeruleus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Parus major</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Periparus ater</i>	certo o probabile	X	
Passeriformes	<i>Poecile palustris</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Passer italiae</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Passer montanus</i>	certo o probabile	X	X

ORDINE	SPECIE	nidificante	svernante	migratore altra fenologia
Passeriformes	<i>Prunella modularis</i>			X
Passeriformes	<i>Remiz pendulinus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Sitta europaea</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Sturnus vulgaris</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Acrocephalus melanopogon</i>		X	
Passeriformes	<i>Acrocephalus palustris</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>			X
Passeriformes	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Cettia cetti</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Cisticola juncidis</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Hippolais icterina</i>			X
Passeriformes	<i>Hippolais polyglotta</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Locustella luscinioides</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Locustella naevia</i>			X
Passeriformes	<i>Phylloscopus collybita</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Regulus ignicapilla</i>			X
Passeriformes	<i>Regulus regulus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Sylvia atricapilla</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Sylvia borin</i>			X
Passeriformes	<i>Sylvia communis</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Sylvia curruca</i>			X
Passeriformes	<i>Sylvia melanocephala</i>			X
Passeriformes	<i>Panurus biarmicus</i>	certo o probabile	X	
Passeriformes	<i>Troglodytes troglodytes</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Erithacus rubecula</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Luscinia megarhynchos</i>	certo o probabile		X
Passeriformes	<i>Luscinia svecica</i>			X
Passeriformes	<i>Oenanthe oenanthe</i>			X
Passeriformes	<i>Phoenicurus ochruros</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	certo o probabile		
Passeriformes	<i>Saxicola rubetra</i>			X
Passeriformes	<i>Saxicola torquatus</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Turdus iliacus</i>			X
Passeriformes	<i>Turdus merula</i>	certo o probabile	X	X
Passeriformes	<i>Turdus philomelos</i>		X	X
Passeriformes	<i>Turdus pilaris</i>		X	X
Pelecaniformes	<i>Phalacrocorax carbo</i>	certo o probabile	X	X
Pelecaniformes	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>			X
Phoenicopteriformes	<i>Phoenicopus roseus</i>		X	X
Piciformes	<i>Dendrocopos major</i>	certo o probabile	X	X
Piciformes	<i>Jynx torquilla</i>	certo o probabile		

ORDINE	SPECIE	nidificante	svernante	migratore altra fenologia
Piciformes	<i>Picus viridis</i>	certo o probabile	X	X
Podicipediformes	<i>Podiceps cristatus</i>	certo o probabile	X	X
Podicipediformes	<i>Podiceps nigricollis</i>		X	X
Podicipediformes	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	certo o probabile	X	X
Strigiformes	<i>Asio flammeus</i>		X	
Strigiformes	<i>Asio otus</i>	certo o probabile	X	X
Strigiformes	<i>Athene noctua</i>	certo o probabile	X	X
Strigiformes	<i>Otus scops</i>	certo o probabile	X	X
Strigiformes	<i>Strix aluco</i>	certo o probabile		
Strigiformes	<i>Tyto alba</i>	certo o probabile		

Per i provvedimenti di tutela si rimanda all'elenco riportato nell'allegato MAM-AMBX-NAT-001.

Di seguito commentiamo brevemente lo status di alcune fra le specie ornitiche più significative per il valore conservazionistico.

Durante le migrazioni sono presenti molte specie di ardeidi, mentre nitticora e garzetta sono considerati nidificanti eventuali / nidificanti in zone prossime all'are di studio. L'airone cenerino è invece visibile per tutto l'anno nei seminativi oggetto di interventi di rinaturazione grazie a misure agroambientali comunitarie (in particolare i cosiddetti prati umidi), dove si sono adattati a sfruttare le risorse alimentari presenti (ad esempio diversi piccoli roditori, piccole rane e macroinvertebrati). Nei canali e nei fossi dotati di una sufficiente copertura elofitica nidifica il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), specie migratrice estiva che sverna in Africa.

Negli ultimi decenni è divenuta regolare tra ottobre e marzo la presenza del cormorano (*Phalacrocorax carbo*) che a gruppi di qualche decina di individui frequenta ambienti fluviali. Nei boschi ripariali meglio conservati lungo l'Idice e il Santerno vengono segnalate alcune coppie nidificanti di Martin pescatore (*Alcedo atthis*), specie di interesse comunitario.

Nei pochi bacini di grandi dimensioni con presenza apprezzabile di elofite ed idrofite, nidificano il tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*), la folaga (*Fulica atra*), il germano reale (*Anas platyrhynchos*) e la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*). Queste due ultime specie nidificano anche nei canali e nei fossi con sufficiente copertura di elofite.

Presente durante tutto l'anno, e forse nidificante, la poiana (*Buteo buteo*), specie in sensibile incremento numerico, grazie soprattutto alla diminuzione del disturbo venatorio e del bracconaggio. Anche il gheppio (*Falco tinnunculus*) ha beneficiato di tale situazione: oltre ad aumentare il numero di individui svernati o presenti durante le migrazione, ha cominciato negli ultimi anni anche a nidificare. Molto importante è la segnalazione di una

nidificazione probabile di Sparviere (*Accipiter nisus*), specie che viene segnalata più di frequente in pianura.

Durante le migrazioni, l'insieme delle zone umide presenti nell'area target e nel suo immediato intorno costituisce un elemento di attrazione per specie rare e di elevato interesse conservazionistico, quali ad esempio cicogna bianca (*Ciconia ciconia*), cigno reale (*Cygnus olor*), Oca selvatica (*Anser anser*).

Specie più abbondanti durante le migrazioni sono diverse anatre di superficie, quali alzavola (*Anas crecca*), Canapiglia (*Anas strepera*) e alcuni limicoli, tra cui la pavoncella. Tra questi ultimi, l'unica specie segnalata anche come nidificante è il Corriere piccolo, peraltro rarissimo nell'area oggetto di indagine.

La contemporanea presenza di zone umide e di alcune discariche nei pressi, determina la sosta per quasi tutto l'anno di gabbiano comune (*Larus ridibundus*) e talvolta di gabbiano reale (*Larus michaellis*), che grazie all'elevata plasticità trofica, utilizzano principalmente le risorse alimentari messe a disposizione dalla discarica e, in misura minore, gli allevamenti ittici (soprattutto nei periodi estivi, quando i pesci stazionano in superficie per la scarsità di ossigeno) e i coltivi durante l'aratura.

Tra i passeriformi, molto importante, ma in forte regresso, la nidificazione di pochissime coppie di Averla piccola (*Lanius collurio*), specie di interesse comunitario.

4.4.5 Mammiferi

I mammiferi rappresentano il secondo gruppo tassonomico della checklist vertebrata contribuendo con oltre il 10% alla ricchezza totale.

Nei campi coltivati e nelle loro immediate vicinanze vivono diversi mammiferi di piccole dimensioni; tra cui si osservano con facilità alcune arvicole (*Microtus savii* e *Microtus arvalis*), i topolini selvatici (*Apodemus flavicollis* e *A. sylvaticus*), insettivori come la talpa (*Talpa europaea*), il riccio (*Erinaceus europaeus*) o i più piccoli ed elusivi toporagno (*Sorex samniticus*), mustiolo (*Suncus etruscus*) e le crocidure (*Crocidura leucodon* e *C. suaveolens*).

In questi ambiti è frequente la lepre (*Lepus europaeus*), grazie soprattutto alle reintroduzioni per scopo venatorio (le quali, però, ne hanno inquinato in modo irreparabile il patrimonio genetico e soprattutto hanno diffuso numerose patologie infettive).

Il complessivo miglioramento dello stato faunistico avvenuto negli ultimi anni ha permesso una maggiore diffusione di alcuni piccoli carnivori come la donnola (*Mustela nivalis*) o la meno frequente faina (*Martes foina*); pure la volpe (*Vulpes vulpes*) ha spontaneamente ricolonizzato il territorio.

Il surmolotto (*Rattus norvegicus*) si segnala tra i più assidui frequentatori dei canali e dei fossi, ma si rinviene specialmente nei pressi di case abitate. Meno frequente ma altrettanto diffuso è il ratto nero (*Rattus rattus*) legato esclusivamente alle abitazioni così

come il topolino delle case (*Mus musculus*) ed alcuni pipistrelli sinantropici (*Pipistrellus pipistrellus*, *P. khulii*, *Hypsugo savii*), che possono trovare riparo nei sottotetti, tra le tegole sui coperti o nei ruderi.

Altri mammiferi sfruttano le opportunità insediative e trofiche fornite da grandi e piccoli corsi d'acqua della zona. Occasionalmente nelle zone più boscate degli ambiti ripari più meridionali è possibile osservare un roditore arboricolo: lo scoiattolo.

Più frequente è ormai l'incontro con la nutria (*Myocastor coypus*), un ingombrante e impattante abitatore dei corsi d'acqua più grandi e degli specchi d'acqua; questo grosso roditore di origine sudamericana (sfuggito agli allevamenti o deliberatamente allontanato da questi) si rapidamente diffuso in tutta la pianura grazie anche all'assenza di nemici naturali.

L'espansione della nutria ha sicuramente avuto effetti negativi anche sull'arvicola d'acqua (*Arvicola terrestris*), un tempo diffusa ampiamente nella rete idrografica pianiziale, ma ormai estinta nell'area target e comunque rarissima anche nella bassa pianura. Un abitatore un tempo comune delle zone umide e delle aree marginali era anche il topolino delle risaie (*Micromys minutus*), ma la grande riduzione degli ambienti a lui congeniali (i canneti) ne ha decretato la quasi totale scomparsa dal territorio.

Dalle aree collinari sono penetrati attraverso i corridoi ecologici costituiti dai corsi d'acqua principali ungulati come il capriolo (*Capreolus capreolus*) e roditori come l'istrice (*Hystrix cristata*). Occasionalmente, sono stati segnalati anche singoli esemplari di ungulati di maggiori dimensioni, come cinghiale (*Sus scrofa*).

L'elenco completo delle specie presenti è riportato nell'allegato MAM-AMBX-NAT-001, di seguito riportiamo l'elenco delle specie tutelate a livello comunitario, statale o regionale con l'indicazione del provvedimento relativo.

Tabella 4-9 - Specie mammifere tutelate presenti: provvedimenti di tutela

TAXON	79/409 CEE Ornis	79/409 CEE Ap1	HABITAT Ap2*	HABITAT Ap2	HABITAT Ap4	HABITAT Ap5	BERNA Ap2	BERNA Ap3	CITES AII A	CITES AII B	CITES AII D	L 157/92 art 2	LR15/06 RER - RMPP
<i>Arvicola amphibius</i>													X
<i>Capreolus capreolus</i>								X					
<i>Crocidura leucodon</i>								X					X
<i>Crocidura suaveolens</i>								X					X
<i>Eptesicus serotinus</i>					X		X						X
<i>Erinaceus europaeus</i>								X					
<i>Glis glis</i>								X					
<i>Hypsugo savii</i>					X		X						X
<i>Hystrix cristata</i>					X		X						X
<i>Meles meles</i>								X					

TAXON	79/409 CEE Ornis	79/409 CEE Ap1	HABITAT Ap2*	HABITAT Ap2	HABITAT Ap4	HABITAT Ap5	BERNA Ap2	BERNA Ap3	CITES AII A	CITES AII B	CITES AII D	L 157/92 art 2	LR15/06 RER - RMPP
<i>Micromys minutus</i>													X
<i>Muscardinus avellanarius</i>					X			X					X
<i>Mustela nivalis</i>								X					
<i>Mustela putorius</i>						X		X				X	
<i>Myotis daubentonii</i>					X		X						X
<i>Neomys anomalus</i>								X					X
<i>Neomys fodiens</i>								X					X
<i>Pipistrellus kuhlii</i>					X		X						X
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>					X			X					X
<i>Sciurus vulgaris</i>								X					
<i>Sorex antinorii</i>								X					
<i>Sorex samniticus</i>								X					
<i>Suncus etruscus</i>								X					X

4.4.6 Specie di interesse comunitario e protezionistico

Oltre all'ovvio significato conservazionistico (arricchimento della check-list faunistica con specie di elevato valore), censire la presenza di specie animali rare e minacciate protetti da normative vigenti consente poi la stima indiretta dell'intensità delle attività antropiche che hanno effetti negativi sulla biodiversità a livello locale e l'identificazione di specie bersaglio verso cui stimare con maggior attenzione gli eventuali impatti.

Per procedere in questa indagine, si è fatto riferimento sostanzialmente alle seguenti tipologie:

- le specie di interesse comunitario secondo la Direttiva 2009/147/CE concernente la conservazione degli uccelli selvatici⁹ e secondo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat";
- le specie soggette alla tutela di diverse convenzioni internazionali (Berna, CITES);
- le specie tutelate dalla Legge 11 febbraio 1992, n. 157 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio", in particolare solo quelle considerate particolarmente protette (art. 2);
- le specie della Fauna minore rare e/o minacciate particolarmente tutelate (Artt. 2 e 6 della L.R. n. 15/2006 "Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna").

Si è quindi costruita una tabella che contiene tutte le specie legate al territorio per la riproduzione (compresi gli uccelli nidificanti certi o probabili) e tutti gli uccelli migratori e/o svernanti. Sono state escluse le specie accidentali e quelle esotiche non naturalizzate/aufughe.

⁹ sostituisce la precedente Direttiva 79/409/CEE "Conservazione degli uccelli selvatici"

Dall'elenco sono stati però esclusi 5 taxa alloctoni per il territorio italiano (e quindi da considerarsi come introdotti anche nell'area target), ma tutelati da normative internazionali (*Rhodeus sericeus amarus*, *Silurus glanis*, *Rana (Lithobates) catesbeiana*, *Trachemys scripta*, *Phasianus colchicus*).

Per comodità espositive si è ritenuto opportuno riportare gli elenchi delle specie appartenenti alle singole classi nei punti precedenti, dedicati alle singole classi.

La presenza di specie di interesse è notevole (253 specie su 303 specie vertebrate presenti, pari all'83,5%), anche se i taxa veramente significativi (in particolar le specie di interesse comunitario) rappresentano un contingente concentrato soprattutto sulla componente ornitica, fortemente tutelato dalla Direttiva Uccelli, dalla Convenzione di Berna e dall'elenco delle specie particolarmente protette della Legge Quadro nazionale sulla caccia.

In dettaglio, la ricchezza conservazionistica si attesta a:

- 73 taxa di interesse comunitario secondo la 2009/147/CE concernente la conservazione degli uccelli selvatici - Allegato I (24,1% della ricchezza faunistica totale), di cui 8 specie oggetto di specifici Piani di Azione elaborati dal Comitato Ornith (2,6% della ricchezza faunistica totale); le specie contenute in questo allegato della Direttiva Uccelli sono considerate di importanza primaria (devono essere soggette ad una tutela rigorosa, i siti più importanti per queste specie vanno tutelati designando "Zone di Protezione Speciale - ZPS", devono quindi essere svolte eventuali valutazioni di incidenza di piani, progetti e interventi su siti della Rete 2000);
- 6 taxa di interesse comunitario secondo la Direttiva 43/92/CEE "Habitat" - Allegato II (2,0% della ricchezza faunistica totale), di cui nessuna specie considerata prioritaria (*); le specie di questo allegato sono considerate le più importanti dalla Direttiva Habitat e la loro conservazione richiede agli Stati Membri misure rigorose di protezione, la designazione di Zone Speciali di Conservazione (Z.S.C.) e quindi l'eventuale valutazione di incidenza di piani, progetti e interventi su siti della Rete 2000;
- 21 taxa di interesse comunitario secondo la Direttiva 43/92/CEE "Habitat" - Allegato IV (6,9% della ricchezza faunistica totale); le specie contenute in questo allegato della Direttiva richiedono una protezione rigorosa da parte degli Stati Membri;
- 2 taxa di interesse comunitario secondo la Direttiva 43/92/CEE "Habitat" - Allegato V (0,7% della ricchezza faunistica totale); le specie contenute in questo allegato della Direttiva sono quelle il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione;
- 149 taxa tutelati dalla Convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e l'ambiente naturale in Europa – Allegato II (49,2% della ricchezza faunistica totale); i Paesi contraenti devono tutelare le specie in allegato e i loro habitat, svolgendo tutte le azioni necessarie alla loro conservazione;
- 101 taxa tutelati dalla Convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e l'ambiente naturale in Europa – Allegato III (33,3% della ricchezza faunistica totale); i Paesi contraenti devono tutelare le specie in allegato e i loro habitat, dando particolare attenzione alla loro protezione;
- 32 taxa (10,2% della ricchezza faunistica) riportati negli allegati A, B, D del Regolamento (CE) n. 338/97 del Consiglio del 9 dicembre 1996 relativo alla

“Protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio” (e succ. mod.), che recepisce la Convenzione Internazionale di Washington (CITES);

- 47 taxa particolarmente protetti dalla Legge 11 febbraio 1992, n. 157 “Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio” (15,5% della ricchezza faunistica),
- 35 taxa tutelati dall'aggiornamento degli elenchi della nuova LR 5/2006 che protegge la Fauna Minore regionale (pari al 11,6% della ricchezza faunistica totale).

4.4.7 Specie alloctone e aliene invasive

Le specie alloctone (o esotiche o aliene) sono quelle che non appartengono alla fauna originaria di una determinata area, ma che vi sono giunte per l'intervento diretto dell'uomo (intenzionale o accidentale). Fra queste, le esotiche invasive sono le specie alloctone con popolazioni che si autosostengono e che determinano un impatto rilevante sulle biocenosi locali (habitat e specie autoctone).

Non essendo ancora presenti checklist ufficiali della fauna alloctona e aliena invasiva in Italia, si è fatto riferimento a checklist internazionali (UICN) e studi preliminari svolti all'interno del Progetto “Checklist della fauna italiana”.

Tabella 4-10 - Specie alloctone e aliene invasive presenti

CLASSE	TAXON	ALLOCTONA	ALIENA INVASIVA
PESCI OSSEI	<i>Carassius auratus</i> (Carassio dorato)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Carassius carassius</i> (Carassio)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Cyprinus carpio</i> (Carpa)	SI	
PESCI OSSEI	<i>Pseudorasbora parva</i> (Pseudorasbora)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Ictalurus melas</i> (Pesce gatto)	SI	
PESCI OSSEI	<i>Silurus glanis</i> (Siluro)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Gambusia holbrooki</i> (Gambusia)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Lepomis gibbosus</i> (Persico sole)	SI	SI
PESCI OSSEI	<i>Micropterus salmoidesgibbosus</i> (Persico trota)	SI	SI
ANFIBI	<i>Rana (Lithobates) catesbeiana</i> (Rana toro)	SI	SI
RETTILI	<i>Trachemys scripta</i> (Testuggine dalle orecchie rosse)	SI	SI
UCCELLI	<i>Phasianus colchicus</i> (Fagiano comune)	SI	
MAMMIFERI	<i>Rattus rattus</i> (Ratto nero)	SI	SI
MAMMIFERI	<i>Rattus norvegicus</i> (Ratto delle chiaviche)	SI	SI
MAMMIFERI	<i>Mus domesticus</i> (Topo domestico)	SI	SI
MAMMIFERI	<i>Myocastor coypus</i> (Nutria)	SI	SI
MAMMIFERI	<i>Dama dama</i> (Daino)	SI	

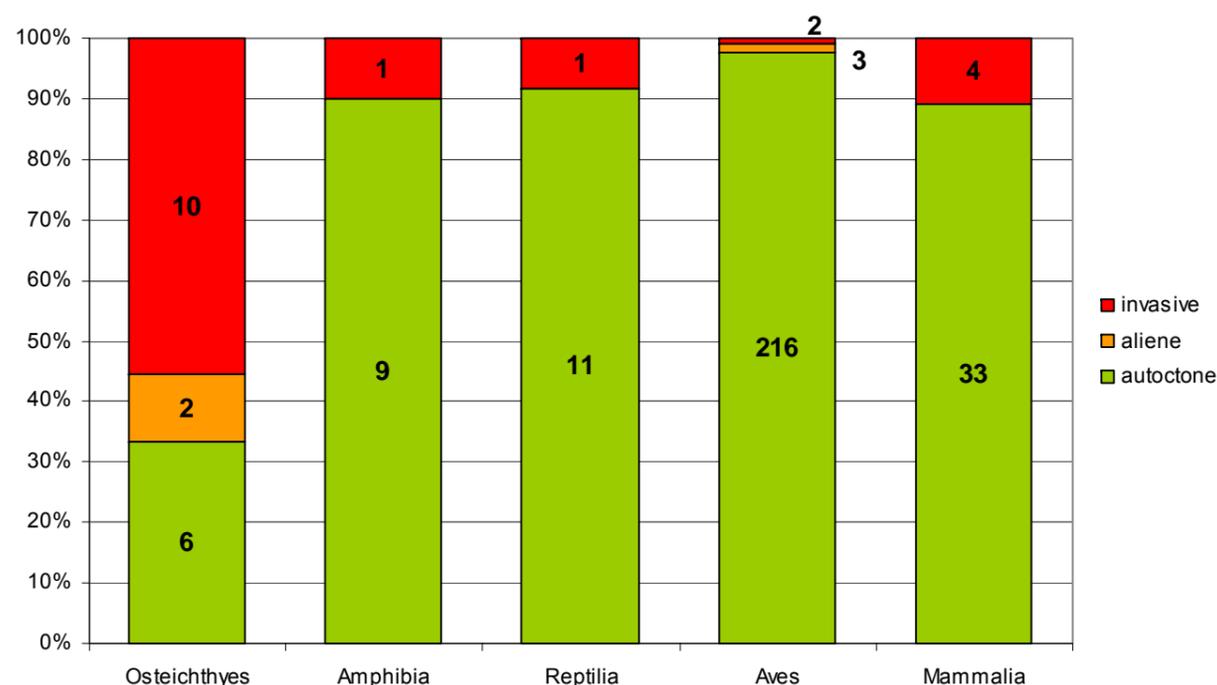


Figura 4-5 – Incidenza delle specie Autoctone, Alloctone e Invasive sulle specie totali raggruppate per classi

La classe vertebrata che soffre maggiormente della presenza di specie alloctone invasive è indubbiamente quella dei Pesci (12 su 20). Oggi le specie ittiche alloctone ed invasive costituiscono non solo buona parte della diversità specifica, sono anche quota molto consistente della biomassa presente: questi fatti fanno ritenere in parte compromessa la situazione delle comunità ittiche autoctone del comprensorio. Tale situazione è del resto generalizzata in tutto il comprensorio padano e nella quasi totalità della collina emiliano-romagnola: solo scelte di politica ambientale a scala sovra locale potrebbero invertire tale tendenza negativa.

Anche il contingente dei mammiferi invasivi ammonta a quattro specie: tre specie (Ratto delle chiaviche, Ratto nero e Topo domestico) sono naturalizzate da secoli e tendenzialmente sinantropiche (presenti in ambienti fortemente legati all'uomo), ma, se traslocate accidentalmente in ambienti naturali circoscritti (ad es. isolotti e barene interessati da colonie di nidificazione), possono costituire ancora una potenziale minaccia per la biodiversità; la Nutria invece si è diffusa nel territorio durante gli ultimi decenni e, per la mancanza di predatori naturali, presenta popolazioni caratterizzate da forte crescita. Queste hanno provocato un impatto negativo notevole sulle comunità vegetali delle zone umide e, direttamente o indirettamente, su diverse specie di uccelli, molte delle quali di interesse comunitario.

La Rana toro è un anfibio alloctono invasivo di origine Nordamericana, fortemente competitivo con la batracofuana autoctona e portatore sano di chitridiomicosi. Allevata per scopi alimentari, la specie è sfuggita dalla cattività e si è progressivamente diffusa nel territorio, formando nuclei consolidati nella bassa pianura. Oggi questa rana comincia ad essere segnalata anche nella porzione più settentrionale dell'area target, dove, al momento, non sono stati accertati casi di riproduzione.

Per le tartarughe americane (o Tartaruga dalle guance rosse), il rilascio in natura di migliaia di individui ogni anno crea problemi significativi per la sopravvivenza della nostra Testuggine palustre, per competizione diretta, predazione o diffusione di infezioni. Sino ad alcuni anni fa non era ancora chiaro se la specie americana potesse riprodursi con successo in Italia in condizioni naturali, ma negli ultimi tempi si sono purtroppo succedute diverse segnalazioni positive in proposito anche altre aree della regione.

Il numero di uccelli esotici segnalati è complessivamente ridotto rispetto al contingente totale, riducendosi a due sole specie potenzialmente invasive e tre aliene, tutte derivanti da immissioni deliberate a scopo di ripopolamento venatorio (quaglia giapponese, fagiano) oppure frutto di rilasci accidentali di animali allevati che, al momento sembrano iniziare a naturalizzarsi, cioè costituire nel tempo popolazioni vitali e autosufficienti (ibis sacro, cigno nero e oca del Nilo).

Un'ultima annotazione può essere riferita alla preponderanza (19 su 23) di specie alloctone o invasive legate agli ambienti umidi, dato confermato anche in altri contesti territoriali della regione. Le zone umide e corsi d'acqua sono ambienti in genere fragili e, in ogni caso, molto deteriorati negli ultimi decenni: sono quindi più facilmente colonizzabili da specie invasive a causa degli squilibri ecologici in atto. L'insediamento di queste nuove specie causa a sua volta un ulteriore peggioramento della situazione, provocando predazione/competizione verso le specie autoctone, introduzione patogeni esotici (di cui le specie invasive possono essere portatrici "sane"), pressione significativa verso la flora spontanea già indebolita da altri fattori di minaccia (in particolare le piante elofite ed idrofite).

4.4.8 Cenni sui principali taxa invertebrati

Nell'area di indagine e nei suoi immediati dintorni vengono segnalate anche alcune importanti specie invertebrate, considerate dalla Regione Emilia-Romagna tutte SPECIE TARGET per azioni di monitoraggio e gestione, perché taxa di interesse conservazionistico o perché problematiche in quanto alloctone / alloctone invasive.

Tabella 4-11 – Elenco dei principali taxa invertebrati presenti con indicazione dell'interesse conservazionistico e della eventuale provenienza alloctona

SPECIE INVERTEBRATE TARGET	DIRETTIVA HABITAT	BERNA	CITES

SEGNALATE NELL'AREA DI INDAGINE	AII II	AII II*	AII IV	AII V	Ap 2	Ap 3	AII A	AII B	AII D		
Phylum Arthropoda											
Classe Hexapoda											
Ordine Coleoptera											
Famiglia Carabidae											
Carabus clathratus antonellii Luigioni, 1921 Carabo di Antonelli										X	
Famiglia Cerambycidae											
Cerambyx cerdo (Linnaeus, 1758) Cerambyce della quercia	X		X		X					X	
Oberea euphorbiae (Germar, 1813) Cerambyce dell'euforbia palustre										X	
Famiglia Coccinellidae											
Harmonia axyridis (Pallas, 1773) Coccinella asiatica multicolore											A
Famiglia Elateridae											
Elater ferrugineus (Linnaeus, 1758) Ferretto arancio										X	
Famiglia Hydrophilidae											
Hydrophilus piceus (Linnaeus, 1758) Idrofilo											
Famiglia Lucanidae											
Lucanus cervus cervus (Linnaeus, 1758) Cervo volante	X					X				X	
Ordine Heteroptera											
Famiglia Coreidae											
Leptoglossus occidentalis Heidemann, 1910 Cimice dei pini											A
Ordine Homoptera											
Famiglia Flatidae											
Metcalfa pruinosa (Say, 1830) Metcalfa pruinosa											AI
Ordine Lepidoptera											
Famiglia Lycaenidae											
Lycaena dispar Haworth, 1803 Licena delle paludi	X		X		X					X	
Famiglia Pieridae											
Colias hyale Linnaeus, 1758 Coliade pallida											
Classe Malacostraca											
Ordine Decapoda											
Famiglia Cambaridae											
Procambarus clarkii (Girard, 1852) Gambero rosso della Louisiana											AI
Phylum Mollusca											
Classe Bivalvia											
Ordine Unionoida											
Famiglia Unionidae											
Unio mancus Lamarck, 1819 Unione										X	

Dall'analisi si può constatare in particolare come siano presenti tre specie di interesse comunitario.

Cerambyx cerdo

È uno dei più grossi Cerambicidi europei, potendo raggiungere i 50 mm di lunghezza. È di colore bruno nero lucido, con le elitre volgenti al rossiccio verso l'apice. Ha corpo allungato ma robusto; capo con antenne assai più lunghe del corpo nel maschio, lunghe circa quanto il corpo nella femmina, coi primi 4 articolo rigonfi all'apice: pronoto quasi quadrangolare munito ai lati di un tubercolo spinoso e coperto da forti rughe trasversali; elitre allungate, attenuate all'estremità, punteggiate e zigrinate/rugose, con qualche venatura longitudinale saliente appena accennata, munite all'angolo apicale interno (suturale) di una spina. Zampe lunghe e robuste.

Le larve, appena nate dall'uovo, incominciano a scavare negli strati corticali delle gallerie a sezione ellittica; diventate più grosse lasciano la corteccia per penetrare dentro il legno. La larva giunta a maturazione nell'autunno del terzo o quarto anno si porta di nuovo verso gli strati corticali e prepara nella corteccia un foro ellittico che permetterà poi l'uscita dell'insetto perfetto.

Distribuzione: euro – irano – anatolico - maghrebina, dall'Europa Centrale e Meridionale e da quella Settentrionale fino alla Svezia, all'Africa settentrionale, al Caucaso, all'Asia minore e all'Iran. Estinto in Gran Bretagna, Belgio, Olanda, Danimarca, Lussemburgo; quasi estinto in Svezia; molto raro in Germania; in declino in Austria. Presente in tutta Italia; mancano, tuttavia, reperti relativi alla Val d'Aosta. Diffuso in tutta l'Emilia-Romagna soprattutto nel piano collinare e basso montano. Meno frequentate in pianura e lungo la costa.

Habitat: Comune nei querceti, più raro negli Olmi, nel Noce, nel Carrubo e nel Frassino. Vola attivamente nelle ore crepuscolari.

Fattori di minaccia: Ceduo delle piante ed eliminazione di vecchie querce deperenti. Diminuzione delle superfici coperte da querceto. Perseguitato attivamente come xilofago potenzialmente dannoso ai querceti.

Misure per la conservazione: Tutela del legno morto nei boschi, in particolare delle ceppaie di quercia, con rilascio di una quantità minima.

Lucanus cervus cervus

È il coleottero europeo di maggiori dimensioni, con lunghezza nei maschi fino a 8,5 cm e nelle femmine fino a 6 cm; lunghezza minima 2,5 mm. Il corpo negli adulti è marrone molto scuro e il dimorfismo sessuale è uno dei più evidenti tra gli insetti, con il maschio dotato di mandibole molto sviluppate, invece molto ridotte e acuminate nelle femmine. La larva è xilofaga e si sviluppa nel legno morto delle ceppaie e radici delle vecchie piante, preferibilmente querce. Il periodo di sviluppo è di 4-8 anni. In autunno la larva matura lascia il legno e si trasferisce nel terreno dove costruisce una celletta, impastando terra con detriti di legno, e dove all'interno si impupa. Gli adulti compaiono tra giugno e luglio, vivono poche settimane e volano in prevalenza dal crepuscolo, con volo lento, goffo e rumoroso. I maschi utilizzano le mandibole nei combattimenti per allontanare i rivali. Pur presentando un aspetto bellicoso, gli adulti si nutrono soltanto di sostanze zuccherine come linfa e frutta matura.

Distribuzione: specie distribuita in tutta Europa, Asia Minore e Medio Oriente. In Italia è diffuso nel centro-nord fino all'Umbria e alla Campania. Diffuso in Emilia-Romagna con una certa continuità nei boschi di latifoglie dalla pedecollina alla media collina. Presente, ma molto raro, lungo le pinete litoranee e in alcune località emiliane di pianura. È in fase di rarefazione nelle località della prima collina e nella pianura.

Habitat: Vive nei boschi di latifoglie come querceti, castagneti e faggete, dove sono presenti ceppaie, dalla pianura fino ai 1000 metri.

Fattori di minaccia: Distruzione dell'habitat boschivo a causa di incendi, abbattimento delle vecchie piante e degli alberi morienti, disboscamenti e urbanizzazione eccessiva.

Misure per la conservazione: Tutela del legno morto nei boschi, in particolare delle ceppaie di quercia, con rilascio di una quantità minima.

Lycaena dispar

Farfalla con apertura alare 27-40 mm. È una specie caratterizzata da un notevole dimorfismo sessuale. Maschio con le ali superiori di un colore arancio ramato brillante e sottili bordi neri con un punto, pure di colore nero, situato nell'area discale dell'ala. Femmina più grande con ali anteriori aranciate e la presenza di una serie di punti neri verso i bordi e con ali inferiori marroni bordate di arancio. Nelle nostre zone presenta tre generazioni annue con sfarfallamento degli adulti da metà maggio a settembre inoltrato. Lo svernamento, come nella stragrande maggioranza degli altri licenidi, avviene allo stadio larvale. Le larve passano la stagione invernale all'interno del gambo della pianta ospite costituita dal *Rumex hydrolapathum*. In questo stato esse possono sopportare anche 3-4 settimane di completa immersione: un chiaro adattamento all'ambiente tipico delle aree paludose, caratterizzato da forti escursioni del livello dell'acqua.

Distribuzione: Questo taxon ha una gravitazione asiatico-europea ed è distribuito, con diverse sottospecie, dalla Francia occidentale attraverso l'Europa centrale, la Turchia e in tutta l'Asia temperata fino alla Corea. In Italia è presente soprattutto nella Pianura Padana ed in alcune stazioni isolate situate in Toscana. Largamente distribuita in Emilia-Romagna, anche se quasi mai comune nelle zone pianeggianti della regione, dal piacentino alla Romagna. Localmente frequente nelle aree golenali del fiume Po e lungo i suoi principali affluenti.

Habitat: Specie legata alle formazioni erbacee igrofile planiziali. Solitamente legata ad ambienti umidi e marcite, si è adattata in modo confortante agli habitat secondari costituiti dai canali di irrigazione che delimitano i coltivi. In queste aree è facilmente osservabile in quanto si posa di frequente sui fiori della salcerella (*Lythrum salicaria*) che abbondano lungo le rive. È considerata specie indicatrice dell'associazione fitosociologica del *Polygono-Bidentetum*.

Fattori di minaccia: Le cause individuate sono legate alla sistemazione idraulica dei piccoli corsi d'acqua, alla pulizia periodica dei canali e al drenaggio dei corpi idrici minori. Anche il progressivo inurbamento di aree un tempo agricole contribuisce in modo notevole alla riduzione dell'areale di questo importante licenide.

Misure per la conservazione: Visto che la licena delle paludi è una specie di interesse comunitario che richiede la designazione di zone speciali di conservazione, sarebbe di primaria importanza tutelare le stazioni in cui è insediata. Va detto che questo non è affatto semplice in quanto le aree dove essa è più frequente sono costituite da zone agricole e antropizzate per cui la cosa più importante da fare è quella di procedere ad una

oculata gestione di questi ambienti. Occorre innanzitutto tutelare gli argini dei fiumi e i canali irrigui, anche piccoli, evitando sfalci eccessivi fuori stagione e una pulizia radicale delle rive mediante l'utilizzo di mezzi meccanici quali le benne. Andrebbe evitato anche l'interramento di questi canali, dovuto soprattutto alla progressiva espansione delle aree urbanizzate, al fine di limitare la frammentazione e la contrazione delle aree idonee alla sopravvivenza di questa specie.

Un ultimo cenno merita senza dubbio il fatto che anche in questo comprensorio sia giunto da almeno un decennio il Gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*). Questo crostaceo decapode è stato introdotto in Italia negli anni '80 per astacicoltura e, dopo poco tempo, si era già diffuso nelle acque libere (fuga di esemplari dagli allevamenti o loro deliberata immissione nei corpi idrici). Questo gambero ha già causato numerosi problemi in molti habitat del nostro paese: la specie si è moltiplicata in modo esplosivo, determinando l'estinzione o la forte sofferenza della fauna ittica e della batracofauna, nonché numerosi problemi strutturali alle sponde di canali e bacini (soprattutto la femmina è solita scavare tane profonde fino a 1,5 m). Oltre ad alimentarsi di detriti organici, questo crostaceo preda attivamente altri crostacei, insetti, anfibi e pesci: tale predisposizione alla predazione ne fa una minaccia per le uova e gli avannotti delle specie ittiche originarie del nostro territorio. La specie è inoltre vettore di numerose patologie (virosi, micosi, ...) che possono colpire crostacei autoctoni come il Gambero di fiume, specie protetta e in forte regressione.

4.5 CORRIDOI E NODI DELLA RETE ECOLOGICA

4.5.1 Corridoi ecologici fluviali

Di seguito sono elencati i principali corridoi ecologici fluviali che, pur con molte limitazioni dovute al grado di artificializzazione e alla bassa qualità complessiva delle acque che in essi scorrono, costituiscono comunque i principali assi di connessione/penetrazione per gli spostamenti della fauna selvatica all'interno della monotona steppa colturale della pianura padana meridionale. A causa dei limiti sopra indicati, essi possiedono però un limitato significato funzionale per la biodiversità locale (come habitat di riproduzione, alimentazione e rifugio), ma potrebbero riacquistarlo attraverso una gestione mirata:

— Il Fiume Reno (progressiva km 26+330);

— Il Canale Navile (prog. km 21+530) e il Canale della Botte (prog. 26+300).

4.5.1.1 Il Fiume Reno

Il corridoio ecologico fluviale del fiume Reno attraversa da Ovest a Est il corridoio dell'A13 lungo il confine fra le province di Bologna e Ferrara ed è il corpo idrico più importante dell'intera area planiziale.

Il Fiume Reno è lungo complessivamente 210 km. Il tratto montano, dopo un percorso di 84 km, si chiude alla Chiusa di Casalecchio di Reno. Il bacino imbrifero montano del solo Fiume Reno è di 468 km², di cui 73 km² in territorio toscano e 395 km² in territorio emiliano.

Segue un tratto pedecollinare, lungo circa 6 km, molto più antropizzato del precedente che termina subito dopo il ponte della ferrovia Bologna - Milano.

I restanti 120 km, che conducono le acque del fiume a sfociare nel Mare Adriatico, si sviluppano interamente in pianura e scorrono dentro alte arginature.

Due sono i tratti omogenei che più direttamente interessano l'area di progetto.

Il tratto da Cento fino a Gallo - Malalbergo (S.S. n° 64 "Porrettana") a ovest dell'area di progetto, lungo circa 24 km, si distingue per l'alveo peculiarmente canalizzato con ampie aree golenali. Sono state, in questo tratto, realizzate opere idrauliche quali l'Opera Reno a S. Agostino (FE) e lo sfioratore (a Gallo), entrambe volte allo scolo delle acque durante le piene eccezionali. In questo percorso non confluisce nel Fiume Reno alcun corso d'acqua.

Il tratto seguente da Gallo - Malalbergo a Bastia (ponte della S.S. n° 16 "Adriatica"), a est dell'area di progetto, e che misura complessivamente 33 km, è caratterizzato dal fatto che riceve corsi d'acqua provenienti dal territorio centrale del bacino compreso tra i centri urbani di Bologna e Castel S. Pietro. I corsi d'acqua affluenti sono: il Canale Navile (in località Passo Segni, a valle della S.S. n° 64 "Porrettana"), il Torrente Savena Abbandonato (in località Gandazzolo, a monte di S. Maria Codifiume), il Canale della Botte e il Canale Lorgana (a S. Biagio), il Torrente Idice e il Torrente Sillaro (entrambi a monte del ponte di Bastia). Poco prima della fine di questo tratto il fiume, a livello amministrativo, entra nel Comune di Argenta (Provincia di Ferrara).

Vegetazione

L'evento di maggior entità che condiziona negativamente lo sviluppo della vegetazione naturale lungo il tratto di fiume che da Sant'Agostino (Bosco della Panfilia) giunge a S. Biagio (Argenta) è la continua azione di pulizia delle sponde per la regimazione delle acque. A questo si unisce naturalmente anche la qualità delle acque stesse, in questi luoghi sempre più ricche in sostanze organiche a seguito della percolazione dalle vicine coltivazioni estensive.

In questo tratto le sponde del Fiume Reno presentano una copertura vegetazionale assai discontinua. Generalmente coperte da un diffuso e sviluppato cespuglieto igrofilo, talvolta, mostrano tratti completamente spogli, e tratti a basso cespuglieto prevalentemente formato da specie erbacee infestanti.

Solamente nei pressi di Sant'Agostino le sponde ospitano una fascia di bosco igrofilo (il bosco nelle sponda sinistra si prolunga nel Bosco della Panfilia). In questo caso il manto vegetale è costituito da elementi arborei ed arbustivi, tipicamente legati ai corsi d'acqua, che formano una fitta fascia boscata. Qui le specie a maggior copertura sono il salice bianco, il pioppo bianco, presenti con esemplari alti fino a 15 - 20 metri, ed inoltre il salice da ceste, il salice cinereo ed il pioppo ibrido; lungo i margini spesso è presente il falso indaco, il rovo, il girasole del Canada, la cannuccia di palude.

Proseguendo verso l'abitato di S. Biagio la fascia cespugliata dominata da salice bianco e da pioppo bianco, riprende più o meno sviluppata a seconda dei tratti. In questa zona sono stati effettuati pesanti interventi di pulizia delle sponde. Aggruppamenti di erbe infestanti e aggressive, spesso nitrofile, quali il falso indaco, l'ortica (*Urtica dioica*), la romice (*Rumex obtusifolius*), il farinello (*Chenopodium album*), il poligono nodoso (*Poligonum lapathifolium*), l'amaranto (*Amaranthus retroflexus*), interrotte da qualche rado e basso

esemplare di salice bianco, vegetano laddove i tagli siano recenti, mentre cespuglieti di salici, inquinati spesso da elementi esotici e infestanti come il falso indaco, stanno dove i tagli siano più lontani nel tempo.

Comunità macrobentonica

Nelle nove sezioni arginate monitorate regolarmente da ARPA tra S. Agostino e Volta Scirocco la comunità macrozoobentonica del fiume Reno presenta una struttura trofico - funzionale particolarmente povera in varietà.

Gli organismi filtratori e raschiatori sono presenti solo occasionalmente e con densità relative molto esigue e gli unici invertebrati trituratori sono rappresentati dai Crostacei (*Gammaridae* e *Palaemonidae*).

Per contro i raccoglitori e i predatori costituiscono i gruppi trofico - funzionali più abbondanti e diversificati. Si riscontra una situazione qualitativa e quantitativa che è perfettamente attinente agli habitat fluviali campionati. Infatti in considerazione della localizzazione dei tratti, della monotonia del substrato e del costante e lento deflusso idrico, una simile composizione trofica della comunità bentonica è estremamente naturale.

Fauna ittica

Nel Fiume Reno sono state rilevate 21 specie ittiche: trota, cavedano, vairone, barbo, lasca, alborella, carpa, ghiozzo, rovello, anguilla, savetta, gobione, cobite, scardola, carassio dorato, siluro, persico sole, pseudorasbora, pesce gatto, persico reale, cavedano etrusco.

Sul Reno alto (Setteponti, Reno 590) si rinviene un popolamento monospecifico a trota di torrente ben articolato, valutato di qualità media per l'assenza delle specie bentoniche simpatiche.

A Ponte della Venturina (Reno 385) il popolamento ittico diviene di tipo ciprinicolo reofilo, di qualità mediocre per carenze di reclutamento e per la presenza di qualche elemento dello strato inferiore come la scardola. A Porretta (Reno 355), nell'ambito di un popolamento ancora a ciprinidi reofili, si ha una qualità discreta (medio - alta) per qualche carenza nel reclutamento di barbo e cavedano, mentre è buono quello di trota.

Discendendo ancora nel tratto collinare si rinviene una buona situazione a Marano (Reno 260), media a Riola di Vergato (Reno 240) per qualche carenza nel reclutamento di cavedano, lasca e barbo e a Carbona (Reno 195) per l'assenza dei bentonici stanziali. La valutazione è ancora buona a Sibano (Reno 140) e a Marzabotto (Reno 120) e peggiora, fino a livelli negativi a Pontecchio Marconi Palazzo Rossi (Reno 70) per la presenza di specie alloctone e di specie dello strato inferiore, per l'assenza dei bentonici stanziali e per carenze ponderali.

Diventa mediocre a Casalecchio a monte della Chiusa (Reno 60) per la presenza di alloctoni (cinque specie) e di specie dello strato ittiologico inferiore; a valle della Chiusa di Casalecchio (Reno 50, Reno 48) la qualità del popolamento peggiora per difetto di taglie medio - alte, per la presenza di specie alloctone e di specie dello strato inferiore.

Nell'alta pianura (Croce di Casalecchio - Reno 42; Lippo - Reno 30) la qualità ambientale risulta media essendo limitata dalla mancanza di piccole specie bentoniche e dalla presenza di specie alloctone. La qualità diventa negativa a Castello d'Argile (Reno 20), nell'ambito di un popolamento a ciprinidi limnofili, per la presenza di alloctoni tra cui il carassio dorato in quantità infestanti e per la struttura discontinua della popolazione di cavedano.

La fauna ittica del tratto di bassa pianura del Reno è nota per un numero limitato di campionamenti eseguiti con i metodi dell'elettropesca. Le specie rilevate in quelle occasioni sono state 10 più l'ibrido tra carpa e carassio, il cosiddetto *Ciprinus chelleri* o mulo. Il popolamento è nettamente limnofilo per la presenza di carpa, carassio, persico sole, pesce gatto, alborella, scardola e troto, con netta prevalenza numerica del carassio (58%) e ponderale della carpa (53%). La componente reofila, rappresentata soprattutto da cavedano e, in misura minore, da lasca e barbo, è quantitativamente ridotta al 10% in numero e al 2,8% in peso. Altre specie rilevate attraverso le catture dei pescatori sportivi sono l'anguilla e il siluro. La qualità del popolamento è mediocre.

4.5.1.2 Il Canale Navile e il Canale della Botte

Il **Canale Navile** scorre parallelo ad Ovest dell'A13 per poi spostarsi ad Est del tracciato autostradale sino alla sua confluenza nel fiume Reno.

Il Canale Navile prende inizio a Bologna (40 m slm) nella parte Nord del capoluogo (a Sud-Ovest della stazione ferroviaria) dopo la congiunzione del Canale di Reno (proveniente dalla Chiusa di Casalecchio) con i Canali Aposa - Moline.

Dopo un percorso complessivo di circa 36 km, in massima parte arginati, si immette in destra nel Fiume Reno, in località Passo Segni (9 m slm), a mezzo di una chiavica (denominata "Portoni") attrezzata con porte vinciane.

Il Canale Navile, che prima del Diversivo ha un bacino imbrifero di circa 58 kmq, costituisce oggi una sorta di "raccolta" delle acque piovane scolanti delle colline bolognesi (che attraversano il centro urbano, ormai quasi tutte canalizzate), di gran parte della città di Bologna e di parte di alcuni comprensori comunali che attraversa quali Castel Maggiore, Argelato e Bentivoglio. A valle di Corticella si allaccia lo scarico finale della rete fognaria depurata di Bologna che serve, oltre al capoluogo, vari comuni (Castel Maggiore, Casalecchio, Zola Predosa, Calderino di Monte S. Pietro, Pianoro, S. Lazzaro, Villanova di Castenaso, Quarto Inferiore e Cadriano).

Il **Canale della Botte** è un canale di bonifica che fa parte di quelle opere aventi la funzione principale di raccolta delle acque di scarico e meteoriche nella pianura bolognese.

La complessa rete afferente al Canale della Botte è gestita dal Consorzio della Bonifica Renana. Il canale, che all'inizio si chiama Scolo Riolo, prende avvio a Sud-Est di Trebbo di Reno (35 m slm) e prosegue in direzione Nord per circa 42 km raccogliendo gran parte degli scarichi del comprensorio provinciale occidentale della pianura bolognese.

Da Galliera in poi, lo scolo inizia a correre parallelo al Fiume Reno ed a valle di Malalbergo (10 m slm) prende il nome di Canale della Botte il quale dopo 30 km (1,5 km prima di S. Biagio-5 m slm) si immette in Reno, a mezzo di chiavica attrezzata di porte vinciane (Chiavica Beccara). Complessivamente lo Scolo Riolo ed il Canale della Botte misurano circa 72 km.

Vegetazione

La vegetazione dei due canali risente notevolmente della presenza antropica, che si manifesta sia con le abitazioni e i nuclei urbani presenti lungo i canali o nelle immediate vicinanze, sia con gli interventi di taglio per il contenimento delle sponde, sia nel carico inquinante delle acque dovuto agli scarichi delle aree antropizzate e dei campi coltivati. Come conseguenza è difficile trovare in queste aree tratti di vegetazione naturale di una certa rilevanza dal punto di vista naturalistico. In generale le loro sponde ospitano una fascia di vegetazione che denuncia il disturbo dovuto agli interventi di taglio e all'inquinamento delle acque. Canneti a cannuccia di palude (*Phragmites australis*), puri, o frammisti a cespugli di piante ruderali e esotiche quali l'ebbio (*Sambucus ebulus*) e l'ailanto (*Ailanthus altissima*), si intercalano a cespuglieti costituiti principalmente da salice bianco (*Salix alba*), sambuco (*Sambucus nigra*), robinia (*Robinia pseudoacacia*), rovo (*Rubus caesius*), vitalba (*Clematis vitalba*) e luppolo (*Humulus lupulus*).

Fauna ittica

Il popolamento ittico dei canali di bonifica è del tipo a "ciprinidi reofili" ed è quantitativamente piuttosto rilevante, ma di qualità scadente (negativa) per un elevato grado di inquinamento specifico dovuto alla presenza di numerose forme estranee alla ittiofauna locale, alcune delle quali con caratteristiche infestanti. La composizione dei popolamenti reali è nota da indagini che hanno utilizzato per i rilevamenti soprattutto l'attività di pesca agonistica e in minor misura quella non agonistica e l'elettropesca.

Nel tratto del Canale della Botte denominato "Riolo" nei pressi di Malalbergo può essere compilato un elenco di 18 specie ittiche, di cui nove autoctone (carpa, alborella, scardola, tinca, anguilla, triotto, luccio, persico reale, cavedano) e nove alloctone (carassio dorato, pesce gatto, siluro, persico sole, lucioperca, tilapia, persico trota, pseudorasbora, abramide). La specie che prevale numericamente è l'alborella (52%) seguita dal carassio dorato (43%), dalla scardola (3%) e dalla carpa (1%). In termini ponderali l'elenco vede al primo posto il carassio dorato (80%), al secondo la carpa (11%); seguono l'alborella (5%), la scardola (2%), il pesce gatto (1%) e tutte le altre con contributi sotto l'unità percentuale. Il grado di biodiversità, valutato con l'indice di Shannon (H') è di 1,35.

4.5.2 I nodi ecologici

Prendendo a riferimento i siti della rete Natura 2000 (nodi complessi principali del territorio delle province di Bologna e Ferrara) il tracciato interessato dall'intervento, comprensivo di un buffer di 1 km, non sembra poter interferire in maniera apprezzabile con nessun nodo, se si eccettua ovviamente il sito IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella", interessato per diversi chilometri direttamente dall'asse viario. In colore azzurro è indicato il percorso dell'A13 e il buffer dell'area studio.

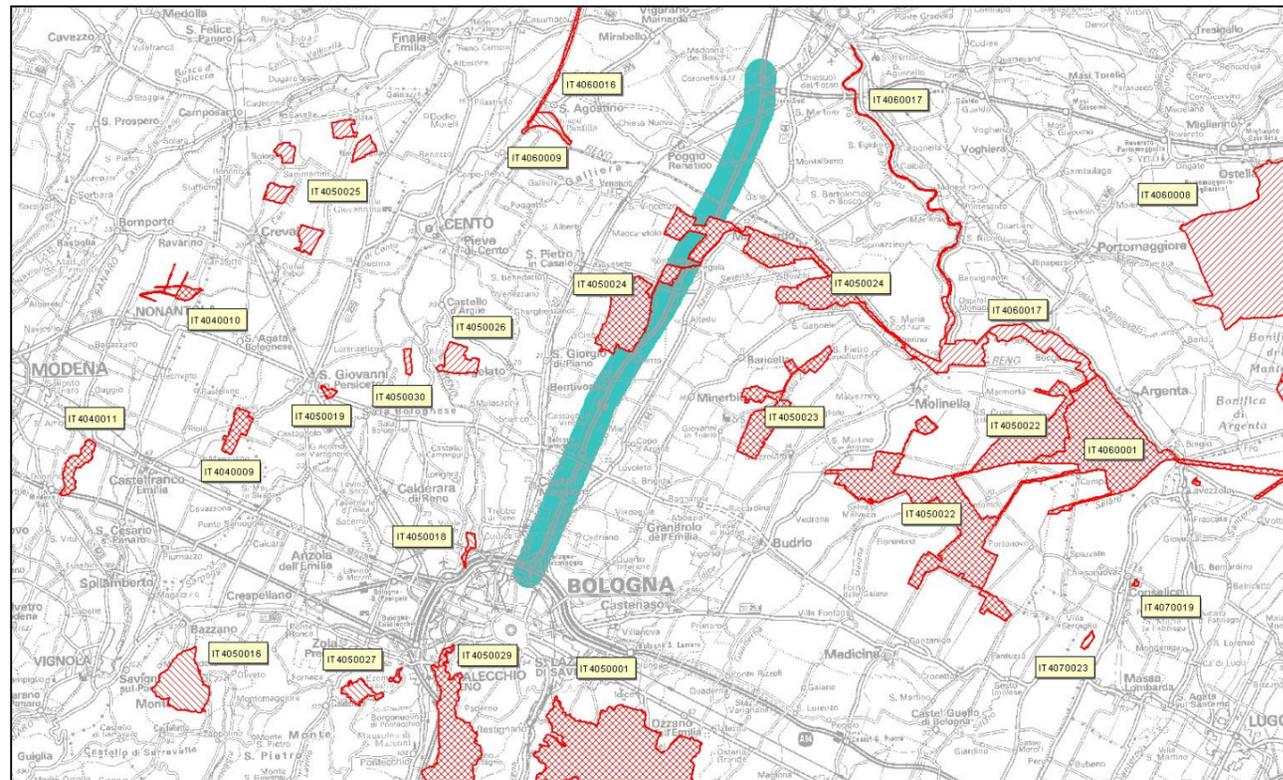


Figura 4-6 – Principali nodi ecologici in rapporto al tracciato dell’A13 in esame

Tale situazione viene brevemente riepilogata attraverso l’elenco seguente delle distanze dei siti dal tracciato autostradale:

- IT4040009 “Manzolino” – km 18,7 a ovest del tracciato
- IT4040010 “Torrazzuolo” – km 24,7 a ovest del tracciato
- IT4040011 “Cassa di espansione del Fiume Panaro” – km 27,2 a ovest del tracciato
- IT4050001 “Gessi bolognesi, Calanchi dell’Abbadessa” – km 6,9 a sud del tracciato, separato però con gli urbanizzati di Bologna e San Lazzaro di Savena
- IT4050016 “Abbazia di Monteveglio” – km 20,3 a sud ovest del tracciato
- IT4050018 “Golena San Vitale e Golena del Lippo” – km 3,7 a sud del tracciato, separato però con l’urbanizzato di Bologna (Quartieri Lame e Navile)
- IT4050019 “La Bora” – km 14,5 a ovest del tracciato
- IT4050022 “Biotopi e Ripristini ambientali di Medicina e Molinella” – km 13,4 a est del tracciato
- IT4050023 “Biotopi e Ripristini ambientali di Budrio e Minerbio” – km 6,4 a est del tracciato
- IT4050024 “Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella” – ALL’INTERNO DEL TRACCIATO
- IT4050025 “Biotopi e Ripristini ambientali di Crevalcore” – km 19,5 a ovest del tracciato
- IT4050027 “Gessi di Monte Rocca, Monte Capra e Tizzano” – km 8,9 a sud del tracciato, separato però con gli urbanizzati di Bologna e Casalecchio di Reno

- IT4050029 “Boschi di San Luca e Destra Reno” – km 5,5 a sud del tracciato, separato però con gli urbanizzati di Bologna e Casalecchio di Reno
- IT4050030 “Cassa di espansione Dosolo” – km 10,9 a ovest del tracciato
- IT4060001 “Valli di Argenta” – km 18,1 a est del tracciato
- IT4060008 “Valle del Mezzano” – km 26,6 a est del tracciato
- IT4060009 “Bosco di Sant’Agostino o Panfilia” – km 8,9 a ovest del tracciato
- IT4060016 “Fiume Po da Stellata a Mesola e Cavo Napoleonico” – km 11,1 a nord ovest del tracciato
- IT4060017 “Po di Primaro e Bacini di Traghetto” – km 4,1 a nord est del tracciato
- IT4070019 “Bacini di Conselice” – km 34,1 a est del tracciato
- IT4070023 “Bacini di Massa Lombarda” – km 32,7 a est del tracciato

È quindi opportuno richiamare i caratteri naturalistici e descrivere i principali biotopi che costituiscono il nodo ecologico complesso IT4050024 “Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella”, direttamente interessato dall’intervento.

4.5.2.1 Il nodo ecologico IT4050024 “Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella”

Inquadramento

Il sito si estende su una vasta area agricola di pianura, tra l’abitato di Bentivoglio e il Reno, occupata fino al XVIII secolo da un articolato sistema di paludi, le antiche “Valli di Malalbergo”, originatosi a meridione dell’attuale corso del Reno a partire dal 1200 circa e che ha raggiunto la sua massima estensione verso Sud tra il 1600 e il 1700.

Successivamente l’area è stata bonificata trasformando le paludi prevalentemente in risaie e conservando delle valli arginate per l’accumulo delle acque che sono state poi prosciugate negli anni ’50 e ’60 quando è quasi cessata la coltivazione del riso. Vennero, quindi, conservati pochi biotopi nei quali i proprietari erano interessati soprattutto alla caccia.

All’interno del sito l’unico biotopo “reliitto” è “Valle La Comune” (63 ha), situata a est di Malalbergo, tra i canali Botte e Lorgana.

L’altro biotopo storico è “Le Tombe” (25 ha), che dopo la scomparsa delle risaie negli anni ’50, fu però coltivato per alcuni anni prima di essere ripristinato in parte nel 1967.

Tra gli anni ’60 e ’80 sono state realizzate le vasche di decantazione dei fanghi e delle acque degli zuccherifici di Malalbergo e San Pietro in Casale e numerosi bacini per l’itticoltura (alcune decine di ettari) che hanno costituito, insieme ai numerosi corsi d’acqua dell’area e ai piccoli appostamenti per la caccia, una sorta di “zattera di salvataggio” per alcune specie animali e vegetali che hanno saputo adattarsi a questo tipo di zone umide molto artificiali.

Tra il 1990 e il 2002 sono state ripristinate, soprattutto da parte di aziende agricole, vaste zone umide, praterie arbustate, boschetti e siepi su circa 550 ettari di terreni ritirati dalla produzione attraverso l’applicazione di misure agroambientali comunitarie finalizzate alla creazione e alla gestione di ambienti per specie animali e vegetali selvatiche.

Le zone oggetto di ripristini ambientali sono localizzate ai margini di biotopi preesistenti e/o in coincidenza di zone recentemente prosciugate. Il sito comprende un tratto di 6,8 km del fiume Reno con le relative golene, dalla confluenza con il canale Navile al ponte tra S. Maria Codifiume e S. Pietro Capofiume, e tratti significativi dei canali Riolo, Tombe, Calcarata, Navile, Savena abbandonata, Botte che collegano tra loro le zone con ambienti naturali e seminaturali.

Circa il 20% del sito ricade nelle Oasi di protezione della fauna "Ex risaia di Bentivoglio" e "Vasche zuccherificio". Il sito include anche le due Aree di Riequilibrio Ecologico "Casone del partigiano" e "Ex risaia di Bentivoglio".

Vegetazione e flora

Nel sito sono stati segnalati 3 habitat di interesse comunitario che coprono circa il 14% della superficie del sito:

- laghi eutrofici naturali con vegetazione di Magnopotamion o Hydrocharition,
- fiumi con argini melmosi con vegetazione del Chenopodion rubri e Bidention p.p.,
- foreste a galleria di Salix alba e Populus alba.

Segnalata una specie di interesse comunitario (Marsilea quadrifolia), ma verosimilmente estinta in tempi recenti. Tra le specie rare e/o minacciate presenti figurano Alisma lanceolatum, Oenanthe aquatica, Riccia fluitans, Veronica scutellata, Ludwigia palustris, Sagittaria sagittifolia, Salvinia natans, Senecio paludosus, Utricularia vulgaris, Leucojum aestivum.

Fauna

Sono segnalate complessivamente 49 specie ornitiche di interesse comunitario, delle quali 17 nidificanti, e 122 specie migratrici, delle quali 63 nidificanti. Il sito ospita popolazioni riproduttive importanti a livello nazionale di Spatola (5-7 nidi), Mignattino piombato (circa 90-250 nidi), Cavaliere d'Italia (230 coppie), e a livello regionale di Nitticora (112 nidi), Airone rosso (60 nidi), Falco di palude (5 nidi). Altre specie di interesse comunitario che nidificano regolarmente sono Tarabusino, Garzetta, Sgarza ciuffetto, Airone bianco maggiore, Moretta tabaccata, Albanella minore, Sterna, Martin pescatore, Averla piccola, Ortolano. Presso Valle La Comune è presente una delle più antiche garzaie note per l'Italia (citata a metà del 1500 da Ulisse Aldrovandi). Tra le specie nidificanti rare e/o minacciate a livello regionale vi sono Svasso maggiore, Airone guardabuoi, Oca selvatica (reintrodotta), Canapiglia, Alzavola, Marzaiola, Mestolone, Fistione turco, Moriglione, Lodolaio, Quaglia, Upupa, Pigliamosche. Le zone umide all'interno del sito sono di rilevante importanza a livello regionale per la sosta e l'alimentazione di Ardeidi, Rapaci, Limicoli e Anatidi migratori e svernanti.

Segnalata la Testuggine palustre Emys orbicularis, specie di interesse comunitario diffusa in tutto il sito e in particolare nel settore settentrionale.

Il sito ospita una delle 3 aree dell'Emilia-Romagna in cui è presente la Rana di Lataste Rana latastei, specie di interesse comunitario. Degna di nota è la presenza della Raganella Hyla intermedia, con una popolazione in buono stato di conservazione.

L'ittiofauna comprende una specie di interesse comunitario (Cobite comune Cobitis tenia) e specie sempre più rare a livello regionale quali Luccio Esox lucius, Triotto Rutilus erythrophthalmus, Tinca Tinca tinca.

Presente il Lepidottero Lycaena dispar, specie di interesse comunitario legata agli ambienti palustri. Diffuso anche il Lepidottero Zerythia polyxena.

Si rimanda allo Studio di incidenza (elaborato SVI0001) l'approfondimento della descrizione del SIC-ZPS e per una valutazione puntuale dei potenziali impatti e misure di mitigazione necessarie.

4.6 GLI IMPATTI ATTESI SU VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

4.6.1 Identificazione e descrizione dei fattori causali di impatto

I principali fattori causali di impatto derivati dal progetto inerenti direttamente o indirettamente le componenti "Vegetazione, flora e Fauna ed Ecosistemi" possono essere riassunti nella seguente tabella.

Tabella 0-1 – Descrizione dei fattori causali di impatto

FATTORI CAUSALI DI IMPATTO SULLE COMPONENTI "FLORA/FAUNA/ECOSISTEMI"	
OCCUPAZIONE O INTRUSIONE FISICA DI AREE/SUPERFICI INTERESSATE DA AZIONI PROGETTUALI	Da introduzione <u>temporanea</u> di nuovi elementi (ad es. aree cantiere, piste di accesso, rilevati e accumuli di terra temporanei, ...)
	Da introduzione <u>permanente</u> di nuovi elementi (ad es. allargamento piano autostradale + nuova corsia complanare Nord, stazione di Solarolo, arredi verdi, ecc.)
	Da trasformazione di elementi preesistenti (ad es. adeguamento ponti, cavalcavia, sottopassi, tombini, inserimento barriere acustiche e avvisatori 4 corsia dinamica, ...)
ELIMINAZIONE - FISICA - DI ELEMENTI ESISTENTI	Per la vegetazione: "Boscaglia igrofila a pioppi e salici presso gli attraversamenti dei principali corsi d'acqua", "Compagini erbacee e arbusteti ruderali lungo le scarpate della banchina stradale" Per la componente faunistica: "fauna investita a causa dei maggiori flussi di traffico generati", "fauna (soprattutto in riproduzione) legata agli spazi interessati dagli interventi durante la fase di cantiere"
CONSUMO / RIMOZIONE / PRELIEVO DI RISORSE DALL'AMBIENTE	Rimozione di suolo
	Rimozione di piante (alberi, arbusti) e di lembi di copertura vegetale (boscaglia, arbusteto, prateria)
INTRODUZIONE DI NUOVE RISORSE NELL'AMBIENTE	Sabbie e ghiaie
	Piante (alberi, arbusti nelle opere di arredo verde) e lembi di copertura vegetale (prati nelle opere di arredo verde)
RILASCIO INTENZIONALE NELL'AMBIENTE DI SOSTANZE / MATERIALI / ENERGIA	Fertilizzanti e humus (per il verde di arredo)
	Scarico o rilascio idrico (dalle acque raccolte dal piano stradale)
RILASCIO NON INTENZIONALE O ACCIDENTALE (ANCHE RISULTANTE DA GUASTI, PERDITE, SCOPPI E ESPLOSIONI) NELL'AMBIENTE DI SOSTANZE /MATERIALI/ENERGIA	Contaminanti nell'aria (polveri, gas di scarico, fumi, ...)
	Emissione di rumore e vibrazioni
	Emissione di odori sgradevoli
	Contaminanti in acqua (solidi sospesi / sedimentabili, sostanze chimiche, ...)
INTERFERENZE DA SERVIZI / ATTIVITÀ DURANTE REALIZZAZIONE DELL'OPERA	Presenze e flussi per attività lavorative legate alla realizzazione di viabilità e delle infrastrutture e strutture ad esse collegate
	Presenze e flussi per attività lavorative legate alle sistemazioni a verde

FATTORI CAUSALI DI IMPATTO SULLE COMPONENTI "FLORA/FAUNA/ECOSISTEMI"	
INTERFERENZE DA PRESENZE PER SERVIZI / ATTIVITÀ DURANTE ESERCIZIO DELL'OPERA	Flussi veicolari (incremento dei veicoli in transito lungo l'A14, nuovi flussi lungo la complanare Nord)
	Presenze e flussi per la gestione e la manutenzione della viabilità e delle infrastrutture e strutture ad esse collegate
	Introduzione volontaria o involontaria di specie invasive o non gradite

Particolare attenzione sarà prestata nell'esecuzione dei lavori di attraversamento dei tre connettori principali della rete ecologica individuati:

- Fiume Reno;
- Canale Navile;
- Canale della Botte.

4.6.2 Identificazione dei potenziali impatti generati dal progetto

Una volta definite le caratteristiche naturali del sito e del progetto, mettendo a fuoco i fattori che potenzialmente possono determinare l'insorgenza di interferenze e perturbazioni ambientali, si è proceduto all'identificazione degli impatti, ossia di tutti i possibili effetti ambientali indotti dalle azioni e dalle opere del progetto.

I principali impatti potenziali generati dal progetto, inerenti direttamente o indirettamente le componenti in esame, possono essere riassunti come nella tabella seguente:

Tabella 0-2 – interazione tra i fattori casuali di impatto e le componenti naturali

TABELLA POSSIBILI IMPATTI PER FATTORI CAUSALI		Occupazione o intrusione fisica di aree / superfici interessate da azioni progettuali	Eliminazione - fisica - di elementi esistenti	Consumo/rimozione/prelievo di risorse dall'ambiente	Introduzione di nuove risorse in ambiente	Rilascio intenzionale nell'ambiente di sostanze/materiali/energia	Rilascio non intenzionale o accidentale nell'ambiente di sostanze-materiali-energia	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la realizzazione dell'opera	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la fase di esercizio dell'opera
FLORAE VEGETAZIONE	A.1 Variazione del numero di specie vegetali spontanee		X	X	X	X	X		
	A.2 Variazione dello status di specie vegetali rare, minacciate o vulnerabili		X	X	X	X	X		
	A.3 Variazione della copertura vegetale naturale o semi-naturale	X	X	X	X	X	X		
	A.4 Variazione delle tipologie vegetazionali naturali e semi-naturali			X	X	X	X		X
	A.5 Variazione della naturalità vegetazionale				X	X	X		
FAUNA	B.1 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata a praterie, incolti e coltivi	X	X	X	(X)				

TABELLA POSSIBILI IMPATTI PER FATTORI CAUSALI		Occupazione o intrusione fisica di aree / superfici interessate da azioni progettuali	Eliminazione - fisica - di elementi esistenti	Consumo/rimozione/prelievo di risorse dall'ambiente	Introduzione di nuove risorse in ambiente	Rilascio intenzionale nell'ambiente di sostanze/materiali/energia	Rilascio non intenzionale o accidentale nell'ambiente di sostanze-materiali-energia	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la realizzazione dell'opera	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la fase di esercizio dell'opera
	B.2 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata a cespuglieti	X	X	X	X				
	B.3 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata ad ambienti forestali	X	X	X	(X)				
	B.4 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata a canneti				X	X	X		X
	B.5 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata ad acque correnti	X		X		X	X		X
	B.6 Modificazione riproduzione-alimentazione-rifugio per fauna legata ad acque ferme				X	X			
	B.7 Modificazione riproduzione- alimentazione per animali legati a raccolte d'acqua			X	X				
	B.8 Modificazione del flusso migratorio (stagionale, riproduttivo, ...) di specie ittiche	X							
	B.9 Modificazione delle direttrici di spostamento sul terreno di animali vertebrati a locomozione terrestre	X			X				
	B.10 Impatto diretto su specie presenti nelle aree di intervento durante le attività di cantiere	X	X	X					
	B.11 Investimenti di fauna minore		X						X
	B.12 Collisioni con fauna ornitica		X						X
	B.13 Collisioni con animali di grandi dimensioni a locomozione terrestre		X						X
	B.14 Modificazioni comportamentali di specie sensibili indotte da disturbi e interferenze di tipo visivo							X	X
	B.15 Modificazioni comportamentali di specie sensibili indotte da disturbi e interferenze di tipo acustico							X	X
	B.16 Modificazioni comportamentali di specie sensibili indotte da interazioni dirette con l'uomo							X	X
ECOSIS TEMI	C.1 Interferenze/frammentazioni/interruzioni della connessione ecologica degli habitat acquatici dei corridoi	X							

TABELLA POSSIBILI IMPATTI PER FATTORI CAUSALI		Occupazione o intrusione fisica di aree / superfici interessate da azioni progettuali	Eliminazione - fisica - di elementi esistenti	Consumo/rimozione/prelievo di risorse dall'ambiente	Introduzione di nuove risorse in ambiente	Rilascio intenzionale nell'ambiente di sostanze/materiali/energia	Rilascio non intenzionale o accidentale nell'ambiente di sostanze-materiali-energia	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la realizzazione dell'opera	Interferenze da presenze per Servizi/attività durante la fase di esercizio dell'opera
	C.2 Interferenze/frammentazioni/interruzioni della connessione ecologica degli habitat terrestri di ripa dei corridoi	X							

4.6.3 Definizione e analisi dei possibili impatti e relative misure di mitigazione

Durante la **fase di cantiere** del progetto sono state considerate le seguenti azioni/lavorazioni:

- approntamento e impianto dei campi e dei cantieri (campo Base, Cantiere Operativo, Area di Caratterizzazione Terre, Area Impianti di produzione, ecc.)
- esecuzione di piste di accesso;
- realizzazione tracciato e realizzazione/adequamento opere annesse quali: cavalcavia, sottopassi viari (formazione di rilevati quando non presenti, scotico superficiale, compattazione piano di posa, formazione fondazione e pacchetto stradale, sistema di drenaggio delle acque che interessano la piattaforma, allungamento tombini e scatolari, nuove pile, ampliamento spalle, ampliamento impalcato. posa guard rail e new jersey, posa avvisatori quarta corsia dinamica, posa barriere acustiche ...)
- realizzazione delle opere a verde;
- modificazioni provvisorie del reticolo idrografico

Durante la **fase di esercizio** delle opere ad essa sono state considerate le seguenti azioni/situazioni:

- incremento dei flussi veicolari in transito;
- incremento di rumore;
- incremento di emissioni;
- presenza di nuove strutture (barriere acustiche);
- manutenzione ordinaria delle infrastrutture viabili (comprese le opere annesse legate comunque al mantenimento della viabilità stessa, quali viadotti, ponti, tombini, cunette...)

Per le fasi di costruzione e di esercizio, le opere/lavorazioni e le azioni individuate possono generare gli impatti esposti nelle seguenti tabelle.

Tabella 0-3 – Stima dei possibili impatti identificati su Vegetazione e flora

Componente interferita	DIREZIONE, INTENSITÀ E DESCRIZIONE DELL'IMPATTO
A.1 Variazione del numero di specie vegetali spontanee	IMPATTO ASSENTE Nelle zone interessate direttamente dalla realizzazione dell'opera (tracciato, impianti di cantiere, viabilità di servizio temporanea o altre strutture collegate che comunque comportano occupazione permanente/temporanea di suolo) sono presenti diverse specie floristiche, ascrivibili in gran parte ad aggruppamenti erbacei degli incolti e in misura minore agli altri ambienti Trascurando la banalità di buona parte di queste presenze, si rimarca come non siano state comunque osservate specie esclusive delle zone interessate dagli interventi di progetto e che già in aree vicine siano più che abbondanti habitat analoghi nei corredi floristici. Per queste ragioni le azioni di progetto e la fase di esercizio della viabilità non comporteranno variazione del numero di specie vegetali spontanee presenti <i>ante operam</i> .
A.2 Variazione dello status di specie vegetali rare, minacciate o vulnerabili	IMPATTO ASSENTE Le azioni di cantiere e di esercizio non interferiranno né direttamente, né indirettamente sullo <i>status</i> di specie vegetali rare, minacciate o vulnerabili, in quanto queste NON SONO PRESENTI nel buffer di 1 km analizzato in dettaglio,
A.3 Variazione della copertura vegetale naturale o semi-naturale	IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, in parte A LUNGO TERMINE e in parte TEMPORANEO, in parte MITIGABILE, in parte REVERSIBILE La realizzazione dell'opera, dei suoi impianti di cantiere, della viabilità di servizio temporanea o di altre strutture collegate comporterà inevitabilmente una perdita o comunque un disturbo sulla copertura vegetale naturale o semi-naturale presente nelle aree interessate dalle attività. Le tipologie interessate saranno principalmente le compagini erbacee delle scarpate dell'autostrada (comprendenti di eventuali bordure arbustive ruderali nitrofile) e, in subordine, lembi di boscaglia igrofila presso i ponti. Circa la significatività naturalistica delle tipologie vegetazionali interessate, solo la boscaglia igrofile presenta un certo interesse, anche se nelle aree di interferenza si presenta con <i>facies</i> alquanto disturbata. Rispetto alla disponibilità complessiva di queste tipologie vegetazionali, l'area dove si eserciterà effettivamente l'interferenza sarà comunque di RIDOTTISSIMA ESTENSIONE . Questo impatto negativo può considerarsi: <ul style="list-style-type: none"> in parte a lungo termine, in quanto le infrastrutture previste sostituiranno le coperture vegetali naturali o semi-naturali preesistenti, in parte temporaneo, in quanto su parte delle aree interessate verranno successivamente realizzate anche opere di ripristino a verde per consentire il restauro ecologico-paesaggistico. Si può, infine, ritenere che l'impatto considerato sia in parte reversibile, in quanto per le aree oggetto di cantierizzazione è previsto in progetto il recupero ambientale mediante ripristino ambientale.
A.4 Variazione delle tipologie vegetazionali naturali e semi-naturali	IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, in gran parte TEMPORANEO e MITIGABILE, in parte REVERSIBILE La realizzazione dell'opera, dei suoi impianti di cantiere, della viabilità di servizio temporanea o di altre strutture collegate comporterà certamente anche una variazione delle tipologie vegetazionali naturale o semi-naturale. Questa variazione sarà quasi esclusivamente a carico degli incolti erbacei delle scarpate dell'autostrada (comprendenti di eventuali bordure arbustive ruderali nitrofile) e, in subordine, lembi di boscaglia igrofila presso i ponti. Grazie agli interventi di mitigazione previsti (opere a verde realizzate secondo criteri di inserimento naturalistico appropriati per il territorio) queste variazioni si potranno

Componente interferita	DIREZIONE, INTENSITÀ E DESCRIZIONE DELL'IMPATTO
	ulteriormente ridurre. Il limitato impatto negativo sarà poi in gran parte temporaneo, poiché l'evoluzione naturale delle comunità vegetali ricostruite attraverso le opere a verde porterà rapidamente alla ricostruzione dei tipi vegetazionali preesistenti, in particolare intorno alle spalle e ai rilevati dei cavalcavia. Si può, infine, ritenere che l'impatto considerato sia in parte reversibile, in quanto per le aree oggetto di cantierizzazione è previsto in progetto il recupero ambientale mediante ripristino ambientale.
A.5 Variazione della naturalità vegetazionale	IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, in gran parte TEMPORANEO e MITIGABILE, sempre REVERSIBILE Per la variazione della naturalità vegetazionale valgono le medesime considerazioni esposte per gli impatti A.3 e A.4 (in particolare, sulla bassissima incidenza del progetto rispetto a tipologie vegetazionali di un certo significato naturalistico); da ciò necessariamente derivano considerazioni analoghe in quanto a tipo e magnitudine dell'impatto.

Tabella 0-4 – Stima dei possibili impatti identificati sulla Fauna

Componente interferita	DIREZIONE, INTENSITÀ E DESCRIZIONE DELL'IMPATTO
B.1 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la fauna legata a praterie, incolti e coltivi	IMPATTO NEGATIVO da TRASCURABILE a NON SIGNIFICATIVO, TEMPORANEO, totalmente MITIGABILE, REVERSIBILE Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata a praterie, incolti e coltivi, essa sarà verosimilmente osservabile, ma il suo effetto, sebbene negativo, sarà da trascurabile a non significativo sulla ricchezza della fauna vertebrata terrestre perché: <ul style="list-style-type: none"> le superfici effettivamente interessate dall'intervento, sono poco rilevanti rispetto alla superficie totale della tipologia; tra le specie della lista di riferimento non sono presenti taxa esclusivi dell'area interessata dall'intervento; soprattutto per la contiguità / sovrapposizione dell'area di intervento con il tracciato esistente dell'A13 (tutte le zone a vegetazione erbacea più prossime a questa infrastruttura risultano, come ovvio, più depotenziate rispetto ad altre collocate in contesti più naturali). L'impatto può essere anche parzialmente mitigabile, qualora si utilizzino opportune strategie durante la fase di cantiere (ad esempio, inizio dei lavori prima dell'avvio della stagione riproduttiva delle specie potenzialmente interessate). Questo impatto può inoltre essere considerato temporaneo, in quanto le singole popolazioni eventualmente interessate dalla scomparsa, riduzione o alterazione di praterie, incolti e coltivi nell'area di intervento si trasferiranno rapidamente in aree analoghe contigue, tutte facilmente accessibili.
B.2 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la fauna legata a cespuglieti	IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO, parzialmente MITIGABILE, REVERSIBILE Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata a cespuglieti e siepi, essa sarà verosimilmente osservabile, ma il suo effetto, sebbene negativo, sarà trascurabile sulla ricchezza della fauna vertebrata terrestre perché: <ul style="list-style-type: none"> l'habitat di cespuglieto effettivamente interessato dall'intervento è irrilevante rispetto alla superficie totale della tipologia; tra le specie della checklist di riferimento non sono presenti taxa esclusivi dell'area interessata dall'intervento; soprattutto per la contiguità / sovrapposizione dell'area di intervento con il tracciato esistente dell'A13 (tutte le zone a vegetazione arbustiva più prossime a questa infrastruttura risultano, come ovvio,

	<p>più depotenziate rispetto ad altre collocate in contesti più naturali e lontani). L'impatto può essere anche parzialmente mitigabile, qualora si utilizzino opportune strategie durante la fase di cantiere (ad esempio, inizio dei lavori prima dell'avvio della stagione riproduttiva delle specie potenzialmente interessate). Questo impatto può inoltre essere considerato temporaneo, in quanto le singole popolazioni eventualmente interessate dalla scomparsa, riduzione o alterazione dei cespuglieti nell'area di intervento si trasferiranno rapidamente in aree analoghe contigue, tutte facilmente accessibili.</p>	<p>alimentazione / rifugio) per la animali legati alle rive coperte da cespuglieti a salici e da boscaglie igrofile</p>	<p>Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata alle rive coperte da cespuglieti a salici e da boscaglie igrofile, l'impatto potrà essere negativo trascurabile, in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> gli interventi previsti in fase di cantiere presso gli attraversamenti dei corsi d'acqua maggiori (interventi sui ponti) interessano una superficie abbastanza limitata dello sviluppo complessivo di questo tipo di vegetazione azonale all'interno dell'area di studio (tra l'altro, le aree effettivamente interessate si presentano ante operam già parzialmente depotenziate); gli habitat ripariali dominati dalle formazioni arbustive e arboree a salicacee che saranno interessati dagli interventi, in base alle informazioni raccolte non presentano specie animali esclusive solo di quegli spazi. <p>L'impatto può essere anche parzialmente mitigabile, qualora si utilizzino opportune strategie durante la fase di cantiere (ad esempio, inizio dei lavori prima dell'avvio della stagione riproduttiva delle specie potenzialmente interessate). L'impatto può inoltre essere considerato temporaneo, in quanto le singole popolazioni animali eventualmente interessate dalla scomparsa, riduzione o alterazione di cespuglieti a salici e di boscaglie igrofile nell'area di intervento si trasferiranno rapidamente in aree analoghe contigue, tutte facilmente accessibili.</p>
B.3 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la fauna legata ad ambienti forestali	<p>IMPATTO ASSENTE</p> <p>Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata ad ambienti forestali, l'impatto non potrà che essere assente, in quanto non sono presenti nell'area oggetto di intervento compagini forestali di riferimento per gli animali target. Bisogna infatti considerare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> le bordure arbustivo-arboree ruderali nitrofile che si trovano lungo le scarpate dell'autostrada possiedono scarsissimo o nullo significato ecologico per la fauna legata ad ambienti forestali; i lembi boscati ripariali a pioppi e salici vengono trattati al punto B.7. 		
B.4 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la fauna legata ai canneti	<p>IMPATTO ASSENTE</p> <p>Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata ai canneti, l'impatto è assente in quanto la superficie di canneto interessata dall'intervento sarà quasi nulla in valore assoluto (in relazione ai frequenti interventi di taglio operati dai consorzi di bonifica).</p>	B.8 Modificazione del flusso migratorio (stagionale, riproduttivo, ...) di specie ittiche	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO, parzialmente MITIGABILE</p> <p>Gli interventi di adeguamento sui ponti comporteranno verosimilmente una serie di modificazioni negative trascurabili della capacità di spostamento (migrazioni stagionali e/o riproduttive) delle specie ittiche; ciò avverrà a principalmente a causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> degli interventi di cantiere (disturbi lungo le sponde, eventuali accessi in alveo) che provocheranno modifiche e/o restringimenti del canale di scorrimento dei corsi d'acqua; da un peggioramento temporaneo della qualità delle acque (soprattutto incrementi di torbidità e potenzialmente limitati rilasci accidentali di sostanza inquinanti). <p>Tale impatto sarà sostanzialmente temporaneo, in quanto, una volta terminata la fase di lavorazioni in alveo, il dinamismo fluviale ricostruirà con facilità un habitat fluviale del tutto simile a quello preesistente. Esso sarà anche parzialmente mitigabile grazie alle opportune strategie di gestione del cantiere in alveo previste in progetto e nei Capitolati Speciali d'Appalto di Autostrade per l'Italia S.p.A. previsti nella fase di progettazione esecutiva.</p>
B.5 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la fauna legata ad acque correnti	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, in parte TEMPORANEO, totalmente MITIGABILE, REVERSIBILE e in parte a LUNGO TERMINE POSITIVO</p> <p>Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata ai canneti ad acque correnti (soprattutto pesci e invertebrati acquatici), questa sarà negativa ma di magnitudine trascurabile in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> sono abbastanza limitate le superfici di alveo dei canali (limitate porzioni presso i ponti dove si realizzeranno gli adeguamenti) interessate di interventi diretti, rispetto alle superfici totali di acque correnti; l'impatto legato alla percolazione nel fiume di acque inquinate (originate dalle lavorazioni di cantiere), sarà assente poiché queste saranno intercettate e depurate (mediante la raccolta, trattamento e smaltimento di tutte le acque nei diversi impianti di trattamento/depurazione delle acque previsti). L'impatto conseguente alla percolazione nei corsi d'acqua di liquidi inquinanti in fase di esercizio (sversamenti accidentali, ecc.) è legato a fattori come i sistemi di protezione del reticolo di raccolta delle acque di piattaforma e alla incidentalità. <p>L'impatto riferito al primo punto è poi da considerarsi temporaneo, in quanto, una volta terminati gli interventi in alveo, sarà possibile ricostruire con facilità un habitat fluviale abbastanza simile a quello preesistente, che i primi cicli di piena rinaturalizzeranno poi completamente. Anche l'impatto riferito al secondo punto è da considerarsi temporaneo e in pratica assente come magnitudine. L'impatto relativo al terzo punto è da considerarsi positivo rispetto alla situazione attuale, anche in presenza di aumento dei transiti veicolari, in quanto è prevista l'introduzione di un tratto a sistema chiuso e la terza corsia ridurrà l'incidentalità sulla tratta.</p>	B.9 Modificazione delle direttrici di spostamento sul terreno di piccoli e grandi animali a locomozione terrestre	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO</p> <p>La creazione di infrastrutture lineari in un territorio crea una frammentazione che impedisce il libero spostamento degli animali a locomozione terrestre: nel caso di una strada, la sezione dell'infrastruttura e il traffico veicolare giornaliero possono determinare una cesura tra i due lati del tutto paragonabile ad una barriera fisica. Nell'area studiata, il fenomeno però è già ben presente, in quanto l'asse viario dell'A13 è esistente da decenni. L'eventuale potenziamento del flusso veicolare su di esso non altera poi lo stato già negativo ante opera. I varchi per gli animali a locomozione terrestre lungo la direttrice autostradale sono costituiti al momento dagli attraversamenti dei corsi d'acqua principali (ponti) e gli interventi di progetto su di essi:</p> <ul style="list-style-type: none"> genereranno al massimo un trascurabile disturbo temporaneo durante le fasi di cantiere; non prevedono in ogni caso riduzioni/interruzioni dei varchi in fase di esercizio.
B.6 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione / alimentazione / rifugio) per la animali legati a raccolte d'acqua	<p>IMPATTO ASSENTE</p> <p>Per quanto concerne la modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione-alimentazione-rifugio) della fauna selvatica legata ad acque ferme, l'impatto potrà essere positivo trascurabile, in quanto non vengono intaccate le pochissime raccolte d'acqua presenti.</p>	B.10 Impatto diretto su specie presenti nelle aree di intervento durante le attività di cantiere	<p>IMPATTO NEGATIVO potenzialmente POCO SIGNIFICATIVO, TEMPORANEO, totalmente MITIGABILE</p> <p>Buona parte delle attività di cantiere saranno svolte in aree antropizzate (autostrada e sue immediate prossimità), ma alcune saranno comunque realizzate in ambienti agricoli e quindi potrà accadere che le attività stesse arrechino danni diretti in maniera accidentale a specie legate a quei luoghi, soprattutto per la propria riproduzione (ad esempio uccisione involontaria di uova al nidi e di nidiacei, eliminazione di prati con</p>
B.7 Modificazione di importanti aspetti della vita (riproduzione /	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO, parzialmente MITIGABILE</p>		

	<p>piante nutrici per i bruchi di farfalle oligofaghe, ...).</p> <p>Rispetto a queste aree, non sono segnalati animali di un certo significato ecologico, ma esiste comunque la possibilità teorica che specie importanti possano comunque utilizzarle e quindi subire potenzialmente l'impatto diretto delle attività di cantiere.</p> <p>Tale impatto potrà essere nel caso poco significativo (ma comunque non trascurabile), considerando come tutte le tipologie di ambiente interessate da attività di cantiere siano presenti (con superfici ben maggiori) al di fuori dell'area di intervento.</p> <p>L'impatto diretto durante le attività di cantiere su specie presenti nelle aree di intervento può poi considerarsi temporaneo, in quanto una volta iniziate, le attività stesse tendono con il loro disturbo ad allontanare gli animali, che si potranno trasferire facilmente in habitat analoghi e tutti comodamente disponibili a breve distanza.</p> <p>L'impatto sarà poi del tutto mitigabile, nel caso si abbia come principale accorgimento quello di avviare le attività in un periodo non coincidente con quello di maggior sforzo riproduttivo; a seconda dell'andamento stagionale, si può indicativamente ipotizzare l'avvio dei lavori non prima di luglio-agosto e non oltre gennaio-febbraio. Con il cantiere già in attività, le specie non saranno più interessate a riprodursi nell'area e rivolgeranno la propria attenzione nelle zone vicine prive di fattori di disturbo.</p>		<p>con l'avifauna, previste dal progetto, collaborano alla mitigazione dell'impatto.</p>
B.11 Investimenti di fauna minore	<p>IMPATTO ASSENTE</p> <p>La realizzazione di una infrastruttura viaria, specialmente in prossimità di corpi idrici, comporta sempre un potenziale impatto sulla fauna minore, soprattutto a carico delle specie che effettuano migrazioni riproduttive verso l'ambiente acquatico (in particolare gli anfibi).</p> <p>Nel caso in oggetto, tale impatto è sostanzialmente nullo, perché:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parte degli interventi insistono su una infrastruttura esistente; - dove verranno costruite ex-novo opere accessorie (ad es. svincoli), non esistono biotopi interessati da migrazioni riproduttive; - ogni tracciato autostradale presenta già alcune caratteristiche costruttive (recinzioni esterne al piedi della scarpata, posa in opera di new jersey) funzionalmente del tutto assimilabili alle barriere antiattraversamento che vengono collocate appositamente per mitigare gli investimenti della fauna minore; - il tracciato è posto perpendicolarmente ai corsi d'acqua principali con cui si relaziona e non parallelamente a essi (non costituisce quindi una barriera continua fra i corpi idrici e loro gli ambienti terrestri laterali); - nella rete ecologica locale i corridoi esistenti (i corsi d'acqua principali) costituiscono i varchi di attraversamento sicuri dell'infrastruttura (attraverso i ponti), mentre non esistono altri corridoi (ad es, greenways costituite da siepi / fasce boscate continue in connessione con nodi ecologici) che possano direzionare la fauna contro l'infrastruttura viaria. 	<p>IMPATTO ASSENTE</p> <p>Allo stato delle conoscenze attuali, la zona presenta bassissima vocazionalità per gli ungulati selvatici in genere; gli animali di taglia apprezzabile che frequentano gli ambiti di pianura (capriolo, volpe e altri carnivori) utilizzano quasi esclusivamente per i propri spostamenti corridoi ecologici fluviali (che attraversano il tracciato autostradale in sicurezza sotto i ponti).</p>	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE se non ASSENTE, in parte TEMPORANEO e in parte A LUNGO TERMINE</p> <p>Sostanzialmente omologo a B.14 e B.15 per meccanismi causali ed effetti sulla fauna selvatica, l'impatto legato alle modificazioni comportamentali indotte da disturbi e interferenze di tipo visivo può senza dubbio essere considerato negativo trascurabile, se non assente (in quanto già attivo nello stato <i>ante operam</i>).</p> <p>Può essere poi giudicato in parte temporaneo e in parte a lungo periodo, in quanto: a) le specie animali più rustiche tendono ad attivare abbastanza rapidamente un graduale adattamento verso disturbi di tipo visivo ripetuti e costanti (meccanismo di assuefazione); b) le specie più sensibili ed esigenti tendono invece ad allontanarsi dalle fonti di disturbo, per ritornare eventualmente allorché il disturbo venga a cessare.</p>
B.12 Collisioni di fauna ornitica	<p>IMPATTO NEGATIVO al massimo TRASCURABILE, A LUNGO TERMINE, MITIGABILE</p> <p>La fauna ornitica può avere collisioni /investimenti con autoveicoli in transito lungo un'asse viario sia quando lo attraversano in volo radente, sia quando si posano cercando di alimentarsi, ad es alcuni passeriformi (sale), corvidi e alcuni rapaci (ev. carcasse di animali investiti).</p> <p>Nel caso in oggetto, l'impatto degli interventi di progetto dovrebbero essere sostanzialmente nulli (o al massimo trascurabili), perché:</p> <ul style="list-style-type: none"> - le barriere ai bordi (guardrail) obbligano gli uccelli che risalgono la scarpata in volo radente ad alzare ulteriormente la loro traiettoria; - non si tratta di una nuova infrastruttura, ma di un intervento su un tracciato esistente, quindi l'impatto (principalmente a carico di uccelli che si posano sul manto stradale) già esiste nella situazione ante opera; <p>La posa in alcuni tratti di barriere antirumore:</p> <ul style="list-style-type: none"> - da un lato alza ulteriormente la barriera laterale, impedendo di fatto traiettorie pericolose; - dall'altro può comportare un aumento del rischio di collisioni, se le barriere sono trasparenti. <p>L'adozione di barriere con una limitata superficie trasparente e peraltro trattata con idonee marcature (ad es. strisce orizzontali) atte ad impedire un'eventuale collisione</p>	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE se non ASSENTE, in parte TEMPORANEO e in parte A LUNGO TERMINE</p> <p>Sostanzialmente omologo a B.13 e B.15 per meccanismi causali ed effetti sulla fauna selvatica, l'impatto legato alle modificazioni comportamentali indotte da disturbi e interferenze di tipo acustico può senza dubbio essere considerato negativo trascurabile, se non assente (in quanto già attivo nello stato <i>ante operam</i>).</p> <p>Può essere poi giudicato in parte temporaneo e in parte a lungo periodo, in quanto: a) le specie animali più rustiche tendono ad attivare abbastanza rapidamente un graduale adattamento verso disturbi di tipo acustico ripetuti e costanti (meccanismo di assuefazione); b) le specie più sensibili ed esigenti quanto a rumore tendono invece ad allontanarsi dalle fonti di disturbo, per ritornare eventualmente allorché il disturbo venga a cessare.</p>	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE se non ASSENTE, in parte TEMPORANEO e in parte A LUNGO TERMINE</p> <p>Sostanzialmente omologo a B.13 e B.14 per meccanismi causali ed effetti sulla fauna selvatica, l'impatto legato alle modificazioni comportamentali indotte da disturbi e interferenze di dirette con l'uomo può senza dubbio essere considerato negativo trascurabile, se non assente (in quanto già attivo nello stato <i>ante operam</i>).</p> <p>Può essere poi giudicato in parte temporaneo e in parte a lungo periodo, in quanto: a) le specie animali più confidenti tendono ad adattarsi abbastanza rapidamente alla presenza costante dell'uomo (meccanismo di assuefazione); b) le specie più sensibili ed esigenti tendono invece ad allontanarsi dalle fonti di disturbo, per ritornare eventualmente allorché il disturbo venga a cessare.</p>
B.13 Collisioni con animali di grandi dimensioni a locomozione terrestre			
B.14 Modificazioni comportamentali indotte da disturbi e interferenze di tipo visivo			
B.15 Modificazioni comportamentali indotte da disturbi e interferenze di tipo acustico			
B.16 Modificazioni comportamentali indotte da interazioni dirette con l'uomo			

Tabella 0-5 – Stima dei possibili impatti identificati su Ecosistemi (rete ecologica)

Componente interferita	DIREZIONE, INTENSITÀ E DESCRIZIONE DELL'IMPATTO
C.1 Interferenze/frammentazioni/interruzioni della connessione ecologica degli habitat acquatici dei corridoi	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO, parzialmente MITIGABILE</p> <p>Gli interventi di adeguamento sui ponti comporteranno verosimilmente modificazioni negative trascurabili della funzionalità di connessione ecologica degli habitat acquatici dei corridoi. Ciò avverrà a principalmente a causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • degli interventi di cantiere (disturbi lungo le sponde, eventuali accessi in alveo),

Componente interferita	DIREZIONE, INTENSITÀ E DESCRIZIONE DELL'IMPATTO
	<p>che provocheranno modifiche e/o restringimenti del canale di scorrimento dei corsi d'acqua;</p> <ul style="list-style-type: none"> di un peggioramento temporaneo della qualità delle acque (soprattutto incrementi di torbidità e potenzialmente rilasci accidentali di sostanze inquinanti). <p>Ciò potrà avere un impatto sia sulle comunità ittiche presenti nel corridoio (interferenze con habitat di riproduzione/alimentazione, ma anche con eventuali flussi migratori), sia su quelle degli invertebrati acquatici (soprattutto interferenze con habitat di riproduzione/alimentazione).</p> <p>Tale impatto sarà sostanzialmente temporaneo, in quanto, una volta terminata la fase di lavorazioni in alveo, il dinamismo fluviale ricostruirà con facilità un habitat fluviale del tutto simile a quello preesistente.</p> <p>Esso sarà anche parzialmente mitigabile nei casi dei ponti, grazie alle opportune strategie di gestione del cantiere in alveo previste in progetto e nei Capitolati Speciali d'Appalto di Autostrade per l'Italia S.p.A. previsti nella fase di progettazione esecutiva.</p> <p>Una parziale compensazione sarà costituita dalla sostituzione (al di sotto dei ponti e per brevi tratti nell'intorno) dei fondali in terra preesistenti con letti di massi, che:</p> <ul style="list-style-type: none"> creeranno un microhabitat del tutto peculiare e in genere assente nei canali a lento scorrimento di pianura; aumenteranno la turbolenza delle acque e quindi daranno un contributo alla loro ossigenazione.
<p>C2 Interferenze/frammentazioni/ interruzioni della connessione ecologica degli habitat terrestri di ripa dei corridoi</p>	<p>IMPATTO NEGATIVO TRASCURABILE, TEMPORANEO</p> <p>La creazione di infrastrutture lineari in un territorio può creare una frammentazione che impedisce il libero spostamento degli animali a locomozione terrestre: nel caso di una strada, la sezione dell'infrastruttura e il traffico veicolare giornaliero possono determinare una cesura tra i due lati del tutto paragonabile ad una barriera fisica.</p> <p>I varchi per gli animali a locomozione terrestre lungo la direttrice autostradale sono costituiti al momento quasi esclusivamente dai corridoi ecologici individuati nel PTCP, ovvero dagli attraversamenti dei corsi d'acqua principali (ponti).</p> <p>Gli interventi di progetto su di essi:</p> <ul style="list-style-type: none"> genereranno al massimo un trascurabile disturbo temporaneo durante le fasi di cantiere; non prevedono in ogni caso riduzioni della permeabilità complessiva dei varchi stessi in fase di esercizio, ovvero gli animali che utilizzavano in situazione ante operam il varco, continueranno ad utilizzarlo anche in fase di esercizio. <p>È Possibile, inoltre, ricordare che tutti i ponti (ad eccezione dello scatolare sul Desturello) possono consentire il passaggio anche a fauna a locomozione terrestre di media-grande taglia durante i periodi di magra /secca dei corsi d'acqua.</p> <p>Per quanto riguarda, infine, le eventuali funzioni di alimentazione/riproduzione fornite dagli habitat naturali di ripa alla fauna a locomozione terrestre, già ora queste possono considerarsi presso i ponti è quasi del tutto mancanti, in quanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> gli habitat naturali e seminaturali che possono sostenere queste funzioni sono praticamente assenti presso i ponti; il disturbo generato dal traffico veicolare sulla sovrastante autostrada provoca un'ulteriore riduzione di attrattività per le specie target.

della vegetazione presente sulle aree di pertinenza dell'attuale autostrada e sulle aree in esproprio (definitivo per l'ampliamento e temporaneo per la cantierizzazione), necessariamente previste per i lavori.

A riguardo, è stato quindi svolto un censimento vegetazionale sulle aree suddette, che ha portato al prospetto di sintesi degli abbattimenti previsti riportato nella tabella seguente.

4.6.4 Aspetti quantitativi: la vegetazione interferita dal progetto e le relative misure di mitigazione

Dal punto di vista quantitativo della valutazione dei possibili impatti sulla componente vegetazione e flora, occorre, in particolare, considerare l'abbattimento previsto in progetto

Tabella 0-6 – Vegetazione di cui si prevede l'abbattimento in conseguenza della realizzazione dell'intervento in progetto

Specie	Piante isolate (n)	Formazioni miste elencate per pianta dominante	
		Siepi e Filari (m)	Aree vegetate (mq)
<i>Acer campestre</i>	133	2624	15926
<i>Acer negundo</i>	12	188	523
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1		
<i>Acer saccharinum</i>	0		408
<i>Ailanthus altissima</i>	1		1355
<i>Arbutus unedo</i>	1		
<i>Carpinus betulus fastigiata</i>	1	145	
<i>Cedrus atlantica</i>	1		
<i>Celtis australis</i>	5		43
<i>Cornus sanguinea</i>	2	174	
<i>Corylus avellana</i>	6	14	365
<i>Cupressus leylandii</i>	1	153	
<i>Cupressus sempervirens</i>	0	15	
<i>Diospyros kaki</i>	1		
<i>Euonymus europaeus</i>	1		
<i>Ficus carica</i>	3		
<i>Fraxinus angustifolia</i>	0	16	4115
<i>Koeleuteria paniculata</i>	0	19	
<i>Juglans nigra</i>	16		
<i>Juglans regia</i>	0		4041
<i>Malus domestica</i>	1		
<i>Morus alba</i>	1		
<i>Morus nigra</i>	4		
<i>Paulonia tomentosa</i>	0		329
<i>Pinus nigra</i>	53		3088
<i>Pinus pinaster</i>	1		
<i>Pinus pinea</i>	4		
<i>Platanus acerifolia</i>	69	5113	
<i>Platanus orientalis</i>	3		
<i>Populus alba</i>	7	229	4417
<i>Populus canadensis</i>	7	411	324
<i>Populus nigra</i>	5		1614
<i>Populus nigra var. italica</i>	18	1194	
<i>Prunus armeniaca</i>	4		
<i>Prunus avium</i>	3	9	

<i>Prunus cerasifera</i>	10	93	
<i>Prunus laurocerasus</i>	0	84	
<i>Prunus persica</i>	2		
<i>Prunus spinosa</i>	3		3045
<i>Pyrus piraster</i>	1	72	
<i>Quercus petrea</i>	1		
<i>Quercus robur</i>	6	10	264
<i>Robinia pseudacacia</i>	12	584	11844
<i>Salix alba</i>	21	336	4271
<i>Salix cinerea</i>	1	109	
<i>Salix eleagnos</i>	1		
<i>Salix matsudana</i>	2		
<i>Sambucus nigra</i>	10	24	4252
<i>Sophora japonica</i>	0	125	
<i>Tilia cordata</i>	2		
<i>Ulmus campestris</i>	23		
<i>Ulmus minor</i>	61	514	26339
Totali :	521	12255	86563

Si tratta in complesso di 521 alberature isolate, di circa 12255 m di formazioni lineari e di poco meno di 87.000,00 m² di aree vegetate (in prevalenza localizzate sui rilevati ed evolute spontaneamente).

Alto è il numero di specie esotiche (Robinie, Ailanti, ecc.) e di specie di derivazione agricola (Ciliegi, fichi, loti, ecc.).

Il progetto delle opere a verde prevede estesi interventi di piantagione, privilegiando anche per motivi legati alla sicurezza stradale le sistemazioni arbustive lineari. Nella tabella seguente si riportano le previsioni quantitative di progetto.

Tabella 0-7 – Vegetazione di nuovo impianto prevista dal progetto

Sigla	Tipologie	UdM	Quantità
P	Prato	mq	229895
Ss	Quinta arbustiva per pieno sole	m	3156
So	Quinta arbustiva per non pieno sole	m	1504
Sg	Doppia fila di ginestre	m	2332
Fa	Fascia di arbusti e alberetti	m	12783
Mcp	Cespuglieto pioniero	mq	9513
Mcarb	Cespuglieto alberato	mq	3503

Mbm	Fascia boscata	mq	7503
Ac	Aceri campestre	n.	60
Qr	Farnia	n.	172

Complessivamente, si tratta di 332 alberature in filare, o a gruppi, di 19775 m di formazioni arbustive lineari e di 20519 m² di aree vegetate arboree ed arbustive.

Non vi è una compensazione diretta del n. di piante e macchie arboreo arbustive impiantate, mentre è significativa per quanto riguarda le piante in formazioni lineari.

4.6.5 Conclusioni

Le opere di ampliamento alla terza corsia del tratto di A13 in progetto presentano impatti sostanzialmente transitori e di limitata significatività su vegetazione e flora, fauna ed ecosistemi presenti nell'area. I possibili impatti permanenti sono tutti non significativi, o in qualche caso positivi.

Gli ecosistemi presenti sono fortemente destrutturati e influenzati dall'antropizzazione a tal punto che non appare possibile una tutela nel loro insieme, ma appare importante salvaguardare le funzioni connettive che il territorio interessato presenta tra ecosistemi naturali (come nel caso SIC ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella) e aree in cui sono possibili in futuro interventi di riqualificazione ambientale o di arricchimento della dotazione ecosistemica.

Portando l'attenzione alle funzioni connettive è inevitabile che questa (e le cautele progettuali) si sposti dalla tutela ecosistemica alla tutela delle singole specie che possono usufruire di tali connessioni.

Le mitigazioni insite nel progetto, quali i presidi idraulici di trattamento delle acque di piattaforma nel tratto centrale e le sistemazioni a verde costituiscono delle reali misure non solo di mitigazione, ma anche di miglioramento degli assetti attuali dell'ambiente. Ad esempio, la riduzione delle possibilità di contaminazione delle acque di vettori importanti, come il canale dell Botte o del fiume Reno attraverso l'adozione di un sistema chiuso di gestione delle acque di piattaforma nel tratto connesso a tali corsi d'acqua, infatti, risulta un deciso miglioramento rispetto alla situazione attuale che non presenta tale sistema.

Le sistemazioni a verde, oltre a perseguire finalità paesaggistiche, consente di ripristinare la presenza di specie autoctone nelle pertinenze autostradali, sui rilevati e nelle aree di sedime dei cavalcavia traslati, in sostituzione delle specie invasive e alloctone attualmente presenti. La scelta delle specie effettuata privilegiando quelle con funzione alimentare per avifauna e piccoli mammiferi, in particolare, è stata applicata in corrispondenza delle aree distanti dalla carreggiata autostradale (scarpate dei rilevati dei cavalcavia, aree di sedime di quelli traslati, ecc.), o separate fisicamente da esse (alle spalle delle barriere antifoniche),

in modo da ridurre il rischio di investimenti dei piccoli animali, o di collisioni con i veicoli in transito.

Gli interventi previsti sui corsi d'acqua interferiti appaiono ininfluenti, perché in fase di esercizio non modificano sostanzialmente lo stato ante operam. In fase di costruzione le tecniche previste consentono la continuità dei flussi idrici dei corsi d'acqua.

Una mitigazione ulteriore è legata alla tempistica dei lavori sui corsi d'acqua, che, compatibilmente con le esigenze idrauliche e irrigue dei canali interessati, dovrebbe essere attuata nei periodi di magra e di minore efficacia delle funzioni connettive.

I lavori sulle sponde, per ridurre l'intensità degli impatti sulla avifauna nidificante, è opportuno che siano attuati nel periodo autunnale e invernale.

5 RUMORE

5.1 INQUADRAMENTO DEL SISTEMA INSEDIATIVO

L'intervento in oggetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A13 si sviluppa nel tratto compreso tra Bologna Arcoveggio e Ferrara, dalla progr. km 1+070 alla progr. km 33+547 (progressiva riferita all'asse dello spartitraffico), coincidente con la progr. esistente km 33+548.76, per una lunghezza complessiva di 32,477 km circa. In particolare l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km 1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono lo svincolo Bologna Arcoveggio (km 0+600), lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'Area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700).

Occorre precisare che l'attività di risanamento acustico è stata estesa anche al tratto non in ampliamento compreso tra l'interconnessione A13-A14 (km 0+000) e il punto di inizio del potenziamento (km 1+070) per la presenza di aree dove è risultato necessario l'inserimento di interventi di mitigazione.

Nella tratta interessata dall'intervento, l'autostrada si sviluppa in direzione SO-NE in direzione della costa adriatica. L'andamento planimetrico è caratterizzato da tratti prevalentemente in rilevato di altezze contenute con lunghi rettili e curve di ampio raggio. L'autostrada esistente è organizzata in due carreggiate separate da uno spartitraffico di larghezza di 2.40 m che alloggia le barriere di sicurezza in cls del tipo bifilare NJ. Ciascuna carreggiata è organizzata con due corsie larghe 3.75 m, corsia di emergenza da 2.50 m e banchina in sinistra da 0.30 m circa (margine interno 3.00 m). La larghezza complessiva della piattaforma è di 23.00 m.

I criteri progettuali prevedono un allargamento laterale dell'attuale sedime di complessivi 9.50 m, al fine di realizzare la terza corsia di marcia ed adeguare le dimensioni delle corsie di emergenza e del margine interno, pari rispettivamente a 3.00 m e 4.00 m, dimensionando inoltre gli elementi marginali per un corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza.

Complessivamente il tracciato di progetto si mantiene sostanzialmente aderente al tracciato attuale: l'intervento prevede infatti ovunque possibile un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico.

L'intervento in progetto prevede l'inserimento al km 3+000 del nuovo svincolo di Castel Maggiore.

Tutta l'area su cui si sviluppa il tracciato è pianeggiante, a destinazione prevalentemente agricola; principalmente sono presenti casine ed edifici residenziali-rurali isolati, le tipologie di edificazione ed urbanizzazione differenti o particolari riscontrate sono:

- Zona industriale nel Comune di Bologna, ad ovest del tracciato;
- Zona industriale nel Comune di Castel Maggiore, ad ovest del tracciato;
- Zona industriale nel Comune di Bentivoglio, ad est e ad ovest del tracciato
- Residenza Sanitaria Assistenziale Casa Della Carità, Via del Tuscolano, 97 Comune di Bologna, ad ovest del tracciato autostradale, in fascia di pertinenza acustica A;

- Scuola Primaria F. Franchini, Via Verne, Frazione Sabbiuino di Piano Comune di Castel Maggiore, ad est autostradale, in fascia di pertinenza acustica A;
- Scuola Istituto di Istruzione Superiore Tecnico Agrario A. Serpieri, Via Peglion, 25, Comune di Bologna, ubicata a circa 440 m ad ovest del tracciato autostradale, all'esterno delle fasce di pertinenza acustica;
- Scuola Dell'Infanzia S. Anna, Via Sammarina, 31 Frazione Sabbiuino di Piano Comune di Castel Maggiore, ubicata a circa 330 m ad est del tracciato autostradale, all'esterno delle fasce di pertinenza acustica.

5.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

5.2.1 Normativa europea

- Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (per quanto compatibile)

5.2.2 Normativa nazionale

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 31 marzo 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1 lett.b) e dell'art. 2 commi 6,7,8 della legge 26 ottobre 1995 n. 447"
- D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447"

5.2.3 Normativa regionale

- Legge Regionale Emilia Romagna 9 maggio 2001 n. 15 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Delibera della Giunta Regionale Emilia Romagna 14 aprile 2004 n. 673 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico"

5.2.4 Normativa tecnica

- UNI 9884:1997 “Acustica – Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale”
- UNI 10855:1999 “Acustica – Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti”
- ISO 1996-1:1982 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures”
- ISO 1996-2:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use”
- ISO 1996-3:1987 “Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 3: Application to noise limits”
- ISO 9613-1 “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere”
- ISO 9613-2 “Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation”

5.3 ANALISI DELLA NORMATIVA DI LEGGE

La legge quadro sull’Inquinamento Acustico n°447 del 26 ottobre 1995 ed i successivi decreti attuativi costituiscono il quadro normativo di riferimento per la tutela degli ambienti abitativi dall’inquinamento acustico. Nel seguito vengono riportati i punti salienti delle norme relative alle infrastrutture nei confronti degli enti interessati (Comuni, Regioni, Ministero dell’Ambiente).

5.3.1 Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico n°447 del 26 ottobre 1995

- Le infrastrutture di trasporto stradali vengono assimilate alle sorgenti sonore fisse e per esse vengono fissati, con apposito decreto attuativo, specifici valori limite di esposizione per gli ambienti abitativi disposti entro le fasce di pertinenza dell’infrastruttura stessa;
- Alle infrastrutture di trasporto non si applica il criterio del limite differenziale;
- Gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto devono predisporre piani pluriennali di risanamento al fine di ridurre l’emissione di rumore. Essi devono indicare tempi, modalità e costi e sono obbligati ad impegnare, in via ordinaria, una quota non inferiore al 7 per cento dei fondi di bilancio previsti per le attività di manutenzione e di potenziamento delle infrastrutture stesse per l’adozione di interventi di contenimento ed abbattimento del rumore;
- Le società e gli enti gestori di servizi pubblici, hanno l’obbligo di predisporre e presentare al Comune interessato piani di contenimento e abbattimento del rumore;
- I contenuti del Piano di contenimento sono recepiti nel Piano di Risanamento Comunale di cui all’art. 7.

5.3.2 Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”

- Viene definito il criterio per cui per le infrastrutture di trasporto valgono limiti specifici entro fasce di pertinenza acustica; per i ricettori posti all’interno di tali fasce non valgono i limiti delle classificazioni acustiche adottate dai comuni, mentre al di fuori di esse il rumore del traffico stradale deve rispettare i valori delle classificazioni acustiche.

5.3.3 Decreto del Ministero dell’Ambiente del 16 Marzo 1998 – “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico”

Per il rumore stradale viene fornita la metodologia di misura. In particolare il tempo di misura non deve essere inferiore a una settimana, il microfono deve essere posizionato ad 1 metro dalla facciata degli edifici e ad una quota di 4 metri da terra, o comunque in corrispondenza dei ricettori esposti. Devono essere rilevati il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata “A” per ogni ora su tutto l’arco della settimana.

Dai singoli dati di livello continuo orario equivalente si calcolano:

- i livelli equivalenti diurni e notturni per ogni giorno della settimana;
- I valori medi settimanali diurni e notturni.

I valori medi settimanali vengono confrontati con i limiti indicati dalla normativa.

I due tempi di riferimento sono:

- Diurno dalle 6.00 alle 22.00;
- Notturno dalle 22.00 alle 6.00.

5.3.4 Decreto del Ministero dell’Ambiente del 29 Novembre 2000 sui piani di contenimento e abbattimento del rumore

Il decreto 29.11.2000 “Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”, ai sensi dell’Art. 10, comma 5, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge Quadro sull’inquinamento acustico” stabilisce che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture hanno l’obbligo di:

- Individuare le aree in cui per effetto delle immissioni delle infrastrutture stesse si abbia superamento dei limiti di immissione previsti;
- Determinare il contributo specifico delle infrastrutture al superamento dei limiti suddetti
- Presentare al comune e alla regione o all’autorità da essa indicata, ai sensi art. 10, comma 5, L447/95, il piano di contenimento e abbattimento del rumore prodotto dall’esercizio delle infrastrutture.

Nel caso di infrastrutture lineari di interesse nazionale o di più regioni, entro 18 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto devono essere individuate, con stime o rilievi, le aree di superamento dei limiti previsti, trasmettendo i dati alle autorità competenti.

Entro i successivi 18 mesi la società o l'ente gestore presenta ai comuni interessati, alle regioni o alle autorità da esse indicate, il piano di contenimento ed abbattimento del rumore.

Il Ministero dell'Ambiente, d'intesa con la Conferenza unificata, approva i piani relativi alle infrastrutture di interesse nazionale o di più regioni e provvede alla ripartizione degli accantonamenti e degli oneri su base regionale, tenuto conto delle priorità e dei costi dei risanamenti previsti per ogni regione e del costo complessivo a livello nazionale.

Gli obiettivi di risanamento devono essere conseguiti entro 15 anni dalla data di espressione della regione o dell'autorità da essa indicata. In assenza di parere in materia nei 3 anni successivi all'entrata in vigore del decreto, vale la data di presentazione del piano.

L'ordine di priorità degli interventi di risanamento è stabilito dal valore numerico dell'indice di priorità P la cui procedura di calcolo è indicata nell'Allegato 1 al decreto. Nell'indice di priorità confluiscono il valore limite di immissione, il livello di impatto della sorgente sonora sul ricettore, la popolazione esposta (n. abitanti equivalenti). Ospedali, case di cura e di riposo e le scuole vengono assimilate ad una popolazione residente moltiplicando rispettivamente per 4, 4 e 3 il numero di posti letto e il numero totale degli alunni.

Per le infrastrutture di interesse nazionale o regionale saranno stabiliti ordini di priorità a livello regionale. La regione, d'intesa con i comuni interessati, può stabilire un ordine di priorità diverso da quello derivato dall'applicazione della procedura di calcolo.

Nel caso di più gestori concorrenti al superamento del limite i gestori devono di norma provvedere all'esecuzione congiunta delle attività di risanamento.

Le attività di risanamento devono conseguire il rispetto dei valori limite di rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'Art. 11 della Legge Quadro. Nelle aree in cui si sovrappongono più fasce di pertinenza il rumore non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Gli interventi strutturali finalizzati all'attività di risanamento (Art. 5) devono essere effettuati secondo la seguente scala di priorità:

- direttamente sulla sorgente rumorosa
- lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore
- direttamente sul ricettore

Gli interventi sul ricettore sono adottati qualora non sia tecnicamente conseguibile il raggiungimento dei valori limite di immissione oppure quando lo impongano valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale.

5.3.5 Decreto del Presidente della Repubblica n°142 del 30 marzo 2004 – “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.”

- Le infrastrutture stradali sono suddivise in tipi (da A ad F) secondo le definizioni del codice della strada e sottotipi (secondo norme CNR e direttive PUT).

- Per quanto riguarda le infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti), è individuata una fascia territoriale di pertinenza acustica per ciascun lato dell'infrastruttura a partire dal confine della stessa.

Per le strade di tipo:

- A: autostrade
- B: strade extraurbane principali
- Ca: strade extraurbane secondarie a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980

la fascia viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di 100 metri, è denominata fascia “A”; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di 150 metri è denominata fascia “B”.

Per le strade tipo:

- Cb: “ tutte le altre strade extraurbane secondarie”
- la fascia B è larga 50 m; la fascia A rimane inalterata;
- D: “Urbana di scorrimento”

l'ampiezza dell'unica fascia di pertinenza acustica è di 100 metri;

Per le strade tipo:

- E: “Urbane di quartiere”
- F: “locale”

la fascia di pertinenza è di 30 metri.

- Per ciascuna delle fasce (nel caso delle strade di tipo A, B, C e D) vengono stabiliti limiti massimi di immissione, che valgono per i ricettori generici (“Altri ricettori”) e per i ricettori sensibili (“Scuole, ospedali, case di cura e di riposo”).
- I limiti sono invece definiti “nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane” per le strade di tipo E ed F.
- I valori limite di immissione devono essere verificati in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, in conformità a quanto disposto dal DMA del 16 marzo 1998 all'interno delle fasce di pertinenza e devono essere riferiti al solo rumore prodotto dalle infrastrutture stradali;
- Per le infrastrutture esistenti i valori limite di immissione, devono essere conseguiti mediante l'attività pluriennale di risanamento di cui al DMA del 29 novembre 2000. In via prioritaria l'attività pluriennale di risanamento deve essere attuata all'interno dell'intera fascia di pertinenza acustica per quanto riguarda scuole, ospedali, case di cura e case di riposo e, per quanto riguarda tutti gli altri ricettori, all'interno della fascia più vicina, all'infrastruttura. All'esterno della fascia più vicina all'infrastruttura, le rimanenti attività di risanamento dovranno essere armonizzate con i piani di risanamento predisposti dal Comune.

I limiti acustici previsti all'interno delle fasce di pertinenza acustica delle strade esistenti sono i seguenti:

Tabella 5-1: STRADE ESISTENTI E ASSIMILABILI (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti)

Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo Nome CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole ^(*) , ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al Dpcm in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

(*) Per le scuole vale il solo limite diurno

Qualora i valori indicati in

Tabella 5-1 non siano tecnicamente raggiungibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o a carattere ambientale, si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti in ambiente abitativo:

- 35 dBA Leq notturno per ospedali, case di cura e di riposo;
- 40 dBA Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dBA diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1.5 m dal pavimento.

In caso di infrastrutture stradali esistenti gli interventi per il rispetto dei limiti di fascia e dei limiti in ambiente abitativo sono a carico del titolare della licenza o concessione edilizia, se rilasciata dopo la data di entrata in vigore del decreto.

In caso di infrastrutture di nuova realizzazione gli interventi per il rispetto dei limiti di fascia e dei limiti in ambiente abitativo sono a carico del titolare della licenza o concessione edilizia se rilasciata dopo la data di approvazione del progetto definitivo dell'infrastruttura stradale, per la parte eccedente l'intervento di mitigazione previsto a salvaguardia di eventuali aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali o loro varianti generali vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione dell'infrastruttura.

5.3.6 Decreto n. 194, 19 agosto 2005

Il decreto legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, definisce le competenze e le procedure per l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche, per l'elaborazione e l'adozione dei piani d'azione e, infine, per assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico.

Le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto sono tenute ad elaborare e trasmettere alla regione o alla provincia autonoma competente:

- entro il 30 giugno 2007 la mappatura acustica relativa alle infrastrutture stradali principali con più di 6 milioni di transiti all'anno, in conformità ai requisiti minimi stabiliti dall'allegato 4 e ai criteri che verranno adottati entro 6 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto;
- entro il 30 giugno 2012 la mappatura acustica relativa alla totalità delle infrastrutture stradali principali con più di 3 milioni di transiti all'anno, in conformità ai requisiti minimi stabiliti dall'allegato 4 e ai criteri che verranno adottati entro 6 mesi dalla data di entrata in vigore del decreto;
- entro il 18 luglio 2008 i piani d'azione e le sintesi di cui all'allegato 6 "Dati da trasmettere alla Commissione" relative a infrastrutture principali con più di 6 milioni di transiti all'anno;
- entro il 18 luglio 2013 i piani d'azione e le sintesi di cui all'allegato 6 "Dati da trasmettere alla Commissione" relative alla totalità delle infrastrutture stradali principali con più di 3 milioni di transiti all'anno.

Le mappature acustiche, le mappe strategiche ed i piani d'azione sono riesaminati e, se necessario, rielaborati almeno ogni cinque anni dalla prima emissione.

Restano ferme le disposizioni relative alle modalità, ai criteri ed ai termini per l'adozione dei piani di contenimento e abbattimento del rumore stabiliti dalla legge n. 447 del 1995 e dalla normativa vigente in materia adottate in attuazione della stessa legge.

I piani d'azione previsti ai commi 1 e 3 recepiscono e aggiornano i piani di contenimento e di abbattimento del rumore prodotto per lo svolgimento dei servizi pubblici di trasporto, i piani comunali di risanamento acustico ed i piani regionali triennali di intervento per la

bonifica dall'inquinamento acustico adottati ai sensi degli art. 3, comma 1, lettera i), art. 10, comma 5, 7 e 4, comma 2, della legge 447/1995.

Per quanto di interesse dei piani di contenimento e di abbattimento del rumore delle infrastrutture di trasporto stradali ai sensi del DM 29.11.2000 è necessario ricordare che:

- L'Allegato 2 "Metodi di determinazione dei descrittori acustici" del D.I. 194 indica che per il rumore da traffico veicolare, in attesa dell'emanazione dei decreti di cui all'Art. 6, può essere utilizzato il metodo di calcolo francese NMPB-Routes-96.
- I criteri e gli algoritmi per la conversione dei valori limite espressi in Leq(6-22) e Leq(22-6) secondo i descrittori acustici Lden e Lnight verranno determinati entro 120 giorni dalla data di entrata in vigore del D.I. 194 con apposito decreto del presidente del consiglio dei ministri.
- Ai fini dell'elaborazione e della revisione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche si possono utilizzare i dati espressi nei descrittori acustici previsti dalle norme vigenti Leq(6-22) e Leq(22-6), convertendoli nei descrittori Lden e Lnight sulla base dei metodi di conversione che verranno definiti entro 120 giorni con decreto del presidente del consiglio dei ministri.

5.3.7 Normativa regionale

La normativa regionale dell'Emilia Romagna comprende le seguenti leggi e deliberazioni:

- L.R. n. 15 del 09/05/2001 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico";
- D.G.R. n. 673 del 14/04/2004 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9 maggio 2001, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

L'art. 3 della delibera n. 673/2004 della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna prevede la seguente procedura per quanto riguarda la previsione di impatto acustico delle infrastrutture stradali:

- indicazione della tipologia di strada secondo le categorie individuate dal D.Lgs. 285/92 e successive modifiche ed integrazioni;
- descrizione del tracciato stradale, con relative quote, nonché la previsione dei flussi di traffico nelle ore di punta, del flusso medio giornaliero, suddiviso per il periodo diurno e per il periodo notturno, della composizione per le diverse categorie di mezzi (leggeri e pesanti), specificando le relative velocità medie;
- misure fonometriche volte a caratterizzare lo stato ante operam. I dati devono permettere l'individuazione e caratterizzazione acustica delle singole sorgenti sonore preesistenti all'opera;
- eventuali modifiche dei flussi di traffico e variazioni tramite stime previsionali, dei livelli equivalenti di lungo termine (LAeq,TL) per intervalli orari significativi e per i due periodi della giornata, indotti in corrispondenza di infrastrutture stradali già in esercizio;
- individuazione in planimetria, anche con l'ausilio di rilievi fotografici, di un numero di punti sufficienti a descrivere l'impatto acustico dell'opera in prossimità di potenziali ricettori. Per tali punti devono essere forniti i dati previsionali dei livelli sonori desumibili da opportune procedure di calcolo. Inoltre, per le infrastrutture di valenza

sovracomunale o di scorrimento, deve essere descritta la propagazione sonora tramite curve di isolivello ad un'altezza dal piano di campagna di quattro metri;

- Le previsioni post operam devono essere riferite a scenari ad uno e a dieci anni dopo l'entrata in esercizio dell'opera. Il parametro descrittore del rumore LAeq, potrà essere integrato da indicatori specifici o altri descrittori utili alla caratterizzazione dell'immissione sonora da traffico autoveicolare.

5.3.8 Classificazioni acustiche comunali

Il territorio attraversato dal tratto di autostrada A13 in ampliamento presenta in modo del tutto uniforme un'urbanizzazione tipica dei contesti rurali, composta esclusivamente da case sparse e piccoli borghi. L'unica eccezione è rappresentata dalle aree appartenenti al comune di Bologna nei primi chilometri di intervento, dove sono presenti insediamenti industriali e commerciali consistenti e un certo numero di residenze.

Lungo il tratto soggetto ad ampliamento sono presenti alcuni ricettori sensibili (n° 1 casa di cura e n° 3 scuole) all'interno delle fasce di pertinenza, o del raddoppio delle stesse:

- N° 1 residenza sanitaria assistenziale in fascia A nel Comune di Bologna;
- N° 1 scuola in fascia A nel Comune di Castel Maggiore;
- N° 1 scuola fuori fasce nel Comune di Bologna;
- N° 1 scuola fuori fasce nel Comune di Castel Maggiore.

La **Tabella 5-2** riporta l'elenco dei comuni interessati dallo studio acustico e, ove presente, gli estremi di adozione / approvazione del Piano di Classificazione Acustica Comunale.

Tabella 5-2 – Stato classificazioni acustiche

COMUNE	PROVINCIA	STATO DELLA CLASSIFICAZIONE	ATTO
Bologna	BO	approvata	Delibera C.C PG 328998 del 23/11/15
Castel Maggiore	BO	approvato	C.C. n. 02 del 29/01/2014
Bentivoglio	BO	approvato	C.C. n. 55 del 28.11.2012
Malalbergo	BO	approvato	C.C. n. 22 del 23.05.2013

COMUNE	PROVINCIA	STATO DELLA CLASSIFICAZIONE	ATTO
Galliera	BO	approvato	C.C. n. 38 del 16.07.2009
Poggio Renatico	FE	approvato	C.C. n. 62 del 27.09.2007
Ferrara	FE	approvato	C.C. n. 55548 del 04.07.2016

Nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-001_020" è riportata la mosaicatura delle classificazioni acustiche comunali.

La normativa regionale prevede l'indicazione nei piani comunali di una classificazione acustica dello "stato di fatto" e di una classificazione dello "stato di progetto" che tiene conto delle trasformazioni urbanistiche potenziali definite dal P.R.G..

Nel seguito si riporta una breve descrizione delle classi di zonizzazione acustica presenti lungo il tracciato a ridosso delle fasce di pertinenza autostradale. A tale proposito si segnala che il Piano di risanamento acustico, coerentemente con le indicazioni normative, è limitato al territorio all'interno delle fasce di pertinenza (250 m per lato dal confine stradale).

Comune di Bologna

L'autostrada A13 è contornata da una fascia zonizzata in classe IV. All'esterno tutto il territorio rientra in classe III, con l'eccezione di alcune aree in classe IV nel primo tratto di intervento, e di un'area in classe I oltre i 250 m dall'autostrada in carreggiata sud a ridosso del confine comunale con Castel Maggiore, dove è ubicato l'Istituto Superiore Serpieri.

Comune di Castel Maggiore

La classificazione acustica comunale presenta una fascia di classe IV estesa per 50 m per lato per tutto il tratto autostradale e lungo le principali strade di collegamento, al cui esterno si trovano aree in classe III. Oltre a un'estesa area in classe V in carreggiata sud è da segnalare la presenza di due aree in classe I al km 5+500 in carreggiata nord: una è adiacente all'autostrada ed è dovuta alla presenza della Scuola Primaria Franchini, mentre la seconda si trova a circa 300 m ed è dovuta alla presenza della Scuola Dell'Infanzia S. Anna, inserita nella piccola frazione di Sabbiuono, classificata in classe II.

Comune di Bentivoglio

La classificazione acustica comunale presenta una fascia di classe IV estesa per 50 m per lato per tutto il tratto autostradale e lungo le principali strade di collegamento, al cui esterno si trovano aree in classe III. L'estesa area industriale nei pressi delle aree di servizio Bentivoglio (dal km 11+500 al km 12+000) è classificata in classe V.

Comune di Malalbergo

L'autostrada A13 è contornata da una fascia di 50 m per lato zonizzata in classe IV. All'esterno tutto il territorio rientra in classe III.

Comune di Galliera

La classificazione acustica comunale presenta una fascia di classe IV estesa per 50 m per lato per tutto il tratto autostradale, al cui esterno si trovano aree in classe III.

Comune di Poggio Renatico

La classificazione acustica comunale presenta una fascia di classe IV estesa per 50 m per lato per tutto il tratto autostradale, al cui esterno si trovano aree in classe III. Al confine con il comune di Ferrara (km 33+000) si trova un'estesa area in classe V sia in carreggiata nord, che in sud).

Comune di Ferrara

Tutta l'area comunale interessata dall'A13 è zonizzata in classe III. Appena più a nord del termine dell'intervento è in progetto un'ampia area in classe V.

Complessivamente l'analisi delle zonizzazioni acustiche comunali ha riscontrato una serie di situazioni di conflitto tra la presenza dell'autostrada, e del relativo impatto acustico, e la presenza di classi sensibili (classi I e II): particolarmente delicata è la presenza della Residenza Sanitaria Assistenziale nel Comune di Bologna e della Scuola Primaria Franchini nel comune di Castel Maggiore, poste all'interno della fascia A, mentre la Scuola Dell'Infanzia S. Anna nel comune di Castel Maggiore e l'Istituto Superiore Serpieri nel Comune di Bologna si trovano all'interno del raddoppio delle fasce di pertinenza acustica. Ai sensi della LN 447/95, e dei successivi decreti attuativi, al di fuori delle fasce di pertinenza il rumore stradale concorre con tutte le altre sorgenti alla formazione del clima acustico locale, pertanto i livelli di immissione acustica dell'autostrada devono confrontarsi con i limiti della classificazione acustica considerando anche la potenziale presenza di altre fonti di rumore.

Nel caso di infrastrutture stradali importanti come le autostrade i livelli di immissione oltre i 250 m sono generalmente superiori ai livelli limite delle classi I e II, soprattutto per il periodo notturno.

In base ai volumi di traffico e alla loro ripartizione tra il periodo diurno e quello notturno, nonché all'incidenza dei mezzi pesanti, può risultare problematico anche conseguire il rispetto dei limiti di classe III.

5.3.9 Conclusioni operative

L'Autostrada A13 è una infrastruttura esistente le cui immissioni di rumore sono regolamentate dal DPR 142/2004. Tale decreto definisce una fascia A di pertinenza di ampiezza 100 m con limiti pari a 70/60 dBA e una fascia B, di ampiezza 150 m, con limiti pari a 65/55 dBA. Le fasce sono definite a partire dal ciglio autostradale o dal confine di proprietà.

L'area risulta interessata anche dalla presenza di altre infrastrutture. L'intersezione delle fasce di pertinenza autostradale con le fasce di pertinenza delle infrastrutture concorsuali considerate, determina l'applicazione dei livelli di soglia.

In particolare, sono state considerate le seguenti sorgenti concorsuali:

- SP 46
- SP 3
- SP 44
- SP 20
- SP 12
- SP 25
- SP 8

Esternamente al corridoio infrastrutturale di 250 m valgono i limiti di classificazione acustica comunale stabiliti dalla tabella C del DPCM 14.11.1997, ossia i valori determinati dalla classificazione acustica del territorio.

5.4 CARATTERISTICHE TERRITORIALI E INSEDIATIVE

5.4.1 Censimento dei ricettori

L'identificazione e classificazione tipologica del sistema ricettore è stata svolta in base a sopralluoghi e rilievi estesi all'ambito territoriale di studio interessato dall'asse principale e dalle opere connesse.

Per l'asse principale è stata adottata una estensione di 300 m dal ciglio stradale: il corridoio contiguo all'infrastruttura stradale è stato rilevato con lo scopo di identificare:

- le destinazioni d'uso prevalenti degli edifici: residenziale, residenziale in progetto, edifici dismessi o ruderi, attività commerciali, attività artigianali e industriali, edifici religiosi e monumentali, asili, scuole, istituti superiori o universitari, ospedali, case di cura, case di riposo, impianti sportivi, parchi e aree naturalistiche, pertinenze non adibite a presenza umana permanente (box, tettoie, magazzini), servizi quali municipi, musei, centri sociali, stazioni, ecc.;
- il n. di piani complessivi e abitati, il numero di infissi per ogni piano e per ciascun fronte esposto;
- l'orientamento del fronte principale rispetto alla sorgente di rumore (parallelo, perpendicolare, ruotato);
- la tipologia strutturale (muratura, cemento armato, acciaio);
- lo stato di conservazione (buono, medio, cattivo);
- la presenza di eventuali ostacoli alla propagazione del rumore;
- la presenza di infrastrutture concorsuali o altre sorgenti di rumore.

Le codifiche dei ricettori riportate negli elaborati del censimento vengono sempre univocamente utilizzate nello studio acustico al fine di identificare i punti di calcolo e di verifica acustica.

Il codice identificativo è di 4 cifre, di cui la prima indica il Comune di appartenenza (1-Bologna; 2-Castel Maggiore; 3-Bentivoglio; 4-Malalbergo; 5-Galliera; 6-Poggio Renatico; 7-Ferrara) e le successive il numero progressivo.

Nelle tavole allegato "AMB-QAMB-RUM-001_020" sono riportate le localizzazioni dei ricettori, le destinazioni d'uso e i codici assegnati.

5.4.2 Ricettori sensibili

Ai sensi del DPR 142/2004 sono considerati ricettori sensibili:

- gli edifici scolastici di ogni ordine e grado;
- le case di cura;
- le case di riposo;
- gli ospedali.

Dal censimento effettuato è emerso che sono presenti nell'area oggetto dell'intervento i seguenti ricettori sensibili:

- Residenza Sanitaria Assistenziale Casa Della Carità, Via del Tuscolano, 97 Comune di Bologna, ad ovest del tracciato autostradale, in fascia di pertinenza acustica A, identificata con il codice 1517;
- Scuola Primaria F. Franchini, Via Verne, Frazione Sabbiuino di Piano Comune di Castel Maggiore, ad est autostradale, in fascia di pertinenza acustica A, identificata con il codice 2006;
- Scuola Istituto di Istruzione Superiore Tecnico Agrario A. Serpieri, Via Peglion, 25, Comune di Bologna, ubicata a circa 440 m ad ovest del tracciato autostradale, all'interno del raddoppio delle fasce di pertinenza acustica, identificata con il codice 1586;
- Scuola Dell'Infanzia S. Anna, Via Sammarina, 31 Frazione Sabbiuino di Piano Comune di Castel Maggiore, ubicata a circa 330 m ad est del tracciato autostradale, all'interno del raddoppio delle fasce di pertinenza acustica, identificata con il codice 2082.

5.4.3 Sorgenti di rumore concorsuali

Le infrastrutture di trasporto potenzialmente concorsuali che interessano la fascia di pertinenza del tracciato in progetto sono rappresentate da tutte le sorgenti stradali e ferroviarie che confluiscono nella mappatura di clima acustico trasposta allo scenario progettuale, includendo anche le opere connesse di nuova realizzazione e le modifiche alle infrastrutture di trasporto attuali.

Le principali sorgenti concorsuali presenti lungo il corridoio di studio sono:

- Strade Provinciali: SP 46, SP 3, SP 44, SP 20, SP 12, SP 25, SP 8

5.4.4 Clima acustico attuale e monitoraggio acustico ante-operam

Oltre all'autostrada A13 in oggetto, risultano di particolare importanza dal punto di vista acustico anche le varie strade provinciali che influenzano l'area oggetto di studio (SP 46, SP 3, SP 44, SP 20, SP 12, SP 25, SP 8).

Al fine di caratterizzare il clima acustico presente nell'area, sono state effettuate le campagne di monitoraggio acustico descritte di seguito.

Nel mese di Settembre 2011 sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- n. 2 rilievi settimanali finalizzati alla taratura della sorgente principale
- n. 2 rilievi giornalieri finalizzati alla caratterizzazione delle sorgenti concorsuali
- n. 1 rilievo giornaliero finalizzato alla caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale
- n. 4 indagini di breve durata finalizzate alla caratterizzazione del fonoisolamento di facciata (contemporaneamente interno-esterno)

Nel mese di Ottobre 2016 sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- n. 11 rilievi settimanali finalizzati alla taratura della sorgente principale
- n. 2 rilievi giornalieri finalizzati alla caratterizzazione delle sorgenti concorsuali
- n. 1 rilievo giornaliero finalizzato alla caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale

In **Tabella 5-3** sono elencate le postazioni di monitoraggio effettuate, le località oggetto di indagine, il Comune di appartenenza e la finalità del rilievo, per le varie campagne eseguite:

Tabella 5-3 – Postazioni di monitoraggio

Campagna di misure Ottobre 2016			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
PS1	Bologna	Via del Tuscolano, 97	Taratura sorgente principale
PS2	Castel Maggiore	Via Saliceto, 11	Taratura sorgente principale
PS3	Castel Maggiore	Via Giulio Verne, 1	Taratura sorgente principale
PS4	Bentivoglio	Strada del Vicolo della Barchetta	Taratura sorgente principale
PS5	Bentivoglio	Via Canale e Crociali, 4 - 6	Taratura sorgente principale

Campagna di misure Ottobre 2016			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
PS6	Bentivoglio	Vai Barche, 5	Taratura sorgente principale
PS7	Bentivoglio	Via Saletto, 141	Taratura sorgente principale
PS8	Malalbergo	Via Ponticelli, 25	Taratura sorgente principale
PS9	Poggio Renatico	Via Argine, 44	Taratura sorgente principale
PS10	Poggio Renatico	Via Ferdinando Grandi, 8	Taratura sorgente principale
PS11	Poggio Renatico	Via Ferrara, 22	Taratura sorgente principale
PG1	Granarolo dell'Emilia	S.P. 3 Via Salmi, 2	Taratura sorgenti concorsuali
PG3	Castel Maggiore	Via Sammarina, Località Sabbiuono	Caratterizzazione fondo ambientale
PG4	Poggio Renatico	S.P. 25 Via Segadizzo	Taratura sorgenti concorsuali

Campaana di misure Settembre 2011			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
S1	Castel Maggiore	Via Saliceto, 11	Taratura sorgente principale
S2	Castel Maggiore	Via Sammarina, 52	Taratura sorgente principale
G1	Granarolo dell'Emilia	S.P. 3 Via Salmi, 2	Taratura sorgenti concorsuali
G3	Castel Maggiore	Via Sammarina, Località Sabbiuono	Caratterizzazione fondo ambientale
G4	Poggio Renatico	S.P. 25 Via Segadizzo	Taratura sorgenti concorsuali

Campaana di misure Settembre 2011			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
R1	Castel Maggiore	Via Saliceto, 11	Caratterizzazione del fonoisolamento di facciata
R2	Bentivoglio	Via Barchetta, 6	Caratterizzazione del fonoisolamento di facciata
R3	Bologna	Via Ferrarese, 168	Caratterizzazione del fonoisolamento di facciata
R4	Castel Maggiore	Via Sammarina, 52	Caratterizzazione del fonoisolamento di facciata

In corrispondenza delle postazioni PS1, PS2, PS3, PS4 e PS5 sono state eseguite n° 5 misure ad integrazione continua settimanali, dal 11 al 18 Ottobre 2016.

In corrispondenza delle postazioni PS6, PS7, PS8, PS9, PS10 e PS11 sono state eseguite n° 6 misure ad integrazione continua settimanali, nei periodi compresi tra il 18 ed il 27 Ottobre 2016.

In corrispondenza delle postazioni PG1, PG2, PG3, PG4, PG5 sono state eseguite n° 5 misure ad integrazione continua di 24 ore, nei periodi compresi tra il 26 ed il 27 Ottobre 2016.

In corrispondenza delle postazioni S1 ed S2 sono state eseguite n° 2 misure ad integrazione continua settimanali, dal 21 al 28 Settembre 2011.

In corrispondenza delle postazioni G1, G3, G4 sono state eseguite n° 3 misure ad integrazione continua di 24 ore, nei periodi compresi tra il 20 e il 29 Settembre 2011.

Le misure sono state effettuate con intervallo di integrazione pari a 1 secondo.

I rilievi di rumore sono stati svolti con analizzatori Real Time tipo Larson Davis modello 824 ed 831. Gli indicatori acustici diretti rilevati sono i seguenti:

- time history, intervallo di integrazione 1 secondo;
- livello equivalente continuo (Leq);
- livello massimo (Lmax), livello minimo (Lmin);
- livelli statistici percentili L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

I risultati della campagna di monitoraggio di stato attuale sono riportati in **Tabella 5-4** (misure settimanali), **Tabella 5-5** (misure giornaliere); i valori sono stati arrotondati a 0.5 dB.

Tabella 5-4 – Sintesi dei rilievi fonometrici (misure settimanali)

Campaana di misure Ottobre 2016		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
PS1	66.0	61.0
PS2	74.5	70.0
PS3	68.0	63.0
PS4	70.0	65.0
PS5	65.5	60.0
PS6	66.0	60.0
PS7	66.5	62.0
PS8	62.0	57.5
PS9	60.5	55.0
PS10	66.5	61.0
PS11	62.5	57.0

Campagna di misure Settembre 2011		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
S1	72.5	67.5
S2	60.5	57.0

Tabella 5-5 – Sintesi dei rilievi fonometrici (misure giornaliere)

Campagna di misure Ottobre 2016		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
PG1	69.5	63.0
PG3	53.5	48.5
PG4	64.5	56.5

Campagna di misure Settembre 2011		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
G1	70.0	63.5
G3	52.0	47.0
G4	67.5	59.5

Al fine di verificare l'isolamento acustico di facciata, nelle postazioni R1, R2, R3 ed R4 sono state inoltre effettuate n° 4 misure della durata di 30 minuti, in contemporanea all'interno ed all'esterno, su altrettanti edifici presenti nell'area oggetto di studio. I risultati ottenuti sono riportati nella

Tabella 5-6.

Tabella 5-6 – Sintesi dei rilievi fonometrici (misure interno ed esterno)

Campagna di misure Settembre 2011			
MISURA	LEQ ESTERNO [dB(A)]	LEQ INTERNO [dB(A)]	DELTA [dB(A)]
R1	73.5	41.9	31.6
R2	71.9	38.7	33.2
R3	63.0	39.5	23.5
R4	60.9	36.8	24.1

La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-001_020" mentre nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-ALL3" sono riportate le schede di dettaglio dei rilievi effettuati.

Indagini pregresse Ottobre 2006 e Novembre 2009

Nel mese di Ottobre 2006, per la realizzazione del Piano di Risanamento Acustico, sono stati effettuati da ASPI n° 2 rilievi ad integrazione continua settimanali, nel Comune di Bentivoglio.

Inoltre, Spea Ingegneria Europea S.p.A., nel mese di Novembre 2009, ha effettuato un ulteriore rilievo ad integrazione continua settimanale nei pressi di Via Ferrarese, nel Comune di Ferrara.

Nel corso del presente studio, tali rilievi meno recenti non sono stati utilizzati per la taratura della sorgente.

In **Tabella 5-7** sono elencate le postazioni di monitoraggio effettuate, le località oggetto di indagine, il Comune di appartenenza e la finalità del rilievo.

Tabella 5-7 – Postazioni di monitoraggio (indagini pregresse)

Campagna di misure Novembre 2009			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
D7b	Ferrara	Via Ferrarese	Caratterizzazione sorgente principale

Campagna di misure Ottobre 2006			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
PR1	Bentivoglio	Via Granze, 16	Caratterizzazione sorgente principale
PR2	Due Carrare	Via Chiodari, 89	Caratterizzazione sorgente principale

I risultati delle campagne di monitoraggio precedenti, arrotondati a 0.5 dB, sono riportati in **Tabella 5-8**.

Tabella 5-8 – Sintesi dei rilievi fonometrici (indagini pregresse)

Campagna di misure Novembre 2009		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
D7b	68.0	63.0

Campagna di misure Ottobre 2006		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
PR1	70.0	65.5
PR2	68.0	63.5

5.5 ANALISI PREVISIONALE

5.5.1 Descrizione del modello previsionale IMMI

Il modello di simulazione utilizzato per la valutazione del rumore generato dal traffico stradale e degli interventi di mitigazione necessari (IMMI versione 2013 Premium, prodotto dalla casa tedesca WMS GmbH di Hochberg) è conforme al metodo di calcolo ufficiale della Unione Europea indicato dalla Raccomandazione della Commissione del 6 agosto 2003 (2003/613/CE) e dall'all. 2 del D.lgs. 194/2005 (metodo conosciuto come NMPB – Routes 96 (Sestracertu - LCPC – CSTB) citato nell' "arrêté du 5 mai 1995 relatif du bruit des infrastructures routieres, journal officiel du 10 mai 1995, artiche 6" e nella norma francese "XPS31-133").

Il modello previsionale è stato predisposto sulla base dei seguenti dati:

- rilievo aerofotogrammetrico relativo ad una fascia di 1000 m a cavallo dell'infrastruttura, riportante la geometria, l'altezza e la destinazione d'uso degli edifici e degli ostacoli presenti, i tracciati stradali attuali, la morfologia del terreno (curve di isolivello e punti quotati);
- dati raccolti nel censimento degli edifici;
- modello tridimensionale del tracciato in progetto;
- identificazione e collocazione spaziale dei ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo);
- flussi del traffico veicolare medio divisi nel periodo diurno e notturno, diversificati in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità media di percorrenza;
- limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza acustica in funzione della classificazione delle infrastrutture;
- limiti acustici relativi ai piani di classificazione acustica dei Comuni interessati (o in assenza desunti dall'azzonamento dei P.R.G.C.).

I dati a disposizione sono stati elaborati al fine di:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DTM Digital Terrain Model" esteso a tutto l'ambito di studio del tracciato autostradale in progetto;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato "DBM Digital Building Model", che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

Per una migliore gestione dei dati di ingresso e di uscita dal modello di calcolo IMMI sono stati definiti e utilizzati dei protocolli di interscambio dati con un GIS ("Geographical Information System").

Per l'intera area di indagine (600 m a cavallo del tracciato autostradale) sono state eseguite simulazioni acustiche di dettaglio con calcolo dei livelli di rumore in facciata agli edifici nello stato attuale, di progetto senza mitigazioni e con mitigazioni, attuando l'ottimizzazione del dimensionamento degli interventi in funzione dei limiti acustici e valutando la riduzione dei livelli di rumore presso i ricettori individuati e della popolazione esposta in termini quantitativi.

I calcoli sono stati svolti utilizzando il metodo del ray-tracing e sono basati sugli algoritmi e sui valori tabellari contenuti nel metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96. Il livello di pressione sonora calcolato è funzione dell'entità e composizione del traffico nel tratto di infrastruttura stradale e tiene conto dell'attenuazione della potenza acustica causata da fenomeni quali:

- Divergenza geometrica;
- Assorbimento atmosferico;

- Effetto del terreno;
- Diffrazione da ostacoli;
- Riflessioni da ostacoli artificiali.

5.5.2 Concorsualità acustica

5.5.2.1 Metodologia per la considerazione della concorsualità

Il metodo nel seguito proposto per considerare la concorsualità di altre infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie sui limiti di fascia dell'infrastruttura allo studio, è basato sulle indicazioni normative, considerando però che le disposizioni di legge vigenti non sono, per alcuni aspetti, pienamente esaustive: per questo motivo nella scelta del metodo si è cercato di operare scelte equilibrate e cautelative nei confronti dei ricettori.

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 DM 29.11.2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrica e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali. La significatività, al fine di non introdurre problematiche interpretative rispetto alle quali il quadro normativo attuale è carente, viene sempre verificata nel periodo notturno, a meno degli edifici con condizioni di fruizione tipicamente diurna (edifici scolastici).

La concorsualità è verificata in base allo scenario di progetto di riferimento per le analisi acustiche (scenario progettuale 2040).

1.10.2.1 Identificazione di significatività della sorgente concorsuale (Fase 1)

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità, è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale. La sorgente concorsuale non è significativa, e può essere pertanto trascurata, se sussistono le seguenti due condizioni:

- a) i valori della rumorosità causata dalla sorgente secondaria sono inferiori al limite di soglia, L_S , dato dalla relazione $L_S = L_{zona} - 10 \log_{10}(n-1)$, dove n è il numero totale di sorgenti presenti ed L_{zona} è il massimo dei limiti previsti per ognuna delle singole sorgenti concorsuali;
- b) la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dB(A).

Operativamente si procede nel seguente modo:

1. definizione dei punti di verifica acustica considerando la sorgente principale (facciate più esposte, 1 punto per ogni piano);
2. svolgimento dei calcoli previsionali ante mitigazione per lo scenario di progetto, periodo diurno e notturno, previa taratura del modello di calcolo, per la sorgente principale su tutti i piani;
3. previsione di impatto acustico della sorgente concorsuale. Il modello del terreno utilizzato per la simulazione della sorgente A13 accoglie le infrastrutture di trasporto concorsuali. Si tiene così conto delle infrastrutture stradali primarie considerate nello studio del traffico e delle linee ferroviarie. Per le infrastrutture stradali concorsuali viene

utilizzato il traffico relativo allo scenario a lungo termine scelto per lo scenario di progetto. I calcoli previsionali svolti per le sorgenti concorsuali nei punti di verifica acustica terranno conto del modello del terreno dettagliato predisposto per la sorgente principale e, conseguentemente, degli effetti di schermatura degli edifici e del terreno;

4. associazione dei livelli di impatto delle sorgenti concorsuali al singolo punto di verifica acustica della sorgente principale;
5. verifica di significatività della sorgente concorsuale in base alle condizioni a) e b).

Tale approccio si applica solo ai ricettori all'interno della fasce di pertinenza autostradale. Per i ricettori esterni alla fascia di pertinenza si considerano i limiti previsti dalle classificazioni acustiche comunali così come previsto dall'Art. 3 del DPCM 14.11.1997 in cui si dice che "per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, ... i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate nei relativi decreti attuativi. All'esterno di tali fasce dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione".

1.10.2.2 Definizione dei limiti di soglia (Fase 2)

Se la sorgente concorsuale è significativa, sia la sorgente principale sia quella concorsuale devono essere risanate nell'ambito delle rispettive attività di risanamento che andrebbero coordinate tra i soggetti coinvolti. I limiti di zona (limiti di fascia o limiti di classificazione acustica) non sono sufficienti a controllare la sovrapposizione degli effetti e devono essere definiti dei livelli di soglia.

In questo modo si vincolano le sorgenti sonore a rispettare limiti inferiori a quelli consentiti qualora le stesse fossero considerate separatamente, imponendo che la somma dei livelli sonori non superi il limite massimo previsto per ogni singolo ricettore.

In particolare:

1. Alla fine della Fase 1 si perviene ad una scomposizione dei punti di verifica acustica, e quindi dei ricettori, in due insiemi caratterizzati da concorsualità significativa o non significativa.
2. Nel caso in cui la concorsualità non sia significativa, si applica il limite di fascia della infrastruttura principale.
3. Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto ad esempio in due fasce di pertinenza uguali (A+A oppure B+B), considerando le sorgenti di rumore egualmente ponderate, il livello di soglia è calcolabile come da Allegato 4 DMA 29.11.2000:

$$L_S = L_{zona} - 10 \log_{10} (n)$$

La riduzione dei limiti di fascia (o di classificazione acustica) assume pertanto valore minimo di 3 dBA nel caso di una sorgente principale + una sorgente concorsuale. Nei casi di 2 e 3 sorgenti concorsuali oltre alla sorgente principale le riduzioni diventano:

- 5 db(A) nel caso le sorgenti concorsuali siano 3 (1 principale + 2 concorsuali);
 - 6 db(A) nel caso le sorgenti in totale siano 4 (1 principali + 3 concorsuali).
4. Nel caso in cui la concorsualità sia significativa e il punto sia contenuto in due fasce di pertinenza diverse (A+B oppure B+A), si attua una riduzione paritetica dei limiti di zona tale che dalla somma dei due livelli di soglia si pervenga al valore massimo delle fasce

sovrapposte. In presenza di due sorgenti, i limiti applicabili saranno ridotti di una quantità ΔLeq ottenuta in modo da soddisfare la seguente equazione:

$$10 \log_{10} [10^{(L_1 - \Delta Leq)/10} + 10^{(L_2 - \Delta Leq)/10}] = \max(L_1, L_2)$$

con L_1 ed L_2 pari ai limiti propri delle due infrastrutture considerate singolarmente.

Un'analoga formula si utilizza in caso di presenza di 3 o più infrastrutture concorsuali.

Riassumendo, a seconda di come si sovrappongono le fasce di pertinenza delle due infrastrutture, si distinguono i seguenti casi (i limiti applicabili sono ottenuti sottraendo ai limiti imposti alla sola A13, il ΔLeq ottenuto in base all'equazione precedente):

1° CASO: una sola infrastruttura concorsuale

Altra infrastruttura	Autostrada A13	
	Fascia A	Fascia B
Fascia A	67 dB(A) Leq diurno	63,8 dB(A) Leq diurno
	57 dB(A) Leq notturno	53,8 dB(A) Leq notturno
Fascia B o Fascia unica da 250 metri	68,8 dB(A) Leq diurno	62 dB(A) Leq diurno
	58,8 dB(A) Leq notturno	52 dB(A) Leq notturno

2° CASO: 2 infrastrutture concorsuali

Limiti per Fascia A della Autostrada A13		
Infrastruttura 1	Infrastruttura 1	
	Fascia A	Fascia B
Fascia A	65,2 dB(A) Leq diurno	66,4 dB(A) Leq diurno
	55,2 dB(A) Leq notturno	56,4 dB(A) Leq notturno
Fascia B	66,4 dB(A) Leq diurno	67,9 dB(A) Leq diurno
	56,4 dB(A) Leq notturno	57,9 dB(A) Leq notturno

Limiti per Fascia B della Autostrada A13		
Infrastruttura 2	Infrastruttura 1	
	Fascia A	Fascia B
Fascia A	61,4 dB(A) Leq diurno	62,9 dB(A) Leq diurno
	51,4 dB(A) Leq notturno	52,9 dB(A) Leq notturno
Fascia B	62,9 dB(A) Leq diurno	60,2 dB(A) Leq diurno
	52,9 dB(A) Leq notturno	50,2 dB(A) Leq notturno

Si specifica che, nel caso in cui la concorsualità venisse verificata su un solo piano di un edificio, la riduzione dei limiti di riferimento viene poi applicata all'intero edificio (cioè a tutti i ricettori di quell'edificio).

1.10.2.3 Verifica di effettiva concorsualità secondo quanto previsto dall'All.4 del DMA 29/11/2000

Le infrastrutture prese in esame per la definizione di limiti normativi che tengano conto della concorsualità secondo quanto prescritto dall'Allegato 4 del DMA 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto" (cfr. paragrafo precedente), sono le strade extraurbane e/o le linee ferroviarie che intersecano l'Autostrada oggetto di studio e/o presentano una sovrapposizione delle proprie fasce di pertinenza con quelle autostradali (concorsualità "geometrica").

Nel caso in esame, le infrastrutture che presentano una concorsualità "geometrica" con l'Autostrada sono:

- SP 46
- SP 3
- SP 44
- SP 20
- SP 12
- SP 25
- SP 8

Sulla base del DPR 19/3/2004 n°142 sono state individuate le ampiezze delle fasce di pertinenza delle infrastrutture coinvolte, con i relativi limiti normativi applicabili, riportate nella tabella seguente:

Tabella 5-9 – Classificazione delle infrastrutture

Infrastruttura	Riferimento	Tipologia	Sottotipologia	Ampiezza fasce di pertinenza (m)	Limiti normativi	
					Diurno	Notturno
Autostrada A13	Tabella 2 * DPR 19/3/2004 n°142	A autostrada	A	100 (fascia A)	70	60
				150 (fascia B)	65	55
Strade Provinciali SP 46, SP 3 SP 44, SP 20 SP 12, SP 25 SP 8	Tabella 2 * DPR 19/3/2004 n°142	C extraurbane secondarie	Cb	100 (fascia A)	70	60
				50 (fascia B)	65	55

(*) La Tabella 2 del DPR 19/3/2004 n°142, fa riferimento alle “Strade esistenti e assimilabili (*Ampliamenti in asse, sfiancamenti e varianti*)”. Sulla base di tale Tabella, le strade di tipo **C** si suddividono in **Ca** (strade a carreggiate separate e tipo IV Cnr 1980) e **Cb** (tutte le altre strade extraurbane secondarie).

Una volta individuate le infrastrutture che presentano una concorsualità geometrica con l'autostrada, e definite le ampiezze delle rispettive fasce di pertinenza, sono stati individuati tutti i ricettori censiti ricadenti nelle aree di sovrapposizione delle fasce di pertinenza autostradali con quelle delle infrastrutture secondarie. È esclusivamente a questi ricettori che va estesa la verifica di concorsualità come indicato all'All. 4 del DMA 29/11/2000, ai fini della corretta definizione dei limiti normativi.

È da sottolineare come, dal momento che la verifica di effettiva concorsualità dipende dai valori dei livelli di rumore immessi puntualmente dalle singole sorgenti, i limiti normativi variano al variare del periodo di riferimento (diurno/notturno) e al variare dell'orizzonte temporale considerato, cioè, i limiti normativi diurni e notturni non presenteranno una differenza di 10 dB(A) per tutti i ricettori e non necessariamente coincideranno nello scenario *Ante Operam* e 2040. Nel presente studio si è fatto riferimento al solo scenario 2040, per quel che riguarda la definizione dei limiti, dal momento che solo questi rappresentano il riferimento normativo in sede di progettazione degli interventi di mitigazione.

Per i ricettori che verificano la condizione di concorsualità “geometrica” è stato dunque valutato il livello di pressione sonora immesso dalle singole sorgenti considerate singolarmente, L_i (livello equivalente di rumore immesso dalla sorgente i-ma). Ciò è stato possibile inserendo nel modello di simulazione i tracciati di tutte le infrastrutture secondarie esaminate, imputando i traffici previsti al 2040 ed effettuando i calcoli per ognuna di esse, annullando, di volta in volta, il contributo di tutte le altre sorgenti.

Sono stati successivamente calcolati, per ciascun ricettore, i livelli L_{max} (livello della sorgente avente massima immissione) ed $L_s(N-1)$ (livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1) ed effettuate le due verifiche prescritte:

$$1^\circ L_i < L_{max} - 10dB(A)$$

$$2^\circ L_i < L_s(N-1)$$

Per i ricettori per i quali entrambe le suddette relazioni sono risultate verificate è stato possibile escludere, nella definizione dei limiti normativi applicabili, la concorsualità della sorgente i-ma.

Per i ricettori per i quali le due relazioni non risultano verificate, si sono adottati come riferimento, ai fini della verifica della necessità di mitigazione, i limiti indicati nelle tabelle del paragrafo precedente.

5.5.3 Modelli previsionali

Il metodo di calcolo NMPB-96 è raccomandato dal Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. La legislazione nazionale italiana ribadisce quanto affermato dal testo redatto dalla Commissione della comunità europea e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 22/08/2003 in merito alle linee guida relative ai metodi di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare viene raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», citato in «Arreté du 5 mai

1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e nella norma francese « XPS 31-133». Nella linea guida il metodo è denominato « XPS 31-133».

Il metodo di calcolo provvisorio è raccomandato per gli Stati membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

In NMPB il calcolo dell'emissione si basa sul livello di potenza sonora del singolo veicolo, che implica pertanto la suddivisione della sorgente stradale in singole sorgenti di rumore assimilate a sorgenti puntiformi.

Il livello di potenza sonora è ricavato a partire da un normogramma (**Figura 5-1**), che riporta il livello equivalente orario all'isofonica di riferimento dovuto a un singolo veicolo in funzione della velocità del veicolo per differenti categorie di veicoli, classi di gradiente e caratteristiche del traffico.

Il livello di potenza sonora corretto in funzione del numero di veicoli leggeri e di veicoli pesanti nel periodo di riferimento e della lunghezza della sorgente stradale viene a sua volta scomposto in bande di ottava in accordo alla norma EN 1793-3:1997. Da considerare inoltre che:

- la sorgente viene localizzata a 0.5 m di altezza dal piano stradale. La distanza di riferimento del livello di emissione è a 30 m dal ciglio stradale ad un'altezza di 10 m;
- il livello di emissione diminuisce con la velocità su valori bassi di transito, rimane costante per velocità medie e aumenta per velocità alte;
- le categorie di veicoli prese in considerazione sono due: veicoli leggeri (GVM fino a 3.5 tonnellate) e veicoli pesanti (GVM superiore a 3.5 tonnellate);
- non sono previsti valori di volumi di traffico caratteristici in funzione della categoria della strada e dell'intervallo di riferimento. Vengono invece distinte quattro tipologie di flusso veicolare:
 - “Fluid continuous flow” per velocità all'incirca costanti;
 - “Pulse continuous flow” per flusso turbolento con alternanza di accelerazioni e decelerazioni;
 - “Pulse accelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in accelerazione;
 - “Pulse decelerated flow” con la maggior parte dei veicoli in decelerazione.
- la pavimentazione stradale considerata è di tipo standard, ma sono apportabili correzioni compatibili con la ISO 11819-1 in funzione del tipo di asfalto e delle velocità;
- l'influenza della pendenza della strada è inclusa nel normogramma. Sono distinti tre casi: pendenza fino al 2%, pendenza superiore al 2% in salita e pendenza superiore al 2% in discesa.

La risposta di NMPB-Routes-96 citato nella norma francese XPS 31-133 in termini di rispondenza delle emissioni al parco circolante è una incognita rispetto alla quale è necessario procedere con cautela nella risposta: turn over, allargamento del traffico a mezzi provenienti dall'est, stato di manutenzione degli autoveicoli, ecc. possono influire molto su quella che potrebbe essere giudicata, in prima istanza, una sovrastima.

Il confronto delle emissioni NMPB-Routes-96 con le emissioni in uso in altri paesi europei evidenzia una buona correlazione con i dati danesi riferiti al 1981 (RMV01) e al 2002 (RMV02) e, viceversa, una sovrastima di circa 2.5 dB rispetto alle emissioni utilizzate dal metodo di calcolo tedesco RLS90. Il confronto tra i valori di emissione LAE alla distanza di riferimento di 10 m e ad un'altezza di 1,5 m utilizzati per veicoli leggeri da diversi metodi di calcolo evidenzia che i valori di esposizione per gli standard NMPB e RLS sono simili per velocità superiori o uguali a 100 Km/h in caso di flusso indifferenziato, velocità e tipologia di flusso tipici di un tracciato autostradale (Figura 5-2).

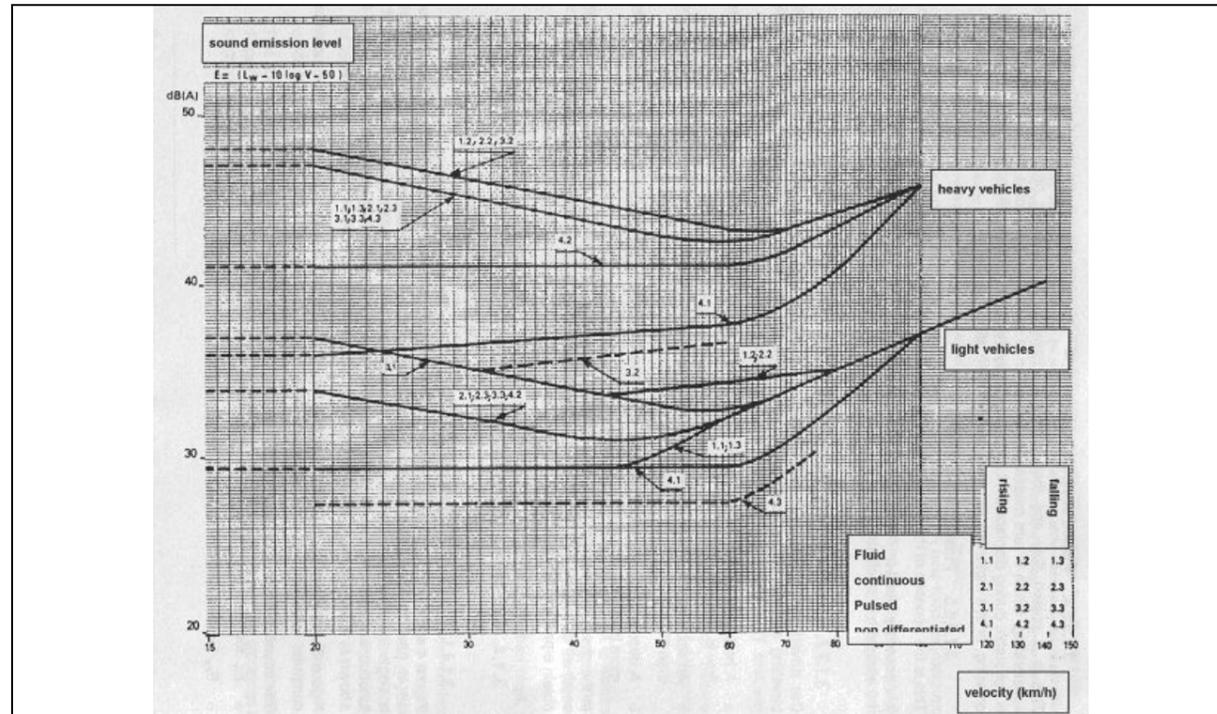


Figura 5-1 – Normogramma NMPB

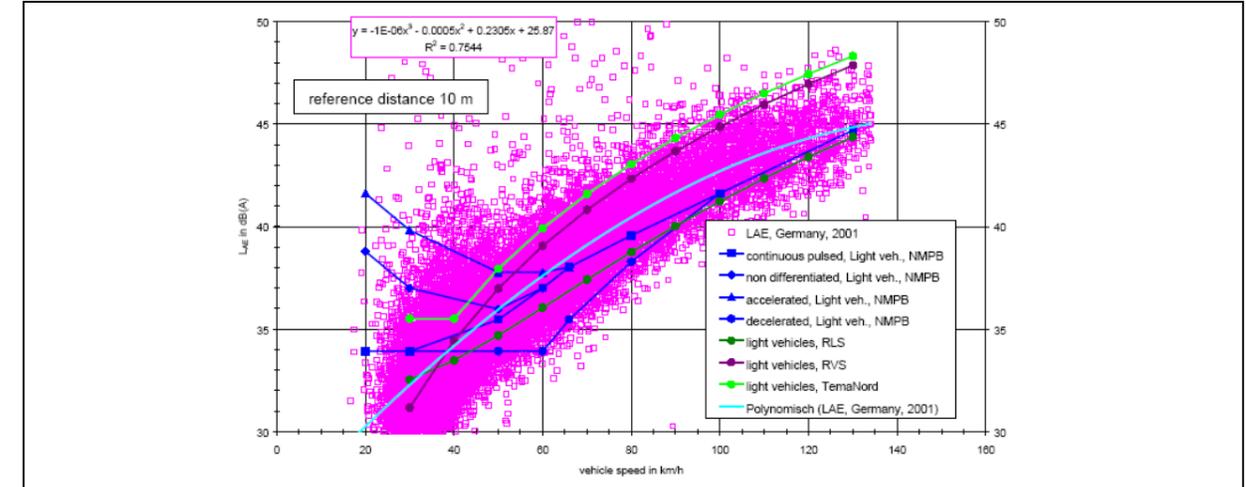


Figura 5-2 – Valori di emissione LAE in funzione della velocità per veicoli leggeri

Per quanto riguarda la divergenza geometrica, l'assorbimento atmosferico e l'effetto del terreno NMPB96 prevede quanto segue:

- Divergenza geometrica - Il decremento del livello di rumore con la distanza (Adiv) avviene secondo una propagazione sferica.
- Assorbimento atmosferico - Attenuazione del livello di rumore in funzione della temperatura e dell'umidità dell'aria (Aatm). In NMPB le condizioni standard sono 15°C e 70% di umidità. Vanno considerati valori opportuni di coefficienti di assorbimento in accordo alla ISO 9613-1 per valori diversi della temperatura e umidità relativa.
- Effetto del terreno - L'attenuazione del terreno è valutata in modo differente in relazione alle condizioni meteorologiche di propagazione. In condizioni favorevoli il termine è calcolato in accordo al metodo indicato nell'ISO 9613-2. In condizioni omogenee è introdotto un coefficiente G del terreno, che è nullo per superfici riflettenti.

5.5.4 Dati di traffico

I dati di traffico relativi allo scenario futuro di progetto proiettato al 2040 sono stati estratti dallo studio di traffico, nell'ambito del quale sono stati calcolati i traffici medi suddivisi per veicoli leggeri e pesanti suddivisi nel periodo diurno e notturno. Questa suddivisione è stata determinata dall'analisi della distribuzione dei dati di traffico orari rilevati sulla tratta in studio.

Nella Figura 5-3 sono visualizzate le tratte omogenee identificate nel tracciato autostradale di progetto:

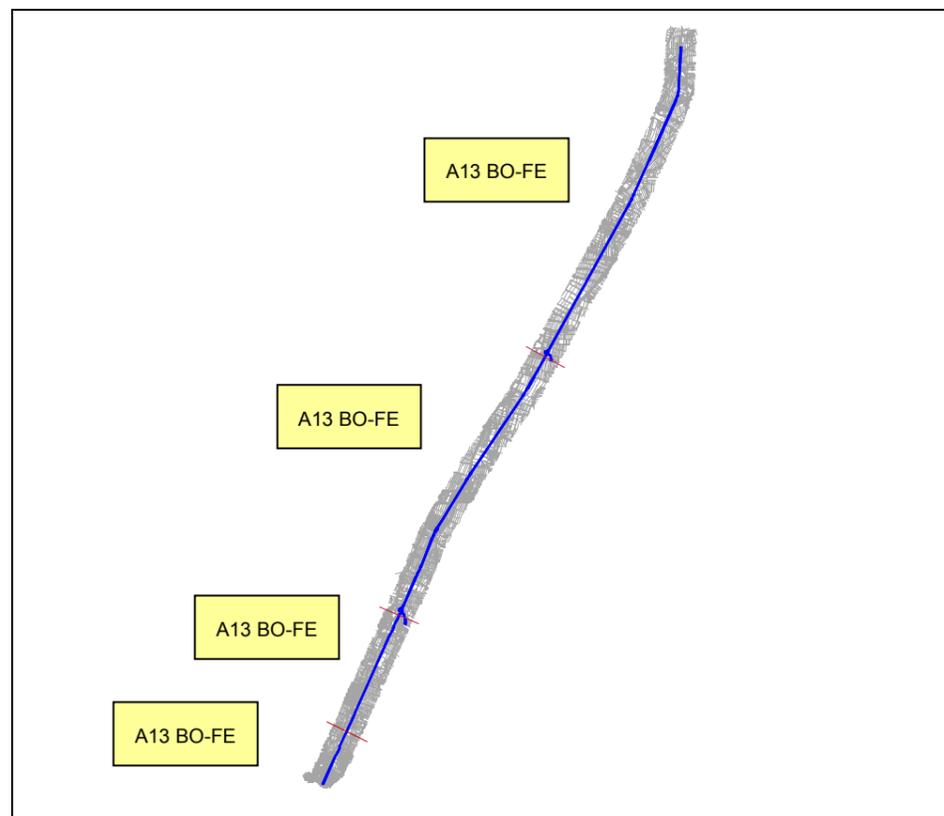


Figura 5-3 – Tratte omogenee tracciato di progetto

5.5.5 Taratura del modello Previsionale

Al fine di tarare il modello previsionale, nell'ambito della campagna di monitoraggio svolta nell'Ottobre 2016 per la caratterizzazione acustica ante-operam dell'area, sono stati effettuati undici rilievi ad integrazione continua settimanale, in accordo a quanto prescritto dal DM 16/03/1998.

I punti di monitoraggio sono stati scelti in maniera tale da consentire un rilievo del rumore generato esclusivamente (o quasi, per quanto possibile) dall' Autostrada A13.

Per tale ragione le postazioni sono state scelte considerando:

- un ampio angolo di vista sulla autostrada;
- l'assenza di ostacoli tra il microfono e la sorgente stradale;
- l'assenza di significative fonti secondarie circostanti.

Le postazioni scelte sono state ubicate:

- nel Comune di Bologna, presso la Casa della Carità in Via del Tuscolano, 97, lungo la facciata lato est verso A13, a circa 60 m dalla sede stradale (PS1);
- nel Comune di Castel Maggiore (BO), presso un edificio residenziale in Via Saliceto, 11, lungo la facciata lato est verso A13, a circa 15 m dalla sede stradale (PS2);

- nel Comune di Castel Maggiore (BO), presso la Scuola Primaria Franchini in Via Verne, 1, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 50 m dalla sede stradale (PS3);
- nel Comune di Bentivoglio (BO), presso un edificio residenziale in Strada del Vicolo della Barchetta, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 25 m dalla sede stradale (PS4);
- nel Comune di Bentivoglio (BO), presso un edificio residenziale in Via Canale e Crociali, 4-6, lungo la facciata lato est verso A13, a circa 75 m dalla sede stradale (PS5);
- nel Comune di Bentivoglio (BO), presso un edificio residenziale in Via Barche, 5, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 70 m dalla sede stradale (PS6);
- nel Comune di Bentivoglio (BO), presso un edificio residenziale in Via Saletto, 141, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 35 m dalla sede stradale (PS7);
- nel Comune di Malalbergo (BO), presso un edificio residenziale in Via Ponticelli, 25, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 80 m dalla sede stradale (PS8);
- nel Comune di Poggio Renatico (FE), presso un edificio residenziale in Via Argine, 44, lungo la facciata lato est verso A13, a circa 60 m dalla sede stradale (PS9);
- nel Comune di Poggio Renatico (FE), presso un edificio residenziale in Via Grandi, 8, lungo la facciata lato ovest verso A13, a circa 55 m dalla sede stradale (PS10);
- nel Comune di Poggio Renatico (FE), presso un edificio residenziale in Via Ferrara, 22, lungo la facciata lato est verso A13, a circa 95 m dalla sede stradale (PS11).

L'ubicazione planimetrica delle postazioni è riportata negli allegati grafici al Quadro di Riferimento Ambientale dello SIA.

I rilievi meno recenti, precedentemente effettuati nella campagna di Settembre 2011, da SPEA nel Novembre del 2009 e da ASPI nel Luglio 2006, non sono stati considerati per la taratura del modello.

I valori rilevati in campo sono stati impiegati direttamente per tarare il modello relativamente alla situazione di ante operam.

Viceversa, per i calcoli relativi alla situazione di post-operam, è stato considerato l'incremento dei flussi veicolari previsto per il 2040, scenario temporale di riferimento del progetto.

La calibrazione del modello previsionale è stata effettuata in corrispondenza delle 11 sezioni oggetto delle indagini fonometriche precedentemente descritte. Mediante il modello di simulazione IMMI è stata ricostruita la morfologia delle sezioni di taratura e sono stati collocati punti di calcolo in corrispondenza dei microfoni utilizzati in campo.

La sorgente autostradale è stata simulata inserendo i flussi veicolari contestualmente rilevati.

Le operazioni di calibrazione sono state eseguite mediante un approccio per tentativi, variando i parametri di propagazione del rumore per effetti meteorologici fino al conseguimento delle condizioni di best-fit sui risultati di campo.

Nel caso in esame, la taratura del modello a seguito dei rilievi fonometrici effettuati ha portato a considerare la probabilità di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione pari allo 0% sia in periodo diurno che in periodo notturno.

Nella **Tabella 5-10** sono riportati i risultati dei calcoli puntuali per la taratura del modello nelle postazioni di riferimento:

Tabella 5-10 – Risultati taratura modello previsionale

POSTAZIONE DI MISURA	DISTANZA DA BORDO CARREGGIATA [m]	PERIODO DIURNO			PERIODO NOTTURNO		
		Misurato [dB(A)]	Simulato [dB(A)]	Delta [dB(A)]	Misurato [dB(A)]	Simulato [dB(A)]	Delta [dB(A)]
PS1	60	66.0	67.2	+1.2	61.3	61.8	+0.5
PS2	15	74.4	75.0	+0.6	69.9	70.2	+0.3
PS3	50	68.2	68.5	+0.3	62.9	63.3	+0.4
PS4	25	70.1	70.8	+0.7	65.0	65.3	+0.3
PS5	75	65.7	66.5	+0.8	60.2	61.1	+0.9
PS6	70	65.8	66.6	+0.8	60.1	61.1	+1.0
PS7	35	66.5	67.3	+0.8	62.0	62.2	+0.2
PS8	80	62.0	63.2	+1.2	57.4	57.5	+0.1
PS9	60	60.5	61.0	+0.5	55.2	55.3	+0.1
PS10	55	66.3	67.3	+1.0	61.2	61.7	+0.5
PS11	95	62.4	62.9	+0.5	57.2	57.3	+0.1
MEDIA SCARTI				+0.8			+0.4

Note:- Le misure fonometriche sono state correlate con i dati di traffico rilevati contestualmente da ASPI nelle relative settimane di misura.

5.5.6 Previsione dei livelli di rumore ai ricettori

1.10.2.4 Localizzazione dei punti di calcolo

Il calcolo dei livelli di rumore in ambiente esterno e la conseguente identificazione delle aree di superamento devono essere svolte, in base alle indicazioni del DPR 142/2004, a 1 m di distanza dalla facciata degli edifici, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione. Il DM 29.11.2000, pur con diversa definizione (punto di maggiore criticità della facciata più esposta) ripropone l'attenzione sul fatto che nella fase di programmazione delle attività di risanamento l'identificazione delle aree di superamento deve sempre essere basata sulla condizione di maggiore esposizione del ricettore.

La localizzazione della facciata e del punto di massima esposizione non sono noti a priori, dipendendo dalla geometria del problema e, in particolare, dalle condizioni di schermatura degli edifici e ostacoli naturali circostanti al ricettore, dal dislivello tra sorgente autostradale e punto di calcolo, dall'importanza delle componenti di rumore riflesso e diffratto rispetto alla componente di rumore che raggiunge direttamente il ricettore.

Il modello di calcolo determina la serie dei punti di calcolo su tutta la superficie degli edifici considerati, secondo i parametri indicati al paragrafo 5.5.7. In base ai risultati ottenuti, per ciascun edificio vengono identificati il punto e la facciata di massima esposizione

5.5.7 Specifiche di calcolo

I calcoli acustici con il modello previsionale IMMI sono stati svolti utilizzando i seguenti parametri:

Parametri generali:

- Passo di campionamento delle sorgenti sulla tratta 1 m
- Quota della sorgente sul livello della strada 1,2 m
- Coefficiente di assorbimento del terreno G=1 (valido per campi o erba)
- Numero di riflessioni 1
- Temperatura dell'aria 15°C
- Umidità relativa dell'aria 70%
- Pressione atmosferica 101.325 Kpa
- Condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione Diurno 0% - Notturno 0%

Parametri calcolo in facciata

- Distanza dei punti di calcolo dalla facciata 1 m
- Lunghezza minima facciata per l'inserimento di un punto 5 m
- Lunghezza massima facciata per l'inserimento di un secondo punto 30 m
- Quota prima serie di punti 1.5 m
- Passo in altezza serie di punti successive 3 m

5.5.8 Scenari simulati

Sono stati simulati i seguenti scenari:

Scenario di stato attuale

È stata simulata la sorgente stradale attuale, nelle condizioni di traffico fornite dallo studio del traffico per lo scenario di stato attuale.

Scenario di post operam

È stata simulata la sorgente stradale allo stato futuro, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico definite dallo studio relativo per lo scenario di progetto al 2040.

Scenario di post operam con mitigazioni

È stata simulata la sorgente stradale allo stato futuro, considerando tutti gli interventi di mitigazione previsti, secondo le caratteristiche planoaltimetriche fornite dal progetto stradale e le condizioni di traffico definite dallo studio relativo per lo scenario di progetto al 2040.

5.5.9 Definizione del sistema di mitigazioni

1.10.2.5 Interventi lungo la via di propagazione del rumore dalla sorgente al ricettore

La progettazione acustica delle barriere di mitigazione al rumore ha permesso di definire la localizzazione e la geometria (altezza, lunghezza) degli interventi sulla propagazione del rumore.

L'elenco delle barriere antirumore è riportato nella **Tabella 5-11**.

L'impegno complessivo in opere di mitigazione è pari ad uno sviluppo di 7624 m, ripartiti in 4378 m in carreggiata Nord e 3246 m in carreggiata sud.

La superficie complessiva degli interventi indiretti di mitigazione al rumore è di 35500 m².

Nell'allegato "AMB-QAMB-RUM-021_040" sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica senza mitigazioni nello scenario di progetto, mentre nell'allegato "AMB-QAMB-RUM-041_060" sono riportati in forma grafica i risultati della simulazione acustica con presenza di mitigazioni.

In particolare, sono riportati gli edifici (residenziali e sensibili) per i quali risultano rispettati o superati i limiti di legge previsti.

Tabella 5-11 – Elenco barriere antirumore

CODICE BARRIERA	KM	DIREZIONE	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Superficie [m2]
F021	0+117	Nord	393	6.5 + 2 SB	3341
F063	0+235	Sud	356	6.5	2314
F022	0+489	Nord	98	6	588
F023	0+586	Nord	212	6.5 + 2 SB	1802
F061	1+235	Sud	620	4	2480
F001_a	1+625	Nord	150	3	450
F001_b	1+775	Nord	300	4	1200
F050_a	1+850	Sud	150	4	600
F050_b	2+000	Sud	350	6	2100
F050_c	2+351	Sud	70	3	210
F002	2+640	Nord	210	4	840
F003	3+458	Nord	160	6	960
F004	3+884	Nord	230	5	1150
F051	4+446	Sud	140	6	840
F006	5+176	Nord	200	3	600
F007	5+385	Nord	210	6	1260
F052	5+470	Sud	170	3	510
F053	6+049	Sud	80	3	240

CODICE BARRIERA	KM	DIREZIONE	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Superficie [m2]
F008	7+279	Nord	170	5	850
F009	7+690	Nord	120	6	720
F010	8+913	Nord	130	3	390
F054	10+013	Sud	130	3	390
F011	10+500	Nord	340	5	1700
F012	12+305	Nord	150	3	450
F013	14+280	Nord	220	4	880
F014	16+309	Nord	180	4	720
F015	16+617	Nord	150	4	600
F016	21+540	Nord	85	3	255
F055	25+129	Sud	200	3	600
F020	25+960	Nord	270	4	1080
F062	25+960	Sud	270	4	1080
F017	27+249	Nord	110	4	440
F056	27+818	Sud	100	3	300
F057	28+429	Sud	170	4	680
F058	29+090	Sud	160	3	480
F018	29+159	Nord	140	6	840
F059	31+898	Sud	160	3	480
F060	32+075	Sud	120	4	480
F019	33+355	Nord	150	4	600
TOTALI			7624		35500

1.10.2.6 Interventi diretti sui ricettori

Gli edifici residenziali in corrispondenza dei quali non è possibile garantire il rispetto dei limiti normativi in ambiente esterno richiedono la verifica dei limiti in ambiente abitativo ed eventuali interventi migliorativi sul fonoisolamento di facciata nel caso in cui non siano rispettati i limiti interni.

Per gli edifici recentemente ristrutturati o di nuova costruzione è verosimile che, in molti casi, il potere fonoisolante dei serramenti attuali risulti sufficiente a garantire 40 dB(A) di impatto in ambiente abitativo. Al fine di restringere il campione di edifici sui quali prevedere le verifiche degli interventi diretti è stato considerato, in forma omogenea e cautelativa per tutti gli edifici, un fonoisolamento minimo di facciata pari a 20 dBA.

La scelta di ipotizzare un potere di fonoisolamento di facciata medio pari a 20 dBA è frutto dell'esperienza maturata in numerose campagne di monitoraggio fonometriche che hanno documentato che, anche in presenza di edifici di non recente costruzione e in stato di conservazione non ottimale il suddetto valore, anche per serramenti di tipo vecchio, è certamente garantito.

Inoltre, durante la campagna di monitoraggio svolta nell'ambito del presente studio, sono stati effettuati 4 rilievi atti a definire il potere di fonoisolamento degli edifici presenti nell'area.

I risultati hanno dato dei valori confortanti, avendo misurato livelli sempre uguali o superiori a 20 dB(A).

1.10.2.7 Risultati delle simulazioni

Nel file allegato "AMB-QAMB-RUM-ALL2" sono documentati i livelli ante e post mitigazione previsti sui ricettori riportati nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-001_020", in corrispondenza dei punti di calcolo. Le valutazioni puntuali sono state limitate agli edifici residenziali oggetto del censimento (cfr. AMB-QAMB-RUM-ALL1) compresi all'interno dell'area di potenziale impatto.

I punti di calcolo considerati sono quelli relativi alla facciata maggiormente esposta agli impatti acustici dell'infrastruttura considerata e sono gli stessi nelle simulazioni di ante e post mitigazione.

Nelle **Tabella 5-12, Tabella 5-13, Tabella 5-14 e Tabella 5-15** si riportano suddivise per fasce le sintesi dei risultati in cui si evidenzia la variazione del numero di ricettori residenziali fuori dai limiti normativi nelle tre ipotesi di calcolo e cioè, nello stato attuale, nello stato di progetto senza mitigazioni e nello stato di progetto con mitigazioni.

Nella **Tabella 5-16** sono riportati il numero di interventi diretti nelle tre ipotesi di calcolo e in **Tabella 5-17** sono invece riportati il numero di abitanti stimati soggetti a livelli superiori ai 55 dBA.

Da tali tabelle si evince come gli edifici fuori dai limiti di legge passano dal 23.0% della situazione attuale sul numero totale di edifici potenzialmente impattati, al 27.5% con la realizzazione dell'opera. Tale aumento è chiaramente dovuto ad una maggiore vicinanza della sede autostradale ai ricettori presenti.

Analogamente si registra un aumento del numero di edifici con livelli superiori ai 60 dBA in facciata (da 37 a 45) e quindi potenzialmente soggetti ad intervento diretto e un incremento del numero di abitanti esposti a livelli di rumore superiore ai 55 dBA (da 1150 a 1441).

Il numero di abitanti è stato stimato sulla base della superficie di ogni edificio e ipotizzando circa 33 mq per abitante.

L'installazione di barriere mitigative permette una diminuzione degli edifici con livelli di impatto superiori ai limiti di legge, passando dal 27.5% della situazione post operam senza mitigazioni al 10.0% della situazione post operam con mitigazioni.

Si registra inoltre una sensibile riduzione dei ricettori su cui effettuare un intervento diretto passando da 45 (7.3%) della situazione post operam senza mitigazioni a 2 (0.3%) della situazione post operam con mitigazioni.

I ricettori con esuberanti residui sono localizzati esclusivamente in Fascia B e fuori fascia, come evidenziato nelle Tabelle **Tabella 5-13, Tabella 5-14 e Tabella 5-15**.

Relativamente al numero di abitanti soggetto ad un'esposizione superiore ai 55 dBA, i risultati mostrano anche in questo caso un sostanziale miglioramento della qualità acustica

dell'area, passando da 1441 abitanti (25.3%) della situazione post operam senza mitigazioni a 472 (8.3%) della situazione post operam con mitigazioni.

Tabella 5-12 – Variazione ricettori residenziali fuori limite

Ricettori fuori limite		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	142	23.0%
Post operam non mitigato	170	27.5%
Post operam mitigato	62	10.0%
Riduzione rispetto a Attuale		-56.3%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-63.3%

Tabella 5-13: Variazione ricettori residenziali fuori limite in Fascia A

Ricettori fuori limite Fascia A		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	38	6,1%
Post operam non mitigato	45	7,3%
Post operam mitigato	0	0,0%
Riduzione rispetto a Attuale		-100,0%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-100,0%

Tabella 5-14: Variazione ricettori residenziali fuori limite in Fascia B

Ricettori fuori limite Fascia B		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	78	12,6%
Post operam non mitigato	95	15,4%
Post operam mitigato	30	4,9%
Riduzione rispetto a Attuale		-61,5%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-68,4%

Tabella 5-15: Variazione ricettori residenziali fuori limite fuori fascia

Ricettori fuori limite Fuori Fascia		Incidenza su numero totale di ricettori
-------------------------------------	--	---

Attuale	26	4,2%
Post operam non mitigato	30	4,9%
Post operam mitigato	32	5,2%
Riduzione rispetto a Attuale		23,1%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		6,7%

Nel complesso, si può stabilire che, con la realizzazione delle mitigazioni previste nel progetto della terza corsia nella tratta oggetto di intervento, i livelli di impatto acustico si riducono notevolmente andando a migliorare il clima acustico e l'esposizione attuali dell'area in studio.

Tabella 5-16 – Verifiche interventi diretti

Verifiche interventi diretti		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	37	6.0%
Post operam non mitigato	45	7.3%
Post operam mitigato	2	0.3%
Riduzione rispetto a Attuale		-94.6%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-95.5%

Tabella 5-17 – Esposizione superiore a 55 dBA per numero di abitanti

Esposizione > 55		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	1150	20.2%
Post operam non mitigato	1441	25.3%
Post operam mitigato	472	8.3%
Riduzione rispetto a Attuale		-59.0%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-67.3%

I due ricettori sensibili ubicati in fascia A (Residenza Sanitaria Assistenziale Casa Della Carità, nel Comune di Bologna e Scuola Primaria F. Franchini, nel Comune di Castel Maggiore) risultano subire un impatto oltre i limiti previsti per la tipologia di ricettore sia nello scenario ante operam, sia in quello a seguito delle mitigazioni. Gli interventi indiretti previsti determinano comunque una notevole riduzione dei livelli in facciata. L'entità dei livelli in facciata non fa prevedere un intervento diretto sul ricettore sensibile, considerato l'isolamento minimo di facciata.

I due ricettori sensibili ubicati all'interno del raddoppio delle fasce di pertinenza acustica (Scuola Istituto di Istruzione Superiore Tecnico Agrario A. Serpieri, nel Comune di Bologna e Scuola Dell'Infanzia S. Anna, nel Comune di Castel Maggiore), nonostante la lontananza dal tracciato autostradale, risultano subire un impatto oltre i limiti diurni previsti per la tipologia di ricettore. Va considerato che i due ricettori si trovano in prossimità di altre strade locali di scorrimento, che possono essere stimate come fonti primarie di inquinamento, mentre distano circa 440 e 330 m dal tracciato autostradale. L'entità dei livelli in facciata non fa comunque prevedere un intervento diretto sul ricettore sensibile, considerato l'isolamento minimo di facciata.

5.6 FASE DI CANTIERE

Il presente studio costituisce la valutazione di impatto prodotta dai cantieri fissi e mobili previsti per la realizzazione della terza corsia nel tratto di Autostrada A13 tra l'interconnessione A13-A14 e Ferrara.

Lo studio prodotto in questa fase rappresenta lo studio acustico completo delle aree e delle attività interessate dai lavori più significativi ed estesi.

Nel documento è stato affrontato in modo sistematico il tema del rumore prodotto dai cantieri, in particolare sono state considerate:

- le localizzazioni e le configurazioni delle aree di cantiere,
- la configurazione morfologica dei luoghi nello stato attuale e nella fase di cantiere,
- la presenza di ricettori potenzialmente disturbati,
- le sorgenti di rumore che si prevede siano presenti e operative nelle diverse situazioni di cantiere e le relative emissioni acustiche (singole per macchinario e complessive per area di cantiere),
- una sommaria articolazione per fasi con individuazione della fase più rumorosa,
- gli accorgimenti e le misure di mitigazione che si prevede siano applicate.

Le attività avranno una durata complessiva di 36 mesi.

Sulla base degli elementi sopra elencati, con riferimento a precise schede di emissione delle sorgenti (singoli macchinari o scenari di emissione) che delineano sonogrammi riferiti a tempistiche di utilizzo e di contemporaneità definite come standard, sono stati calcolati i livelli in facciata dei ricettori esposti, i quali sono poi stati confrontati con i limiti derivanti dalle zonizzazioni acustiche dei comuni interessati dai lavori.

Sulla base di queste valutazioni sono state individuate le situazioni (aree di cantiere, ricettori, attività) per le quali potrebbe essere necessario richiedere un'autorizzazione in deroga ai limiti previsti dalla normativa.

5.6.1 SINTESI DEL PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE

L'ampliamento alla terza corsia del tratto tra l'interconnessione A13-A14 e Ferrara viene eseguito realizzando un ampliamento tradizionale (3 corsie di marcia + corsia di emergenza) della piattaforma esistente.

Il progetto della cantierizzazione comprende:

- la tipologia e ubicazione dei cantieri fissi
- la tipologia dei cantieri mobili

Poiché i cantieri si trovano tutti in posizione adiacente all'attuale autostrada, la movimentazione di tutti i materiali avverrà di fatto esclusivamente tramite l'autostrada esistente. L'accesso alle aree di lavoro sarà realizzato tramite opportuni varchi.

5.6.2 VALUTAZIONI DI IMPATTO ACUSTICO DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE

5.6.2.1 Inquadramento normativo e impostazioni generali dello studio

Nello sviluppo delle valutazioni degli impatti acustici si è fatto riferimento alla normativa nazionale e regionale vigente:

- normativa nazionale in vigore in tema di inquinamento acustico (DPCM 1.3.1991, Legge Nazionale n. 447/95, DPCM 14.11.1997, DMA 16.3.1998, DPR n. 142/04);
- normativa regionale in vigore in tema di inquinamento acustico (Legge Regionale n. 15/2001, Deliberazione della Giunta Regionale n. 673/2004)

Per l'individuazione dei limiti massimi di emissione e immissione di ciascun ricettore sono stati acquisiti e considerati i piani di classificazione acustica dei comuni interessati, o, in assenza, le destinazioni d'uso previste dai P.R.G. comunali. I piani di classificazione acustica utilizzati sono riportati nella seguente **Tabella 5-18**

Tabella 5-18 – Stato classificazioni acustiche

COMUNE	PROVINCIA	STATO DELLA CLASSIFICAZIONE	ATTO
Bologna	BO	approvata	Delibera C.C PG 328998 del 23/11/15
Castel Maggiore	BO	approvato	C.C. n. 02 del 29/01/2014
Bentivoglio	BO	approvato	C.C. n. 55 del 28.11.2012
Malalbergo	BO	approvato	C.C. n. 22 del 23.05.2013
Galliera	BO	approvato	C.C. n. 38 del 16.07.2009
Poggio Renatico	FE	approvato	C.C. n. 62 del 27.09.2007
Ferrara	FE	approvato	C.C. n. 55548 del 04.07.2016

5.6.3 Metodologia generale dello studio

1.10.2.8 Caratterizzazione del clima acustico

Al fine di caratterizzare il clima acustico presente nell'area, sono state effettuate le campagne di monitoraggio acustico descritte di seguito.

Nel mese di Settembre 2011 sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- n. 2 rilievi giornalieri finalizzati alla caratterizzazione acustica delle aree di cantiere previste;
- n. 1 rilievo giornaliero finalizzato alla caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale.

Nel mese di Ottobre 2016 sono stati effettuati i seguenti rilievi:

- n. 2 rilievi giornalieri finalizzati alla caratterizzazione acustica delle aree di cantiere previste;
- n. 1 rilievo giornaliero finalizzato alla caratterizzazione dei livelli di fondo ambientale.

In **Tabella 5-19** sono elencate le postazioni di monitoraggio effettuate, le località oggetto di indagine, il Comune di appartenenza e finalità del rilievo.

Tabella 5-19 – Postazioni di monitoraggio

Campagna di misure Ottobre 2016			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
PG2	Bentivoglio	Via Paradiso, 3	Caratterizzazione area di cantiere
PG3	Castel Maggiore	Via Sammarina, Località Sabbiuo	Caratterizzazione fondo ambientale
PG5	Poggio Renatico	Via Torniano, 5	Caratterizzazione area di cantiere

Campagna di misure Settembre 2011			
POSTAZIONE	COMUNE	LOCALITÀ	FINALITÀ
G2	Bentivoglio	Via Sammarina	Caratterizzazione area di cantiere
G3	Castel Maggiore	Via Sammarina, Località Sabbiuo	Caratterizzazione fondo ambientale
G5	Poggio Renatico	Via Torniano, 5	Caratterizzazione area di cantiere

In corrispondenza delle postazioni PG2, PG3 e PG5 sono state eseguite n° 3 misure ad integrazione continua di 24 ore, nei periodi compresi tra il 26 ed il 27 Ottobre 2016.

In corrispondenza delle postazioni G2, G3 e G5 sono state eseguite n° 3 misure ad integrazione continua di 24 ore, nei periodi compresi tra il 20 e il 29 Settembre 2011.

Le misure sono state effettuate con intervallo di integrazione pari a 1 secondo.

I rilievi di rumore sono stati svolti con analizzatori Real Time tipo Larson Davis modello 824 ed 831 e Bruel & Kjaer modello 2260. Gli indicatori acustici diretti rilevati sono i seguenti:

- time history, intervallo di integrazione 1 secondo;
- livello equivalente continuo (Leq);
- livello massimo (Lmax), livello minimo (Lmin);

- livelli statistici percentili L1, L5, L10, L50, L90, L95, L99.

I risultati della campagna di monitoraggio di stato attuale sono riportati in **Tabella 5-20**.

Tabella 5-20 – Sintesi dei rilievi fonometrici (misure giornaliere)

Campagna di misure Ottobre 2016		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
PG2	54.5	52.0
PG3	53.5	48.5
PG5	51.0	48.5

Campagna di misure Settembre 2011		
MISURA	LEQ MEDIO PERIODO DIURNO [dB(A)]	LEQ MEDIO PERIODO NOTTURNO [dB(A)]
G2	55.0	52.5
G3	52.0	47.0
G5	54.5	51.0

La localizzazione dei punti di monitoraggio è riportata nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-001_020" mentre nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-ALL3" sono riportate le schede di dettaglio dei rilievi effettuati.

La localizzazione dei rilievi effettuati per la caratterizzazione delle aree di cantiere, seppur non particolarmente vicine alla sede autostradale, risentono comunque dei livelli prodotti da questa.

Nell'ambito del presente studio, per procedere in modo più simile alle procedure che vengono adottate in fase di monitoraggio, si è scelto di individuare come livello di fondo di un valore esente dal contributo autostradale (che, come noto, nelle fasce di pertinenza deve essere trattato autonomamente in relazione agli specifici limiti definiti dal DPR 142/04).

A tal fine, durante la campagna di monitoraggio, è stato effettuato un rilievo avente come finalità proprio la caratterizzazione del fondo ambientale (PG3).

1.10.2.9 Caratteristiche acustiche delle sorgenti

La prima attività da sviluppare per effettuare la valutazione degli impatti determinati dalle attività di cantiere relativamente alla componente rumore riguarda l'individuazione dei livelli di potenza sonora caratteristici dei macchinari impiegati.

Tale fase è stata sviluppata attraverso un'attenta analisi dei dati bibliografici esistenti e, in particolare, di quelli contenuti all'interno dello Studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, " Conoscere per prevenire n° 11".

Lo studio si basa su una serie di rilievi fonometrici che hanno consentito di classificare dal punto di vista acustico, 358 macchinari rappresentativi delle attrezzature utilizzate per la realizzazione delle principali attività cantieristiche.

I cantieri principali sono stati equiparati a dei veri e propri insediamenti produttivi/industriali in considerazione della durata del loro esercizio e delle attività sostanzialmente di routine che vi si svolgono. Per tali installazioni pertanto è stato fatto uno sforzo progettuale teso a individuare le migliori localizzazioni anche in riferimento alle problematiche ambientali (e in particolare l'inquinamento acustico).

Per questi cantieri sono state svolte simulazioni relative ad una situazione "a regime", senza identificare sottofasi prevedendo un certo numero di mezzi in attività.

Nei seguenti paragrafi sono riportati per le diverse tipologie di cantiere i dati di input utilizzati per le differenti lavorazioni.

1.10.2.10 **Impostazioni di calcolo**

La valutazione dell'impatto acustico è stata effettuata mediante il software di simulazione numerica IMMI. L'algoritmo di calcolo si basa sulle ipotesi dell'acustica geometrica e permette di stimare i livelli di pressione sonora in corrispondenza di un insieme di punti ricettori, tenendo conto della geometria tridimensionale del dominio di simulazione (effetti di riflessione e di diffrazione), dell'assorbimento acustico delle superfici, dell'assorbimento dell'aria e dell'attenuazione per divergenza dei raggi acustici.

Per quanto riguarda l'impostazione di calcolo si specifica che il terreno è sempre stato considerato assorbente: questa ipotesi di calcolo è coerente con le effettive caratteristiche dei suoli interessati da tutti i cantieri. Inoltre spesso sono presenti formazioni boschive in grado di attenuare ulteriormente la propagazione delle onde acustiche (non considerate nel modello di simulazione).

1.10.2.11 **Mitigazioni generali**

Rimandando allo specifico paragrafo per l'identificazione delle misure di mitigazione puntuali e generali, si anticipa che sono state sempre considerate (e prescritte alle aziende) le seguenti mitigazioni:

- Impianti di betonaggio dotati di tunnel afonici;
- Gruppi elettrogeni e compressori adeguatamente insonorizzati tramite apposite strutture di confinamento fonoassorbenti.

5.6.4 **Sorgenti inquinanti associate alle attività dei cantieri**

Le attività rumorose associate al potenziamento alla 3^a corsia dell'Autostrada A13, nel tratto tra l'interconnessione A13-A14 e Ferrara possono essere ricondotte essenzialmente a tre tipologie di sorgenti:

- i cantieri fissi;
- i cantieri mobili ossia le lavorazioni lungo il nuovo tracciato;
- il traffico indotto.

–

1.10.2.12 **Impatti cantieri fissi**

Per valutare il rumore prodotto dai cantieri è fondamentale individuare le tipologie di macchinari impiegati, le loro modalità di utilizzo e l'entità dei livelli sonori da essi prodotti. Per quanto riguarda i cantieri principali, sulla base dell'analisi di installazioni cantieristiche analoghe, è possibile ipotizzare la presenza di:

CB01 CAMPO BASE, CANTIERE OPERATIVO, AREA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE, AREA DI DEPOSITO, AREA PER IMPIANTI DI PRODUZIONE CALCESTRUZZI, AREA PER IMPIANTI DI PRODUZIONE CONGLOMERATI BITUMINOSI – Malalbergo / Bentivoglio

- 1 officina meccanica
- 5 autocarro
- 2 autobetoniera
- 1 autogru
- 1 carrello elevatore
- 1 escavatore
- 3 pala gommata
- 1 frantumatore
- 1 impianto di betonaggio
- 1 impianto di bitumazione

CO01 CANTIERE OPERATIVO, AREA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E AREA DI DEPOSITO – Bentivoglio

- 1 officina meccanica
- 3 autocarro
- 1 autogru
- 1 carrello elevatore
- 1 escavatore
- 1 pala gommata
- 1 frantumatore

CO02 CANTIERE OPERATIVO, AREA PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E AREA DI DEPOSITO – Poggio Renatico

- 1 officina meccanica

- 3 autocarro
- 1 autogru
- 1 carrello elevatore
- 1 escavatore
- 1 pala gommata
- 1 frantumatore

Per ognuna delle tipologie di macchinario individuate, è possibile risalire ai livelli di potenza sonora (Lw) attraverso un'attenta analisi dei dati bibliografici disponibili e dei risultati di alcune indagini fonometriche specifiche effettuate in cantieri.

In particolari i dati impiegati in questo studio derivano da:

- “Conoscere per prevenire – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili” – Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia.

Nella

Tabella 5-21 sono riportate le emissioni sonore in frequenza, associate alle sorgenti previste in queste aree di cantiere.

I valori relativi all'impianto di betonaggio fanno riferimento alla fase di carico delle betoniere, che rappresenta la lavorazione ordinaria associata al funzionamento di tale tipologia di impianto, la quale produce i maggiori livelli di rumore. I livelli di potenza considerati si riferiscono alla configurazione impiantistica in presenza di tunnel afonico nell'area di carico delle betoniere.

Tabella 5-21 – Emissioni sonore in frequenza delle sorgenti principali

MACCHINARIO	FONTE	Frequenza (Hz)								Lw	Lw
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	(dB)	(dBA)
Officina	RS	94.5	85.1	76.7	82.7	79.6	81.2	78.6	66.3	95.6	86.7
Betonaggio +Tunnel afonico	RS	94.0	105.1	100.9	101.3	96.5	95.6	93.8	87.5	108.6	103.4
Frantumazione	CPP	107.6	123.6	114.9	113.8	112.4	110.3	105.4	98.8	125.1	117.6
Pala gommata	CPP	112.5	103.2	100.0	100.5	98.3	95.3	90.5	85.0	115.3	103.1
Autocarro	CPP	97.7	99.7	102.9	102.2	104.6	103.0	97.9	94	111.2	108.8
Escavatore	CPP	104.8	118.1	111.8	111.0	108.0	105.7	99.5	94.4	120.6	113.5
Impianto di bitumaggio	CPP	106.9	103.5	112.6	108.7	109.0	109.3	114.2	118	121.8	120.3
Autobetoniera	CPP	97.6	95.3	88.4	98.2	95.8	90.6	88.6	81.1	104.4	99.9
Autogrù	CPP	111.3	109.9	106.8	104.5	105.9	107.1	100.0	89.2	117.2	111.5
Carrello elevatore	CPP	115.3	106.3	97.6	96.8	99.1	99.1	92.8	84.2	116.2	104.2

CPP = Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione dell'inquinamento acustico dei cantieri edili – Comitato paritetico territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia

RS = Rilievi sperimentali

Per ciò che riguarda le modalità di utilizzo, ossia le ore di impiego effettivo dei macchinari, si è fatto riferimento alle normali modalità operative dei cantieri relativi a interventi infrastrutturali di rilevanti dimensioni.

Nelle seguenti **Tabella 5-22, Tabella 5-23, Tabella 5-24**, si riportano, per ogni tipologia di installazione fissa, l'elenco dei macchinari impiegati con i rispettivi livelli di potenza sonora, le ore di attività del cantiere e delle singole macchine ed i livelli di potenza equivalenti, che corrispondono ai livelli di potenza valutati considerando l'effettivo impiego dei macchinari.

Per ciò che riguarda la viabilità di cantiere, date le modeste dimensioni di traffico previste, si può considerare tale sorgente come trascurabile rispetto al carico acustico esistente.

La valutazione dell'impatto acustico è stata effettuata mediante il software di simulazione IMMI. L'algoritmo di calcolo si basa sulle ipotesi dell'acustica geometrica e permette di stimare i livelli di pressione sonora in corrispondenza di un insieme di punti ricettori, tenendo conto della geometria tridimensionale del dominio di simulazione (effetti di riflessione e di diffrazione), dell'assorbimento acustico delle superfici, dell'assorbimento dell'aria e dell'attenuazione per divergenza dei raggi acustici.

Tabella 5-22 – Livelli di emissione sonora Campo Base – Malalbergo / Bentivoglio

Periodo di attività del cantiere	Macchinario				
	Tipo	N°	Lw (dBA)	Ore di funzionamento	LwEQ (dBA)
8-18	Officina	1	86.7	10	84.7
8-18	Autocarro	5	108.8	10	113.7
8-18	Autobetoniera	2	99.9	10	100.9
8-18	Autogrù	1	111.5	10	109.5
8-18	Carrello Elevatore	1	104.2	10	102.2
8-18	Escavatore	1	113.5	10	111.5
8-18	Pala gommata	3	103.1	10	105.8
8-18	Frantumatore	1	117.6	5	112.5
8-18	Imp. Betonaggio	1	103.4	10	101.4
8-18	Imp. Bitumazione	1	120.3	5	115.2
Potenza sonora complessiva (6-22)					120.3

Tabella 5-23 – Livelli di emissione sonora Cantiere Operativo 1 – Bentivoglio

Periodo di attività del cantiere	Macchinario				
	Tipo	N°	Lw (dBA)	Ore di funzionamento	LwEQ (dBA)
8-18	Officina	1	86.7	10	84.7
8-18	Autocarro	3	108.8	10	111.5
8-18	Autogrù	1	111.5	10	109.5
8-18	Carrello Elevatore	1	104.2	10	102.2
8-18	Escavatore	1	113.5	10	111.5
8-18	Pala gommata	3	103.1	10	105.8
8-18	Frantumatore	1	117.6	5	112.5
Potenza sonora complessiva (6-22)					117.8

Tabella 5-24 – Livelli di emissione sonora Cantiere Operativo 2 – Poggio Renatico

Periodo di attività del cantiere	Macchinario				
	Tipo	N°	Lw (dBA)	Ore di funzionamento	LwEQ (dBA)
8-18	Officina	1	86.7	10	84.7
8-18	Autocarro	3	108.8	10	111.5
8-18	Autogrù	1	111.5	10	109.5
8-18	Carrello Elevatore	1	104.2	10	102.2
8-18	Escavatore	1	113.5	10	111.5
8-18	Pala gommata	3	103.1	10	105.8
8-18	Frantumatore	1	117.6	5	112.5
Potenza sonora complessiva (6-22)					117.8

1.10.2.13 Contesto antropico e ambientale

L'area in cui si inseriscono le installazioni oggetto di analisi si presenta con un paesaggio tipicamente extra-urbano di carattere pianeggiante, caratterizzato dalla presenza di singoli ricettori residenziali / agricoli isolati o di piccoli nuclei.

- Il campo base è ubicato in un'area agricola in corrispondenza dello svincolo di Altedo, a cavallo della S.P. 20;
- Il cantiere operativo 1 è ubicato in un'area agricola in corrispondenza dello svincolo di Bologna Interporto, lungo la S.P. 3;
- il cantiere operativo 2 è ubicato in un area agricola a sud del raccordo di Ferrara Sud, lungo la S.P. 8.

1.10.2.14 Verifica della compatibilità degli impatti

Al fine di verificare la compatibilità degli impatti determinati dalle attività di cantiere con quanto prescritto dalla normativa è fondamentale individuare con precisione i limiti normativi a cui ci si debba riferire.

Le sorgenti rappresentate dai cantieri possono essere assimilate a sorgenti di origine industriale e, pertanto, i loro impatti devono risultare conformi a quanto prescritto dalla Legge Quadro 447/1995 che prevede limiti di emissione, immissione e differenziali, variabili in funzione delle classi di zonizzazione acustica definiti dai Comuni attraverso la redazione della Zonizzazione Acustica del territorio comunale.

In assenza di piano di classificazione acustica comunale si fa riferimento a quanto indicato dal D.P.C.M. 1 marzo 1991.

I cantieri in oggetto sono localizzati nei comuni di Malalbergo, Bentivoglio e Poggio Renatico dotati di piano di classificazione acustica (**AMB-QAMB-RUM-001_020**).

I risultati delle valutazioni modellistiche, per la sola sorgente cantieristica, possono essere immediatamente confrontati con i limiti di emissione. Viceversa la verifica delle altre tipologie di limiti risulta più complessa. Per ciò che riguarda i limiti di immissione sarebbe necessaria la conoscenza dei livelli attualmente presenti depurati dal contributo di eventuali infrastrutture all'interno delle rispettive fasce di pertinenza.

Analogamente, per ciò che riguarda il limite differenziale, sarebbe necessario conoscere i livelli attualmente presenti depurati dal contributo di eventuali infrastrutture, anche al di fuori delle rispettive fasce di pertinenza.

Una indicazione dei livelli di fondo, indispensabili per la verifica dei limiti di immissione e differenziale, è stata ottenuta attraverso un rilievo di medio periodo effettuato nella campagna di monitoraggio svolta nel mese di ottobre 2016 che, in ragione della sua distanza dal tracciato autostradale e dell'assenza di altre sorgenti di origine infrastrutturale, dovrebbe essere sufficientemente rappresentativo dei livelli di fondo ambientale dell'area.

I risultati indicano un livello di fondo diurno pari a 53.5 dB(A), valore che si è considerato come livello residuo per effettuare le valutazioni che consentissero il confronto con i limiti di immissione e differenziali. I risultati delle valutazioni sono riportati in forma numerica nelle seguenti

Tabella 5-26, Tabella 5-27, Tabella 5-28 e in forma grafica nell'Allegato "**AMB-QAMB-RUM-061_065**", in cui per ognuno dei punti di calcolo sono stati calcolati i livelli di impatto complessivo (rumore cantieri + fondo ambientale) da confrontare con i limiti di immissione e il differenziale (impatto complessivo – rumore cantieri) da confrontare con il limite differenziale.

Si ritiene opportuno ricordare che la verifica del limite differenziale richiede la valutazione dei livelli in ambiente abitativo (a finestre aperte e chiuse) e pertanto il parametro calcolato, che si riferisce ai livelli di impatto in facciata al ricettore, può essere considerato solo un indicatore del possibile livello differenziale in ambiente abitativo.

I risultati ottenuti mostrano un completo rispetto dei limiti di emissione ed immissione in tutte e tre le aree.

Relativamente ai limiti differenziali, si registrano degli esuberi in corrispondenza dell'edificio più prossimo all'area del cantiere operativo CO01.

Per mitigare l'impatto dell'area del cantiere operativo CO01, si prevede l'installazione di una barriera di altezza pari a 5 metri localizzata lungo il lato nord-est del perimetro del cantiere verso il ricettore esposto; tale intervento di mitigazione, garantisce il pieno rientro nei limiti (**Tabella 5-25**).

Tabella 5-25 – Barriere antirumore cantieri fissi

CANTIERE	CODICE BARRIERA	LATO CANTIERE	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Superficie [m2]
CO01	C001	Nord-Est	150	5	750
TOTALI			150		750

Sarà infine da valutare l'eventuale necessità di effettuare, da parte delle imprese che opereranno, richiesta in deroga dei limiti di rumore secondo le procedure definite dalla normativa, per specifiche fasi di attività.

Le mitigazioni potranno essere in alternativa effettuate mediante delle dune in terra.

I risultati delle valutazioni a seguito della mitigazione sono riportati in forma numerica nella seguente **Tabella 5-29**, e in forma grafica nell'Allegato "**AMB-QAMB-RUM-061_065**".

Tabella 5-26 – Simulazione acustica Campo Base CB01 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
4019	Piano Terra	IV	52.2	60.0	-7.8	53.5	55.9	65.0	-9.1	2.4
4019	01° Piano	IV	52.7	60.0	-7.3	53.5	56.1	65.0	-8.9	2.6
4020	Piano Terra	IV	52.6	60.0	-7.4	53.5	56.1	65.0	-8.9	2.6
4020	01° Piano	IV	52.8	60.0	-7.2	53.5	56.2	65.0	-8.8	2.7
4021	Piano Terra	IV	50.7	60.0	-9.3	53.5	55.3	65.0	-9.7	1.8
4021	01° Piano	IV	51.3	60.0	-8.8	53.5	55.5	65.0	-9.5	2.0
4023	Piano Terra	III	53.8	55.0	-1.2	53.5	56.7	60.0	-3.3	3.2
4023	01° Piano	III	53.9	55.0	-1.1	53.5	56.7	60.0	-3.3	3.2

Tabella 5-27 – Simulazione acustica Campo Operativo 1 CO01 ante mitigazioni (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
2081	Piano Terra	III	52.7	55.0	-2.3	53.5	56.1	60.0	-3.9	2.6
2081	01° Piano	III	53.3	55.0	-1.7	53.5	56.4	60.0	-3.6	2.9
3008	Piano Terra	IV	55.4	60.0	-4.7	53.5	57.5	65.0	-7.5	4.0
3008	01° Piano	IV	55.7	60.0	-4.3	53.5	57.7	65.0	-7.3	4.2
3201	Piano Terra	IV	59.4	60.0	-0.6	53.5	60.4	65.0	-4.6	6.9
3201	01° Piano	IV	59.7	60.0	-0.3	53.5	60.6	65.0	-4.4	7.1
3202	Piano Terra	IV	56.7	60.0	-3.3	53.5	58.4	65.0	-6.6	4.9
3202	01° Piano	IV	55.0	60.0	-5.0	53.5	57.3	65.0	-7.7	3.8

Tabella 5-28 – Simulazione acustica Campo Operativo 2 CO02 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Zona PRG	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
6040	Piano Terra	III	51.9	55.0	-3.1	53.5	55.8	60.0	-4.2	2.3
6040	01° Piano	III	52.2	55.0	-2.8	53.5	55.9	60.0	-4.1	2.4
6040	02° Piano	III	52.3	55.0	-2.7	53.5	56.0	60.0	-4.0	2.5
6041	Piano Terra	IV	51.5	60.0	-8.5	53.5	55.6	65.0	-9.4	2.1
6041	01° Piano	IV	52.0	60.0	-8.0	53.5	55.8	65.0	-9.2	2.3
6041	02° Piano	IV	52.3	60.0	-7.7	53.5	55.9	65.0	-9.1	2.4
6042	Piano Terra	IV	52.3	60.0	-7.7	53.5	56.0	65.0	-9.0	2.5
6042	01° Piano	IV	53.1	60.0	-6.9	53.5	56.3	65.0	-8.7	2.8
6043	Piano Terra	III	54.6	55.0	-0.4	53.5	57.1	60.0	-2.9	3.6
6043	01° Piano	III	54.8	55.0	-0.2	53.5	57.2	60.0	-2.8	3.7
6091	Piano Terra	IV	55.3	60.0	-4.7	53.5	57.5	65.0	-7.5	4.0
6091	01° Piano	IV	56.0	60.0	-4.0	53.5	57.9	65.0	-7.1	4.4

Tabella 5-29 – Simulazione acustica Campo Operativo 1 CO01 post mitigazioni (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
2081	Piano Terra	III	52.7	55.0	-2.3	53.5	56.1	60.0	-3.9	2.6
2081	01° Piano	III	53.3	55.0	-1.7	53.5	56.4	60.0	-3.6	2.9
3008	Piano Terra	IV	55.4	60.0	-4.7	53.5	57.5	65.0	-7.5	4.0
3008	01° Piano	IV	55.7	60.0	-4.3	53.5	57.7	65.0	-7.3	4.2
3201	Piano Terra	IV	55.4	60.0	-4.7	53.5	57.5	65.0	-7.5	4.0
3201	01° Piano	IV	55.7	60.0	-4.3	53.5	57.7	65.0	-7.3	4.2
3202	Piano Terra	IV	56.7	60.0	-3.3	53.5	58.4	65.0	-6.6	4.9
3202	01° Piano	IV	55.0	60.0	-5.0	53.5	57.3	65.0	-7.7	3.8

5.6.5 Impatti cantieri mobili

Per quanto riguarda i cantieri mobili, si è scelto di effettuare dapprima un approccio tipologico. Le attività previste per l'allargamento alla terza corsia sono assimilabili a quelle per la realizzazione di nuove costruzioni stradali.

La scelta dell'attività da simulare è stata effettuata in ragione della loro rumorosità e della durata delle lavorazioni. Alla luce di tale analisi le attività più impattanti sono risultate essere la realizzazione di rilevati e in particolare la fase di "movimentazione terra per la realizzazione del rilevato".

Una volta individuati i singoli macchinari e la rumorosità complessiva delle attività previste è stata effettuata una simulazione al fine di stabilire il decadimento lineare del rumore man mano che ci si allontana dall'area di cantiere.

Sulla base dei risultati ottenuti, sulla distanza dei ricettori e sulla classificazione acustica delle aree, si evince che i ricettori ricadenti nella fascia A di pertinenza acustica risultano maggiormente impattate dalle attività.

Sulla base di tali dati, sono state individuate due aree di approfondimento entro cui effettuare delle simulazioni localizzate.

In particolare, sono stati effettuati gli approfondimenti nelle seguenti aree:

1. Comune di Bentivoglio, in prossimità della km 7+300;
2. Comune di Bentivoglio, in prossimità della km 16+700.

La scelta sulla tipologia di lavorazione è ricaduta sulle lavorazioni potenzialmente più rumorose tra quelle previste per tali attività, dal citato manuale "Conoscere per prevenire – La valutazione dell'inquinamento acustico prodotto dai cantieri edili".

Nella **Tabella 5-30** sono riportate le emissioni sonore in frequenza, associate alle sorgenti previste in queste aree di cantiere per l'attività ipotizzata.

Tabella 5-30 – Emissioni sonore in frequenza delle sorgenti principali

MACCHINARIO	FONTE	Frequenza (Hz)								Lw (dB)	Lw (dBA)
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Apripista	CPP	112.5	105.2	111.0	110.9	108.0	107.3	100.2	94.3	117.7	113.5
Pala meccanica cingolata	CPP	115.2	109.8	107.5	107.9	108.0	107.7	100.8	93.3	118.4	113.0
Escavatore cingolato	CPP	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	114.1	101.4
Autocarro dumper	CPP	113.1	109.7	109.7	111.1	111.9	110.2	102.0	92.3	120.0	115.9
Rullo compressore	CPP	109.0	97.5	96.6	98.1	99.3	95.0	87.3	82.1	110.8	102.5

CPP = Conoscere per prevenire n° 11 – La valutazione dell'inquinamento acustico dei cantieri edili – Comitato paritetico territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia

Nella **Tabella 5-31** si riporta l'elenco dei macchinari impiegati con i rispettivi livelli di potenza sonora, le ore di attività del cantiere e delle singole macchine ed i livelli di potenza

equivalenti, che corrispondono ai livelli di potenza valutati considerando l'effettivo impiego dei macchinari.

La valutazione dell'impatto acustico è stata effettuata mediante il software di simulazione numerica IMMI, illustrato in precedenza.

Tabella 5-31 – Livelli di emissione sonora Cantiere Mobile

Periodo di attività del cantiere	Macchinario					
	Tipo	N°	Lw (dBA)	% di impiego	% di Attività Effettiva	LwEQ (dBA)
8-18	Apripista	1	113.5	50	85	106.1
8-18	Pala meccanica cingolata	1	113.0	30	85	101.1
8-18	Escavatore cingolato	1	101.4	50	85	94.0
8-18	Autocarro dumper	1	115.9	100	85	114.5
8-18	Rullo compressore	1	102.5	70	85	98.0
Potenza sonora complessiva (6-22)						115.4

1.10.2.15 Verifica della compatibilità degli impatti

La verifica della compatibilità degli impatti con i limiti di legge previsti seguirà gli stessi criteri visti per quanto riguarda i cantieri fissi.

I risultati delle valutazioni sono riportati in forma numerica nelle seguenti

Tabella 5-32 e **Tabella 5-33** e in forma grafica nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-066_070", in cui per ognuno dei punti di calcolo sono stati calcolati i livelli di impatto complessivo (rumore cantieri + fondo ambientale) da confrontare con i limiti di immissione e il differenziale (impatto complessivo – rumore cantieri) da confrontare con il limite differenziale.

I risultati ottenuti mostrano un netto superamento dei limiti di emissione ed un leggero superamento dei limiti di immissione.

Relativamente ai limiti differenziali, si registrano degli esuberi significativi in corrispondenza di tutti gli edifici posti sul primo fronte rispetto ai lavori da svolgere.

Al fine di limitare quanto più possibile gli impatti, è stata prevista l'installazione di una barriera antirumore mobile di lunghezza variabile a seconda del tipo di attività che si dovranno svolgere e di altezza pari a 5 metri (generalmente 100 metri circa e comunque realizzate in maniera da schermare completamente i mezzi di lavoro presenti).

I risultati delle valutazioni sono riportati in forma numerica nelle seguenti **Tabella 5-34** e **Tabella 5-35** e in forma grafica nell'Allegato "AMB-QAMB-RUM-066_070". La presenza della barriera permette il pieno rispetto dei limiti di emissione e di immissione in entrambe le aree analizzate, mentre rimangono degli esuberi sui limiti differenziali nell'area 1. Sarà dunque da valutare l'eventuale necessità di effettuare da parte delle imprese che opereranno richiesta in deroga dei limiti di rumore secondo le procedure definite dalla normativa.

Tabella 5-32 – Simulazione acustica ante mitigazioni Cantiere Mobile Area 1 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
3001	Piano Terra	IV	80.2	60.0	20.2	53.5	80.2	65.0	15.2	26.7
3001	01° Piano	IV	80.2	60.0	20.2	53.5	80.2	65.0	15.2	26.7
3002	Piano Terra	IV	78.1	60.0	18.1	53.5	78.1	65.0	13.1	24.6
3002	01° Piano	IV	78.5	60.0	18.5	53.5	78.5	65.0	13.5	25.0

Tabella 5-33 – Simulazione acustica post mitigazioni Cantiere Mobile Area 1 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
3001	Piano Terra	IV	65.8	60.0	5.8	53.5	66.1	65.0	1.1	12.6
3001	01° Piano	IV	67.5	60.0	7.5	53.5	67.6	65.0	2.6	14.1
3002	Piano Terra	IV	64.2	60.0	4.2	53.5	64.5	65.0	-0.5	11.0
3002	01° Piano	IV	65.6	60.0	5.6	53.5	65.9	65.0	0.9	12.4

Tabella 5-34 – Simulazione acustica ante mitigazioni Cantiere Mobile Area 2 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
3171	Piano Terra	IV	65.6	60.0	5.6	53.5	65.8	65.0	0.8	12.3
3171	01° Piano	IV	67.3	60.0	7.3	53.5	67.4	65.0	2.4	13.9
3172	Piano Terra	IV	75.1	60.0	15.1	53.5	75.1	65.0	10.1	21.6
3172	01° Piano	IV	76.7	60.0	16.7	53.5	76.7	65.0	11.7	23.2

Tabella 5-35 – Simulazione acustica post mitigazioni Cantiere Mobile Area 2 (Periodo Diurno 6_22)

Codice	Piano	Classe	IMPATTO [dB(A)]	LIMITE EMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	FONDO [dB(A)]	LIVELLO TOTALE [dB(A)]	LIMITE IMMISSIONE [dB(A)]	DELTA [dB]	DIFFERENZIALE [dB]
3171	Piano Terra	IV	55.9	60.0	-4.1	53.5	57.9	65.0	-7.1	4.4
3171	01° Piano	IV	58.9	60.0	-1.1	53.5	60.0	65.0	-5.0	6.5
3172	Piano Terra	IV	61.8	60.0	1.8	53.5	62.4	65.0	-2.6	8.9
3172	01° Piano	IV	63.4	60.0	3.4	53.5	63.8	65.0	-1.2	10.3

5.6.6 CONCLUSIONI

Il presente studio ha riguardato gli impatti acustici relativi ai lavori più significativi ed estesi (cantieri principali, cantieri mobili), ove possibile individuando anche le fasi più impattanti e rumorose.

Per ciascuna attività di cantiere sono state spiegate le metodologie di calcolo, i dati di input, le ipotesi progettuali e riportati i risultati ottenuti con appositi modelli di simulazione. Ove necessario, si è provveduto a dimensionare opportune mitigazioni acustiche indirette (barriere poste lungo la via di propagazione del rumore), oltre a prevedere un set di mitigazioni dirette sulle sorgenti (tunnel afonici).

Relativamente ai cantieri fissi, è stata prevista l'installazione di barriere per una lunghezza complessiva pari a 150 metri e altezza pari a 5 metri da collocare lungo i lati del perimetro del cantiere verso i ricettori esposti.

Per quanto riguarda i cantieri mobili, nelle aree individuate come potenzialmente impattate si consiglia l'utilizzo di barriere mobili di lunghezza variabile (generalmente 100 metri circa e comunque realizzate in maniera da schermare completamente i mezzi di lavoro presenti) e altezza pari a 5 metri.

L'impresa appaltatrice, in base alla propria organizzazione e ai tempi programmati, redigerà in ogni caso la Valutazione di impatto acustico per tutte le aree di cantiere e i cantieri mobili individuati come critici, nel rispetto delle specifiche contenute nel Capitolato Ambientale e considerando il presente studio come base analitica e modellistica, facendovi esplicito riferimento ed evidenziando le modifiche eventualmente intercorse e i necessari correttivi alle stime di impatto e al dimensionamento delle misure di mitigazione, nonché specificando l'entità e la durata delle eventuali deroghe richieste.

6 VIBRAZIONI

1.1 INTRODUZIONE E DESCRIZIONE DEL FENOMENO

Le vibrazioni rappresentano una forma di energia in grado di provocare disturbi o danni psico-fisici sull'uomo ed effetti sulle strutture.

Tali impatti dipendono, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche del fenomeno, con particolare riferimento all'intensità delle vibrazioni, frequenza, punto e direzione di applicazione nonché durata e vulnerabilità specifica del bersaglio (organismo od opera inanimata).

Sono comunemente adottate per rappresentare il fenomeno vibratorio le seguenti grandezze:

- ampiezza (mm), ossia il valore dello spostamento lineare rispetto alla posizione di equilibrio;
- velocità (m/s) di spostamento rispetto alla posizione di equilibrio;
- accelerazione (m/s^2);
- frequenza (hertz).

La modellazione del comportamento del terreno sotto l'azione dinamica determinata dal passaggio del traffico veicolare rappresenta un problema di estrema complessità, da un lato per la difficoltà insita nella scelta di parametri rappresentativi del terreno, dall'altro per la scarsa conoscenza dell'effetto dinamico indotto dal traffico sul terreno stesso. Da qui la necessità di disporre di dati sperimentali rilevati in ambienti e condizioni di esercizio simili a quelle in progetto.

Ipotizzando il terreno come un continuo elastico omogeneo, le sollecitazioni dinamiche determinate dal traffico possono essere sia di compressione che di taglio. Esistono inoltre altri due tipi di onde di superficie, note come onde di Rayleigh e onde di Love, che si creano all'interfaccia tra due mezzi non omogenei.

Fra le onde superficiali assumono rilevanza prevalente le onde di Rayleigh, che si smorzano molto lentamente e quindi vengono avvertite alle maggiori distanze. Le onde di taglio hanno velocità di 30÷300 m/s nel terreno; le onde di compressione hanno una velocità di 2,5÷4 volte superiori alle onde di taglio e a quelle di Rayleigh.

L'attenuazione delle vibrazioni è caratterizzata da tre componenti primarie:

- l'attenuazione geometrica, che dipende dal tipo di sorgente (lineare, puntuale) e dal tipo di onda;
- l'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno;
- l'attenuazione dovuta alla presenza di discontinuità nel terreno (presenza di strati sub-verticali con caratteristiche smorzanti, di microfessurazioni, di cave di impiantistici sotto la sede stradale, ecc.).

L'attenuazione geometrica per una linea di emissione di lunghezza infinita (lunghezza del tracciato maggiore della distanza sorgente-ricettore) si esprime come:

$$A_g = 10 \cdot \log_{10}((d+d_0)/d)^n$$

dove:

- $d+d_0$: distanza dall'asse della linea autostradale [m];
- d_0 : distanza di riferimento a cui è nota l'intensità della vibrazione [m];
- $n=1$ per tracciato di superficie.

L'attenuazione dovuta all'assorbimento del terreno dipende dalla frequenza, dalla velocità di propagazione dell'onda e dal tipo di onda, e si esprime nella forma:

$$A_t = 4,34 \cdot \Omega \cdot \eta \cdot x/c$$

dove:

- x : distanza dall'asse della linea autostradale [m];
- Ω : frequenza [$rad \cdot s^{-1}$];
- η : coeffic. di assorbimento del terreno (fattore di perdita)

$$c = \sqrt{E/d}$$

- c : velocità di propagazione dell'onda longitudinale nel terreno [m/s];
- E : modulo elastico [N/m^2];
- d : densità del terreno [kg/m^3].

Un terreno saturo d'acqua consente minori livelli di vibrazione nel terreno (onde di compressione) a causa della incomprimibilità dei liquidi e quindi di una maggiore resistenza alla deformazione. La deformazione per taglio è viceversa indipendente dalla presenza di acqua nel sottosuolo.

L'attenuazione dovuta alle discontinuità del terreno può essere considerata in modo semplificato ammettendo che l'onda di compressione si sposti dal suolo "a" al suolo "c" e che incida perpendicolarmente alla superficie di separazione dei due mezzi:

$$A_i = 20 \cdot \log[(1+d_c \cdot c_c/d_a \cdot c_a)/2]$$

dove:

- d_c, d_a densità dei suoli "c" e "a" [kg/m^3];
- c_c, c_a velocità di propagazione nei suoli "c" e "a" [m/s].

La propagazione delle vibrazioni negli edifici vicini ai tracciati autostradali e la risposta di pareti e solai dipende dalle caratteristiche costruttive dell'edificio. Al fine delle valutazioni è importante separare i due aspetti fondamentali del fenomeno, correlati all'interazione suolo-fondazioni ed alla propagazione nel corpo dell'edificio.

Il primo aspetto è legato al fatto che la mancanza di continuità all'interfaccia terreno-struttura dà luogo a fenomeni dissipativi, configurandosi come un fenomeno favorevole all'attenuazione. Detto fenomeno è perciò condizionato dalla tipologia delle fondazioni (fondazioni a platea, fondazioni su plinti isolati, pali di fondazioni, ecc.).

La modalità di propagazione nel corpo dell'edificio è determinante per la stima degli effetti indotti sugli abitanti che sulle strutture in quanto i pavimenti, pareti e soffitti degli edifici

sono soggetti a significative amplificazioni delle vibrazioni trasmesse dalle fondazioni. In molti casi la risonanza delle strutture orizzontali può causare una amplificazione delle vibrazioni nel campo di frequenze comprese tra 10 e 30 Hz. I problemi maggiori si verificano quando la frequenza di risonanza dei solai coincide con la frequenza di picco dello spettro di vibrazione del terreno.

Negli edifici multipiano un valore di attenuazione delle vibrazioni da piano a piano è approssimativamente pari a 3 dB per i piani bassi e di circa 1 dB alle basse frequenze in corrispondenza dei piani alti.

Al fine di evitare possibili danni è generalmente consigliato di adottare un valore limite di velocità di picco pari a 5 mm/s. Per edifici di vecchia costruzione ed edifici storici la normativa tedesca DIN4150 raccomanda un valore massimo di velocità pari a 2 mm/s. E' inoltre generalmente riconosciuto che i livelli di vibrazioni in grado di determinare danni alle strutture degli edifici sono più alti di quelli normalmente tollerati dalle persone. Questo implica che una volta soddisfatto l'obiettivo prioritario di garantire alle comunità dei livelli vibrometrici accettabili, risulta automaticamente soddisfatto l'obiettivo di salvaguardare il patrimonio architettonico.

Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non sono concentrati su un organo bersaglio, ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

Infine, con riferimento agli effetti sulle attività produttive, la continua tendenza in alcuni settori dell'industria e della ricerca a perfezionare e rendere più precise le strumentazioni ha determinato il consolidarsi di situazioni di elevata sensibilità alle vibrazioni. Il funzionamento di microscopi ottici ed elettronici può ad esempio essere disturbato da livelli di vibrazioni inferiori alla soglia di percezione umana. La sensibilità di queste strumentazioni dipende, oltre che dalle caratteristiche costruttive, dalla presenza di sistemi atti a isolare il basamento della macchina dalle vibrazioni.

1.2 QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO

A differenza del rumore ambientale, regolamentato a livello nazionale dalla *Legge Quadro n. 447/95* (e successivi decreti attuativi), non esiste al momento alcuna legge che stabilisca limiti quantitativi per l'esposizione alle vibrazioni. Esistono invece numerose norme tecniche, emanate in sede nazionale ed internazionale, che costituiscono un utile riferimento per la valutazione del disturbo in edifici interessati da fenomeni di vibrazione.

Per quanto riguarda il disturbo alle persone, i principali riferimenti sono costituiti dalla norma ISO 2631 / Parte 2 "Evaluation of human exposure to whole body vibration / Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz)". La norma assume particolare rilevanza pratica poiché ad essa fanno riferimento le norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale relativi alla componente ambientale "Vibrazioni", contenute nel *DPCM 28/12/1988*. Ad essa, seppur con alcune non trascurabili differenze, fa riferimento la norma UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo".

Nel seguito si descrivono sinteticamente i contenuti delle principali normative.

Norma ISO 2631/2

La ISO 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1÷80 Hz e il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a_{rms} definito come:

$$a_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

dove $a(t)$ è l'accelerazione in funzione del tempo, T è la durata dell'integrazione nel tempo dell'accelerazione.

La norma definisce tre curve base per le accelerazioni e tre curve base per le velocità (in funzione delle frequenze di centro banda definite per terzi di ottava), che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di disturbo, rispettivamente per le accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X,Y e alla combinazione dei tre assi (i valori numerici delle curve base sono indicati nella Tabella 6-1 riportata nel seguito).

Tabella 6-1 – Valori Numerici per le Curve Base delle Accelerazioni (ISO 2631-2)

Frequenz a [Hz]	Accelerazione in $m/s^2 \cdot 10^{-3}$		
	Asse Z	Assi X,Y	Assi combinati
1	10.00	3.60	3.60
1.25	8.90	3.60	3.60
1.6	8.00	3.60	3.60
2	7.00	3.60	3.60
2.5	6.30	4.51	3.72
3.15	5.70	5.68	3.87
4	5.00	7.21	4.07
5	5.00	9.02	4.30
6.3	5.00	11.40	4.60
8	5.00	14.40	5.00
10	6.30	18.00	6.30
12.5	7.81	22.50	7.80
16	10.00	28.90	10.00
20	12.50	36.10	12.50
25	15.60	45.10	15.60
31.5	19.70	56.80	19.70
40	25.00	72.10	25.00
50	31.30	90.20	31.30
63	39.40	114.00	39.40
80	50.00	144.00	50.00

L'Annex A della ISO 2631-2 (che non rappresenta peraltro parte integrale della norma) fornisce informazioni sui criteri di valutazione della risposta soggettiva alle vibrazioni; in

pratica sono riportati i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base delle accelerazioni e delle velocità al variare del periodo di riferimento (giorno e notte), del tipo di vibrazione (vibrazioni continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie); i valori dei fattori di moltiplicazione sono indicati nella Tabella 6-2 riportata nel seguito.

Tabella 6-2 – Fattori di Moltiplicazione delle Curve Base (ISO 2631-2 Annex A)

Destinazione d'uso	Periodo	Vibrazioni	
		Continue Intermittenti	Transitorie
Luoghi di lavoro critici (camere operatorie, laboratori di precisione, teatri, ecc.)	Giorno	1	1
	Notte		
Edifici residenziali	Giorno	2÷4	30÷90
	Notte	1.4	1.4÷20
Uffici	Giorno	4	60÷128
	Notte		
Luoghi di lavoro	Giorno	8	90÷128
	Notte		

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano e deve essere rilevato il valore di accelerazione r.m.s. perpendicolarmente alla superficie vibrante. Nel caso di edifici residenziali in cui non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

Norma UNI 9614

La norma è sostanzialmente in accordo con la ISO 2631-2. Generalmente, tra le due norme, la UNI 9614 si configura come più restrittiva. Tuttavia, sebbene le modalità di misura siano le stesse, la valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione r.m.s. ponderato in frequenza, il quale è confrontato con una serie di valori limite dipendenti dal periodo di riferimento (*giorno*, dalle 7:00 alle 22:00, e *notte*, dalle 22:00 alle 7:00) e dalle destinazioni d'uso degli edifici.

Dato che gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, vanno impiegati dei filtri che ponderano le accelerazioni a seconda del loro effetto sul soggetto esposto. Tali filtri rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo. I simboli dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza e del corrispondente livello sono rispettivamente, a_w e L_w . Quest'ultimo, espresso in dB, è definito come $L_w = 20 \log_{10} (a_w / 10^{-6} \text{ ms}^{-2})$.

Nell'Appendice, che non costituisce parte integrante della norma, della Norma UNI 9614 si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in

frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori limite indicati nelle Tabelle riportate nel seguito.

Tabella 6-3 – Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per l'Asse Z

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (Notte)	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni (Giorno)	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 6-4 – Limite UNI 9614 delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza, di Livello Costante e non Costante, Validi per gli Assi X,Y

Destinazione d'Uso	a_w [m/s ²]	L_w [dB]
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni (Notte)	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni (Giorno)	$7,2 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

Tabella 6-5 – Limiti delle Accelerazioni Complessive Ponderate in Frequenza in Presenza di Vibrazioni Impulsive

Destinazione d'Uso	a_w (Z) [m/s ²]	a_w (XY) [m/s ²]
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Notte)	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Abitazioni (Giorno)	0,30	0,22
Uffici	0,64	0,46
Fabbriche	0,64	0,46

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Norma UNI 9916

I danni agli edifici determinati dalle vibrazioni vengono trattati dalla UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", norma in sostanziale accordo con i contenuti tecnici della ISO 4866 e in cui viene richiamata, sebbene non faccia parte integrante della norma, la DIN 4150, parte 3.

Tale norma non è qui commentata in quanto, come già detto, i limiti per la protezione degli edifici, in essa richiamati, sono meno restrittivi di quelli per la protezione della popolazione, sopra esposti.

La caratterizzazione del territorio è propedeutica alla valutazione degli impatti derivanti dall'opera in esame e in esame per quanto concerne l'individuazione di ricettori particolarmente sensibili e la caratterizzazione geologica dei terreni interessati.

Le classi di sensibilità, a prescindere da considerazioni locali quali ad esempio lo stato di conservazione, la tipologia costruttiva dell'immobile, sono state stilate sulla base della destinazione d'uso dell'immobile, in conformità con la Norma UNI 9614 (i limiti indicati da tale norma risultano essere molto più restrittivi di quelli indicati nella Norma ISO 2631-2; pertanto nella presente relazione si farà riferimento ai limiti UNI), e sono definite come nella tabella seguente.

Tabella 6-6 – Classi di Sensibilità

N.	Destinazione D'uso	Classe di Sensibilità
1	Aree critiche	MOLTO ALTA
2	Abitazioni	ALTA
3	Uffici	MEDIA
4	Fabbriche	BASSA

Le aree critiche, indicate in Tabella 6-6, includono le aree archeologiche di importanza storico-monumentale, le infrastrutture sanitarie (ospedali, case di cura e riposo), le infrastrutture per l'istruzione nonché le industrie che impiegano macchinari di precisione.

1.3 STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Le emissioni di vibrazioni da parte del traffico autostradale dipendono da numerosi fattori. In generale il livello di vibrazioni emesso da mezzi pesanti è sensibilmente maggiore di quello dei veicoli leggeri. Inoltre il fattore determinante è lo stato della pavimentazione stradale: emissioni sensibili si hanno essenzialmente in corrispondenza di irregolarità della superficie. La velocità di transito influenzano il livello di emissione e parzialmente anche il contenuto in frequenza. Quest'ultimo è in genere dominante nella banda tra 8 e 20 Hz.

Dati disponibili in letteratura confermano che le vibrazioni indotte da traffico leggero sono al di sotto della soglia di percezione ad una decina di metri di distanza. Secondo alcuni autori un automezzo pesante produce velocità particellari inferiori a 0.1mm/s a 15m.

Dai valori sintetizzati nelle tabelle sotto riportate si evincono effetti derivanti dal fenomeno vibratorio di livello molto basso ed assai inferiori ai valori limite indicati dalle norme di riferimento. Le vibrazioni non costituiscono quindi, per i casi esaminati, un problema rilevante. Nelle tabelle sono evidenziati, per ogni posizione di misura i valori globali degli spettri pesati e lineari espressi in m/s^2 o dB, confrontati con i relativi limiti di riferimento.

Si evidenzia che tra le misure eseguite sull'autostrada A4 nel tratto Cormano – Viale Certosa (il tratto autostradale più trafficato della rete italiana), la misura "Z" è stata

addirittura svolta direttamente sulla sede autostradale (in piazzola di emergenza) e anche in questo caso si è verificato che i livelli vibrometrici sono al di sotto dei limiti.

In particolare la Tabella 6-7 riporta i risultati di alcune indagini svolte nel corso dell'anno 2011 proprio presso alcuni ricettori posti nell'area di studio dell'autostrada A13 (i rapporti di prova sono contenuti nell'allegato PAC0003 Indagini acustiche e vibrazionali): anche queste misure evidenziano l'assenza di situazioni di disturbo.

Sulla base di quanto esaminato, si può concludere che le vibrazioni non rappresentano un elemento di criticità per la tipologia di opera in esame. Le diverse misure svolte presso altre autostrade (in genere poste su suoli più rigidi, favorevoli alla propagazione delle vibrazioni), e lungo la stessa A13, hanno evidenziato livelli vibratori molto al di sotto dei limiti di riferimento.

Tabella 6-7 – Misure A13 Tratto Bologna – Ferrara

Punto	Distanza da autostrada (m)	Data	Postazione	Lw [dB]	Llim [dB]
VIB001 Bentivoglio (BO)	6	24.05.2011	Z	58.9	74.0
		24.05.2011	Y	59.7	74.0
		24.05.2011	Z	58.4	74.0
		24.05.2011	X	55.5	74.0
VIB002 Poggio Renatico (FE)	15	24.05.2011	Z	57.5	74.0
		24.05.2011	Y	56.0	74.0
		24.05.2011	Z	59.3	74.0
		24.05.2011	X	47.5	74.0
VIB003 Poggio Renatico (FE)	30	24.05.2011	Z	52.8	74.0
		24.05.2011	Y	56.8	74.0
		24.05.2011	Z	53.7	74.0
		24.05.2011	X	48.9	74.0
VIB004 Ferrara (FE)	20	24.05.2011	Z	54.1	74.0
		24.05.2011	Y	46.4	74.0
		24.05.2011	Z	54.4	74.0
		24.05.2011	X	44.6	74.0

Tabella 6-8 – Misure A14 Tratto Bologna S. Lazzaro – Ravenna

Punto	Distanza da autostrada (m)	Data	Postazione	Lw [dB]	Llim [dB]
VIB001 San Lazzaro di Savena (BO)	50	28/03/2011	Z	46.0	74.0
		28/03/2011	Y	50.3	74.0
		28/03/2011	Z	46.7	74.0
		28/03/2011	X	51.0	74.0
VIB002 Castel San Pietro (BO)	30	28/03/2011	Z	47.9	74.0
		28/03/2011	X	48.8	74.0
		28/03/2011	Z	46.4	74.0
		28/03/2011	Y	53.4	74.0
VIB003 Castel San Pietro (BO)	30	28/03/2011	Z	46.3	74.0
		28/03/2011	Y	47.5	74.0
		28/03/2011	Z	46.4	74.0
		28/03/2011	X	52.1	74.0
VIB004 Imola (BO)	20	28/03/2011	Z	67.4	74.0
		28/03/2011	Y	56.8	74.0
		28/03/2011	Z	67.9	74.0
		28/03/2011	X	55.1	74.0
VIB005 Imola (BO)	03	28/03/2011	Z	48.7	74.0
		28/03/2011	Y	60.1	74.0
		28/03/2011	Z	49.7	74.0
		28/03/2011	X	39.6	74.0

Tabella 6-9 – Misure A4 Tratto Certosa – Sesto San Giovanni

Punto	Distanza da autostrada (m)	Data	Postazione	Asse	Lw [dB]	Llim [dB]
B-164 – Cormano	5	24/11/09	Y	0.69	56.8	74.0
		24/11/09	Z	1.84	65.3	74.0
C-712 – Cinisello	3	25/11/09	Y	0.95	59.6	74.0
		25/11/09	Z	1.13	61	74.0
D-247 – Cinisello	10	24/11/09	Y	0.53	54.6	74.0
		24/11/09	Z	0.94	59.4	74.0
E-397 – Cormano	10	25/11/09	Y	0.81	58.2	74.0
		25/11/09	Z	1.88	65.5	74.0
Z	Misura eseguita in corsia di emergenza	25/11/09	X	0.29	49.4	74.0
		25/11/09	Z	1.11	60.9	74.0

1.4 STIMA DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

I problemi di vibrazioni in fase di costruzione delle opere possono derivare da emissione dirette di vibrazioni nel corso delle lavorazioni e da emissione di rumore a bassa frequenza, in relazione ai fattori causali e agli effetti riassunti in Tabella 6-10.

Tabella 6-10 – Problematiche vibrazionali in fase di costruzione

PROBLEMATICHE	PRINCIPALI FATTORI CAUSALI	EFFETTI POTENZIALI
EMISSIONE VIBRAZIONI	Demolizioni strutture esistenti in c.a. con martelli pneumatici, martelloni o altro Infissione pali o scavo pali di fondazione con metodi a percussione	Vibrazioni trasmesse dal terreno agli elementi strutturali degli edifici, con emissione di rumore per via solida
	Compattazione sottofondi rilevati con vibrocompattatori, rulli vibranti, ecc.	
	Traffico di cantiere	
EMISSIONE RUMORE A BASSA FREQUENZA	Macchine operatrici nell'area di cantiere	Vibrazione elementi strutturali (vetri, suppellettili) con emissione di rumore in corrispondenza delle frequenze di risonanza

I problemi di disturbo, anche in assenza di superamento dei limiti di legge, sono di importanza variabile in relazione alla tecnica costruttiva e generalmente più frequenti quando le lavorazioni sono estese al periodo notturno.

I casi tipici riguardano gli scavi delle gallerie con impiego di esplosivi o mezzi meccanici mentre lo scavo con frese o utensili a rotazione non determina generalmente effetti significativi. Gli scavi con mezzi meccanici (martellone pneumatico, ecc.) sono associati a emissioni significative e richiedono le opportune accortezze gestionali. Nel progetto in studio non sono comunque presenti tali lavorazioni.

Significative, e spesso disturbanti, anche le lavorazioni svolte con macchine operatrici a breve distanza dai ricettori, quali ad esempio quelle necessarie per il consolidamento degli edifici prossimi a fronti di scavo, realizzazione di jet grouting o micropali. Le attività svolte con martelli pneumatici per la demolizione di cordoli, la scapitozzatura di pali e testa paratie, ecc. possono introdurre nel terreno di fondazione dell'edificio elevati livelli energetici di vibrazioni. Non in tutte le situazioni è possibile ridurre l'intensità e la necessità delle lavorazioni e le azioni attuabili rientrano di fatto nella gestione ambientale di cantiere. Lo Studio di Impatto Ambientale esamina prioritariamente il disturbo ai sensi della UNI 9614, in considerazione del fatto che questi sono più bassi di quelli relativi al danno: in assenza di disturbo alle persone è escluso anche qualsiasi danno ai fabbricati.

1.4.1 Stima livelli vibrazionali

Il livello di vibrazione in corrispondenza di un ricettore ad una distanza "x" dal fronte di scavo di una galleria o dal punto in cui opera una attrezzatura di cantiere è pari al livello alla distanza di riferimento "x0", diminuito della somma delle attenuazioni che si verificano nel terreno tra x0 e x:

$$L(x) = L(x_0) - \sum_i A_i$$

Il livello di base L(x0) è generalmente ricavato da misure sperimentali a distanze comprese tra 5 m e 25 m. Le componenti di attenuazione e amplificazione delle vibrazioni

all'interno del terreno e sull'edificio, introdotte nel modello di calcolo come valori medi, riguardano:

- attenuazione per dissipazione interna del terreno;
- attenuazione per dissipazione interna del terreno
- attenuazione geometrica, in relazione al tipo di sorgente e di onda
- attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno
- attenuazione dovuta all'accoppiamento terreno-fondazione
- attenuazione dovuta alla propagazione in direzione verticale nel corpo dell'edificio
- amplificazione determinata dai solai

Lo schema concettuale sopra descritto è illustrato nella figura seguente, mentre nel seguito viene descritta la metodologia di calcolo adottata.

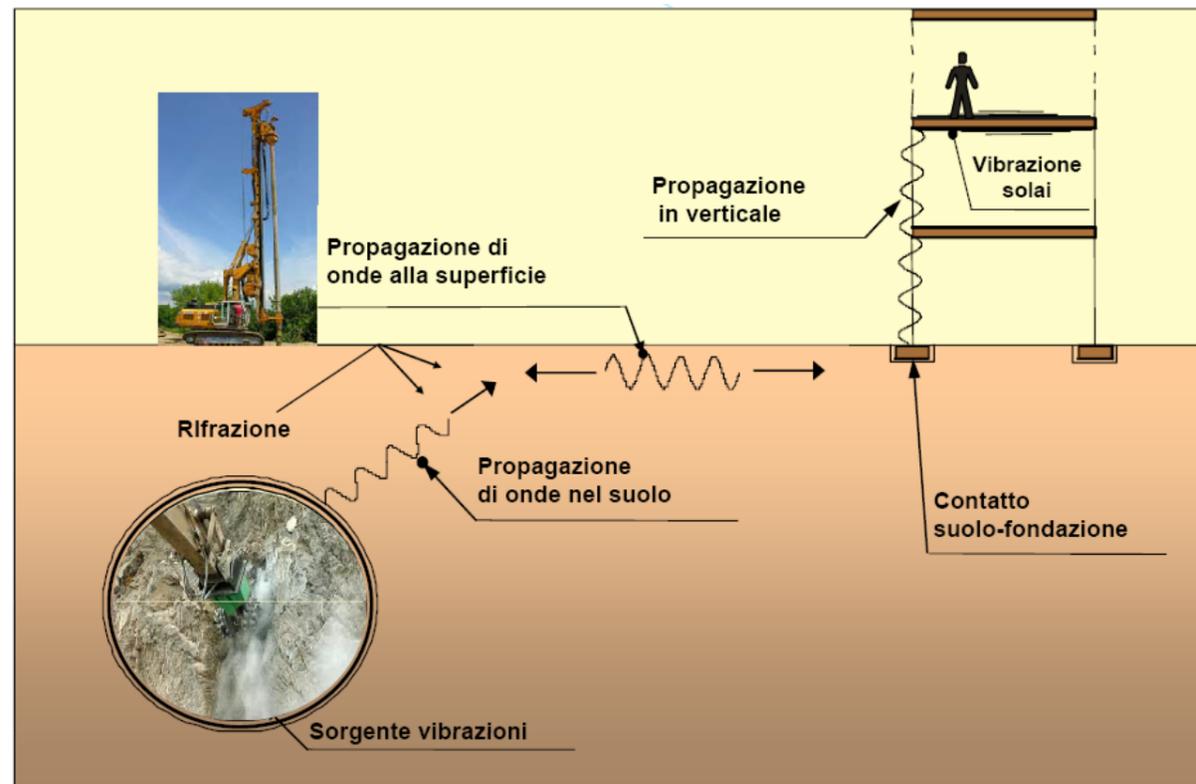


Figura 6-1: schema concettuale propagazione vibrazioni

1.4.1.1 Attenuazione per dissipazione interna del terreno

L'attenuazione di un campo vibrazionale al variare della distanza da una sorgente vibratoria all'interno di un mezzo solido (terreno) è principalmente funzione dell'effetto combinato dell'attenuazione geometrica e della dissipazione interna del terreno. L'attenuazione geometrica è legata al fenomeno di propagazione dell'energia vibratoria entro volumi di terreno che aumentano all'aumentare della distanza dalla sorgente. In un mezzo omogeneo essa è legata sia alla geometria della sorgente (puntuale, lineare, etc.),

sia alle caratteristiche del dominio sede dei fenomeni propagatori (presenza di frontiere, discontinuità, etc.).

L'attenuazione per dissipazione del terreno è legata alle caratteristiche dissipative del mezzo all'interno del quale avviene la propagazione di energia vibratoria, in questo caso il deposito di terreno. Il problema propagatorio si risolve mediante una funzione di trasferimento che esprime per ogni frequenza, il rapporto tra l'ampiezza di vibrazione al piede del ricettore in condizioni di campo libero e l'ampiezza dello spettro di carico alla sorgente. Vale la seguente equazione:

$$A(d,f) = A(d_0,f) \cdot (d_0/d)^n \cdot e^{-(2\pi f \eta c)(d-d_0)}$$

in cui:

η fattore di perdita del terreno,
 c velocità di propagazione in m/s,
 f frequenza in Hz,
 d distanza in m,
 d_0 distanza di riferimento a cui è noto lo spettro di emissione.

L'esponente n varia a seconda del tipo di onda e di sorgente di vibrazioni, come indicato nella Tabella 6-10. Nel caso di sorgenti di vibrazione correlate ad attività di cantiere, considerando prevalente il contributo di una sorgente superficiale puntiforme, si assumerà un valore di $n = 0.5$.

Tabella 6-11 – valori del parametro “n”

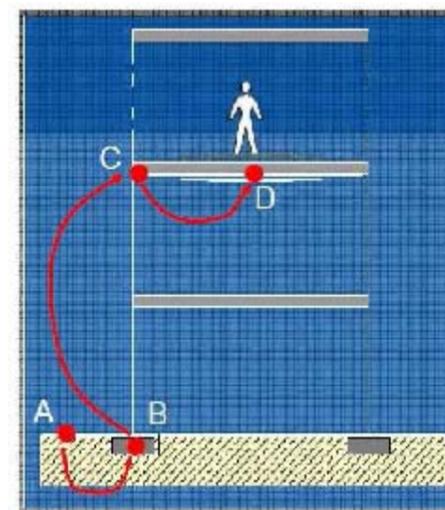
Localizzazione della sorgente	Tipo di sorgente	Onde indotte	n
Superficie	Puntuale	Onde di pressione	2.0
		Onde di superficie	0.5
	Linea	Onde di pressione	1.0
		Onde di superficie	0
Profonda	Puntuale	Onde di pressione	1.0
	Lineare	Onde di pressione	0.5

Per quanto riguarda il termine esponenziale, esso rappresenta i fenomeni di dissipazione di energia meccanica in calore, che risulta dipendente dalla frequenza, dalle caratteristiche meccaniche del materiale (e dunque dalla velocità di propagazione) e dal fattore di perdita del mezzo. Si nota che le alte frequenze si estinguono dopo un breve percorso, mentre le frequenze più basse si propagano a distanze maggiori. Il rapporto η/c dipende dal particolare tipo di terreno considerato, e tende a diminuire al crescere del livello di compattamento del terreno.

I valori tipici di densità, velocità di propagazione e fattore di perdita, noti esclusivamente per alcune classi geologiche e in presenza di un ammasso omogeneo, sono riassunti in Tabella 6-12.

Tabella 6-12 – valori tipici densità, velocità di propagazione e fattore di perdita

TIPO DI TERRENO	DENSITA' [t/m ³]	VELOCITA' DI PROPAGAZIONE [m/s]	FATTORE PERDITA η
Roccia compatta	2.65	3500	0.01
Sabbia, limo, ghiaia, loess	1.6	600	0.1
Argilla, terreni argillosi	1.7	1500	0.2+0.5
Molasse (1)	2.25	1075	0.05
Sabbie e ghiaie di Messina	2.00	834	0.05
Scisti cristallini (2)	2.25	3000	0.05
Depositi alluvionali	1.83	527	0.05
Calcarei evaporitici	2.25	3350	0.05



1.4.1.2 Attenuazione dovuta a ostacoli o discontinuità del terreno

Un ulteriore fenomeno di cui si deve tener conto è quello che sorge se nel terreno si hanno superfici di separazione fra strati con diversa impedenza meccanica: una quota di energia viene riflessa da tali superfici di discontinuità e non viene quindi percepita al di là di esse. In particolare, se l'eccitazione avviene al di sotto dello strato superficiale sovraconsolidato, l'interfaccia fra esso ed il terreno incoerente sottostante riduce l'ampiezza delle vibrazioni che riescono ad attraversare tale interfaccia. Il fattore che esprime tale attenuazione, sempre minore di 1, è legato al rapporto fra le impedenze dei due strati (si rammenta che l'impedenza è data dal prodotto fra la velocità di propagazione delle onde di taglio e la densità del materiale). Esso è espresso dalla seguente relazione:

$$F_r = \frac{1 + \frac{\rho_2 \cdot c_2}{\rho_1 \cdot c_1}}{2}$$

in cui il pedice 1 si riferisce al materiale con impedenza più bassa dei due.

Nel presente studio questo fenomeno non è tenuto in considerazione perché non si riscontrano situazioni con presenza di ostacoli significativi tra le fonti di vibrazioni e i ricettori. Tale assunzione risulta a favore di una maggiore cautela nell'interpretazione dei dati delle simulazioni.

1.4.1.3 Propagazione all'interno dell'edificio

Il modello di propagazione sopra illustrato si riferisce ai soli fenomeni che avvengono nel terreno, supposto omogeneo ed isotropo. Bisogna tener conto che in corrispondenza dei ricettori del segnale vibrazionale, l'eventuale disturbo indotto dalla sorgente vibrazionale è percepito dalle persone sia in termini di moto delle superfici di contatto del corpo umano con l'edificio stesso (vibrazione vera e propria), sia in termini di pressione sonora generata dal moto delle superfici di orizzontamento e dalle pareti verticali. Di conseguenza andrebbe considerata la propagazione delle vibrazioni dall'esterno dell'edificio al suo interno. A tale scopo, è utile suddividere il problema complessivo della risposta alle vibrazioni degli edifici in tre fenomeni (Figura 6-2):

- accoppiamento terreno – fondazioni (A-B);
- propagazione lungo la struttura verticale (B-C);
- effetto degli orizzontamenti (C-D).

Figura 6-2: Schematizzazione propagazione terreno-edificio

La valutazione dell'attenuazione/amplificazione del livello di vibrazione nel passaggio entro un edificio può essere quindi condotta individuando i seguenti passaggi:

- dall'esterno dell'edificio al piano terra, o al piano interrato se presente (effetto dell'accoppiamento terreno-fondazioni); l'accoppiamento tra terreno e fondazioni, come emerso da misurazioni effettuate nell'ambito di studi precedenti e confermato da indicazioni di bibliografia (Saurenman et. al, 1982), produce un'attenuazione del livello di vibrazione compresa tra 5 e 10 dB, al variare della tipologia fondazionale, su larga parte dello spettro di interesse.
- dal piano interrato o dal piano terra ad un piano abitato sul perimetro degli orizzontamenti (effetto della risposta della struttura verticale dell'edificio);
- dal perimetro degli orizzontamenti al centro degli stessi (effetto dei solai, o piastre di piano).

Gli ultimi due fenomeni comportano due effetti generalmente contrari, il primo di attenuazione ed il secondo di amplificazione, su intervalli di frequenza tuttavia diversi.

Nel presente studio è stato considerato quale spettro al ricettore (persona o edificio) quello calcolato in campo libero non tenendo conto dell'effetto indotto dalle strutture di fondazione, verticali e di piano sul livello di vibrazione all'interno degli edifici.

Tale assunzione è stata presa sulla base delle tre considerazioni/condizioni seguenti:

1. La mancanza di informazioni dettagliate sulle caratteristiche degli edifici, quali tipologia fondazionale, presenza di piani interrati, tipologia costruttiva (muratura, cemento armato ecc.) e dimensione della luce dei solai, che consentano di determinare le modalità di propagazione della sorgente vibratoria nell'edificio.
2. La specificità di risposta di ogni edificio in termini di amplificazione o attenuazione del livello di vibrazione, nel campo di frequenze di interesse. Tale specificità rende difficile estendere il risultato ottenuto su di un edificio agli edifici circostanti, tranne nel caso di evidente somiglianza (tipologia di struttura verticale, numero di piani, tipologia di orizzontamento, anno di costruzione, stato di conservazione). In misure condotte in

progetti analoghi per la valutazione della risposta strutturale, si riscontra una sostanziale costanza del livello complessivo di vibrazione (calcolato secondo le indicazioni della norma UNI 9614) nel passaggio dal piano basso al piano alto dell'edificio.

3. Da esperienze precedenti e dati di letteratura tecnica (ad esempio, Pezzoli, 2004), l'effetto di amplificazione indotto dal comportamento elastico delle solette sul livello di vibrazione al centro dei locali di abitazione (localizzato nell'intorno della frequenza propria di vibrazione dell'orizzontamento) è compensato su di uno spettro di frequenza più ampio dall'effetto di attenuazione indotto dall'accoppiamento terreno-struttura a livello fondazionale.

1.4.1.4 Emissioni di riferimento

La valutazione dei livelli vibrazionali indotti ai ricettori dai macchinari presenti nelle configurazioni di cantiere previste è stata condotta a partire dalla conoscenza degli spettri di emissione dei macchinari di cantiere, rilevati sperimentalmente in studi analoghi. Tali spettri, misurati ad una distanza di 5-10m dalla sorgente vibratoria, sono illustrati in Figura 6-3.

Essi sono riferiti alla componente verticale di vibrazione emessa dai seguenti macchinari:

- martello idraulico: Hitachi H50 (FH450LCH.3);
- escavatore cingolato: Fiat/Hitachi – Mod. FH 300 (in fase di scavo e carico autocarro);
- autocarro: Mercedes Benz 2629;
- bulldozer: Fiat/Hitachi – Mod. FD 175;
- rullo: Dynapac – FD 25;
- idrofresa: Rodio Hydromill.

Poiché la disponibilità degli spettri di emissione dei macchinari da cantiere è relativa solo ad una parte delle macchine previste dagli scenari di cantiere, si è proceduto per le informazioni non disponibili assimilando secondo un criterio cautelativo e di omogeneità gli spettri mancanti a quelli disponibili.

Il segnale registrato in corrispondenza del rullo Dynapac durante la compattazione di un rilevato è stato impiegato anche quale sorgente nello scenario di stesa del manto bituminoso, per il quale l'energia di compattazione è più ridotta. Tale assunzione, effettuata dal lato della sicurezza, potrà essere rivista una volta disponibili dati relativi alla fase compattazione del manto bituminoso con rullo.

Dalla Figura 6-3 risulta evidente che il macchinario maggiormente impattante dal punto di vista vibrazionale risulta essere il martellone idraulico, per il quale il livello di accelerazione emessa si mantiene a 5m al di sopra dei 100 dB per una parte considerevole dello spettro. È tuttavia da segnalare che il valore in assoluto più alto di emissione compete al citato rullo compattatore per il quale il livello di vibrazione alla frequenza di 40 Hz risulta essere pari a circa 107 dB.

Un'ulteriore assunzione è stata fatta impiegando quale segnale di sorgente per la macchina palificatrice una registrazione relativa ad idrofresa, la quale mostra un livello di vibrazione sostenuto ad ogni frequenza ma non particolarmente impattante. Va

considerato come idrofresa e palificatrice (salvo casi particolari) sono entrambe macchine generatrici di vibrazioni di intensità pressoché costante, senza picchi temporali improvvisi.

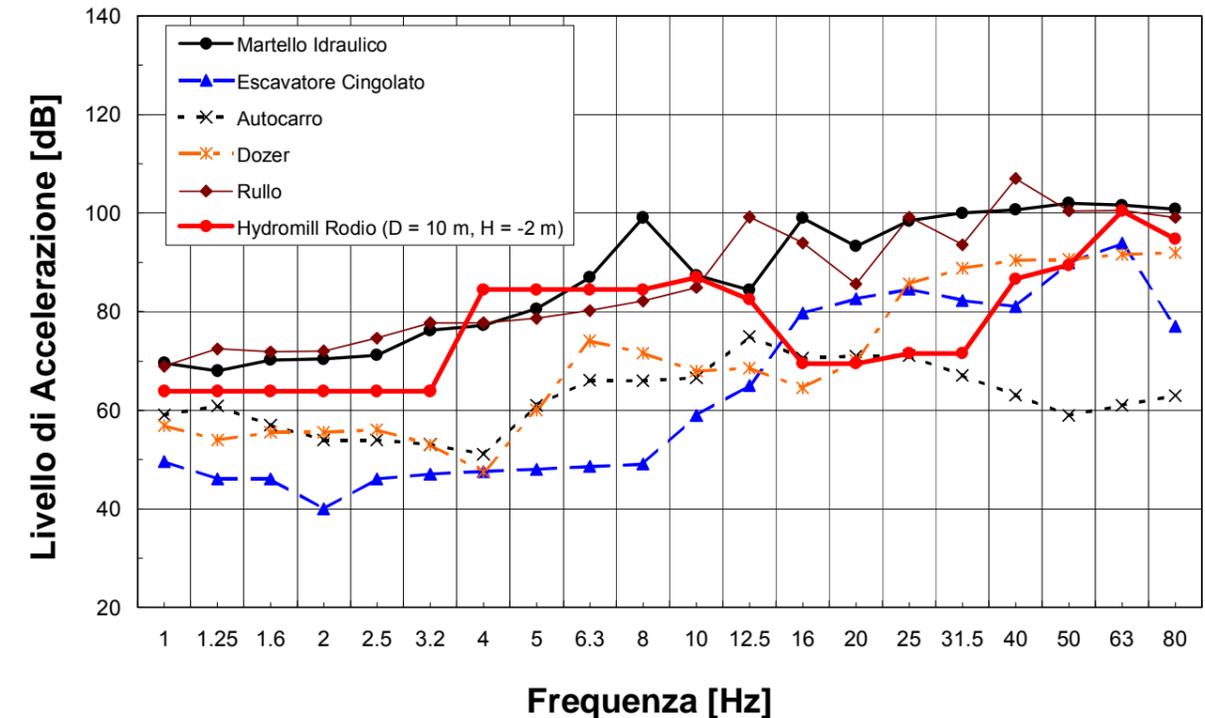


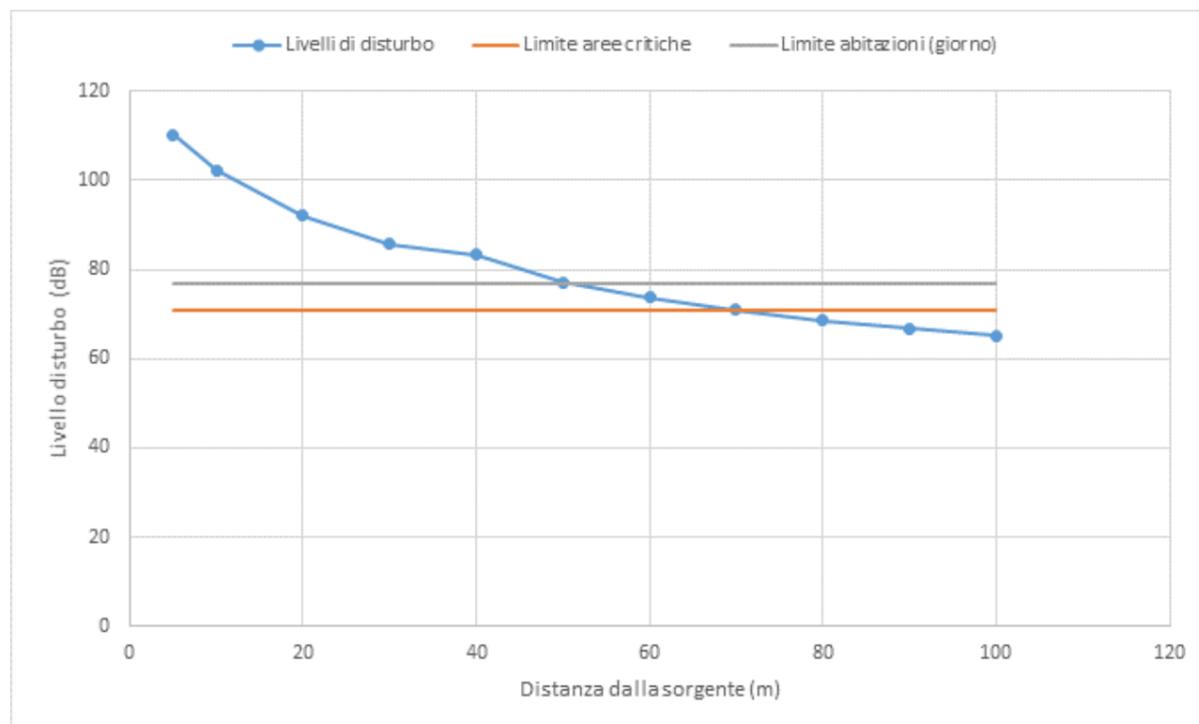
Figura 6-3 - Spettri di sorgente sperimentali dei macchinari da cantiere, misurati a 5 m di distanza dalla sorgente.

1.4.1.5 Individuazione dei ricettori potenzialmente impattati

A partire dagli spettri di emissione e implementando il modello previsionale sopra descritto, sono stati calcolati i decadimenti dei livelli di impatto in funzione della distanza, andando quindi a determinare delle fasce di potenziale impatto.

Considerando le specificità dell'intervento in progetto, che vede prevalente la realizzazione di nuovi rilevati in terra compattata e rispetto ad altre lavorazioni, e visto che il macchinario con emissioni più elevate risulta proprio il rullo compattatore, le elaborazioni sono state svolte solo per questa specifica lavorazione, i cui areali di impatto in ogni caso includono quelli delle altre lavorazioni (che non sono mai contemporanee).

In particolare è stata definita la fascia corrispondente al livello limite per il disturbo per ricettori residenziali e sensibili ("aree critiche" ex UNI9614) in riferimento al periodo diurno, in quanto non previste lavorazioni sistematiche nel periodo notturno. Tali limiti sono rispettivamente 77 dB e 71 dB.



**Figura 6-4 - Decremento dei livelli di disturbo in funzione della distanza
COMPATTAZIONE**

La Tabella 6-13 esplicita le distanze oltre le quali sono rispettati i limiti.

Tabella 6-13 – Distanze limite di possibile non rispetto normativo

MACCHINARIO	DISTANZA ABITAZIONI (giorno)	DISTANZA RICETTORI SENSIBILI
RULLO.	50 m	70 m

Da quanto emerge negli elaborati relativi al censimento dei ricettori svolto per gli studi acustici lungo il tratto in studio si trovano 12 edifici residenziali posti a distanza inferiore ai 50 m e un ricettore scolastico e un ospedale entro i primi 70 m. Presso questi siti si provvederà ad eseguire le opportune verifiche testimoniali prima dei lavori e verranno adottate le procedure di prevenzione e gestione degli effetti disturbanti indotti dalle vibrazioni, incluse specifiche attività di monitoraggio nei periodi di maggiore disturbo.

Gli edifici potenzialmente impattati sono quelli identificati dai seguenti codici: 1517 (ospedale), 2001, 2006 (scuola), 2008, 2021, 3001, 3002, 3011, 3012, 3172, 6026, 6036, 6037, 7009.

1.4.2 Modalità di gestione del disturbo dovuto alle vibrazioni

Nel seguito si riportano gli accorgimenti che verranno adottati per ridurre al minimo i disturbi e i disagi.

In primo luogo l'impresa esecutrice dei lavori dovrà redigere un documento, denominato "Analisi ambientale preventiva", in cui verrà studiato l'impatto dei cantieri mobili in relazione al programma esecutivo dei lavori. In tale studio verranno prese in considerazione le cautele ambientali che è necessario prevedere a seconda della specifica lavorazione, anche in materia di vibrazioni, in relazione alla loro dislocazione variabile nello spazio e nel tempo.

In questo senso l'Appaltatore dovrà procedere nell'esecuzione dei lavori programmando con largo anticipo la gestione ambientale delle singole lavorazioni.

In materia di vibrazioni, sulla base del programma esecutivo dei lavori, l'Appaltatore ha l'onere di individuare per le specifiche lavorazioni sottese dalle singole WBS, gli impatti potenziali, definendo le necessarie cautele e modalità operative ovvero realizzando specifici interventi di tutela dal disturbo.

Più in generale, in tale documento, saranno analizzate tutte le tipologie di lavorazione nell'ambito dei cantieri mobili, individuando quelle più critiche dal punto di vista ambientale e i relativi impatti potenziali, nonché gli interventi di prevenzione da adottare.

Nello studio a carico dell'impresa esecutrice dei lavori dovranno essere individuate le specifiche WBS che comprendono le lavorazioni impattanti dal punto di vista vibrazionale. Suddetta valutazione dovrà prevedere i livelli di vibrazioni e di rumore solido attesi sui ricettori, confrontandoli con i limiti definiti dalla normativa di settore (normativa tecnica nel caso delle vibrazioni), al fine di garantire gli opportuni interventi di tutela della salute e della sicurezza a favore dei cittadini.

In base agli esiti di tale studio sarà approntato un opportuno piano di informazione nel caso di attività con alto impatto da vibrazioni. L'appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori il proprio piano di informazione prima della data di inizio della specifica attività impattante, secondo la relativa WBS del programma esecutivo dei lavori.

Qualora in corso d'opera dovessero emergere situazioni di criticità l'Appaltatore sarà tenuto a recepire tutte le osservazioni che verranno formulate dalla Direzione Lavori, apportando i necessari correttivi per la riduzione degli impatti.

7 SALUTE PUBBLICA

Nello sviluppo del capitolo relativo alla componente “Salute pubblica” si è fatto riferimento ai recenti sviluppi in tema di valutazione sanitaria contenuti nelle linee guida del Ministero della Salute e dell'ISPRA (giugno 2016).

L'integrazione delle componenti salute e ambiente, oltre ad essere parte intrinseca della definizione di sostenibilità, è infatti lo strumento da sempre riconosciuto a livello globale e locale per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile come ribadito nelle maggiori Conferenze istituzionali d'indirizzo e, dal 1989, nelle dichiarazioni sottoscritte dai Ministri di Ambiente e Sanità dei 53 Paesi della Regione Europea dell'OMS nelle Conferenze interministeriali paneuropee che costituiscono il processo ambiente e salute di riferimento e che hanno ispirato le principali politiche di settore ambientali nonché i piani di azioni ambientali comunitari.

Nel seguito si riporta il diagramma di flusso suggerito dalle Linee guida del Ministero della Salute per i progetti sottoposti a Valutazione di Impatto Ambientale, in cui, con riquadri rossi, vengono evidenziati i passaggi pertinenti al Progetto definitivo in studio e le attività svolte nell'ambito del presente SIA.

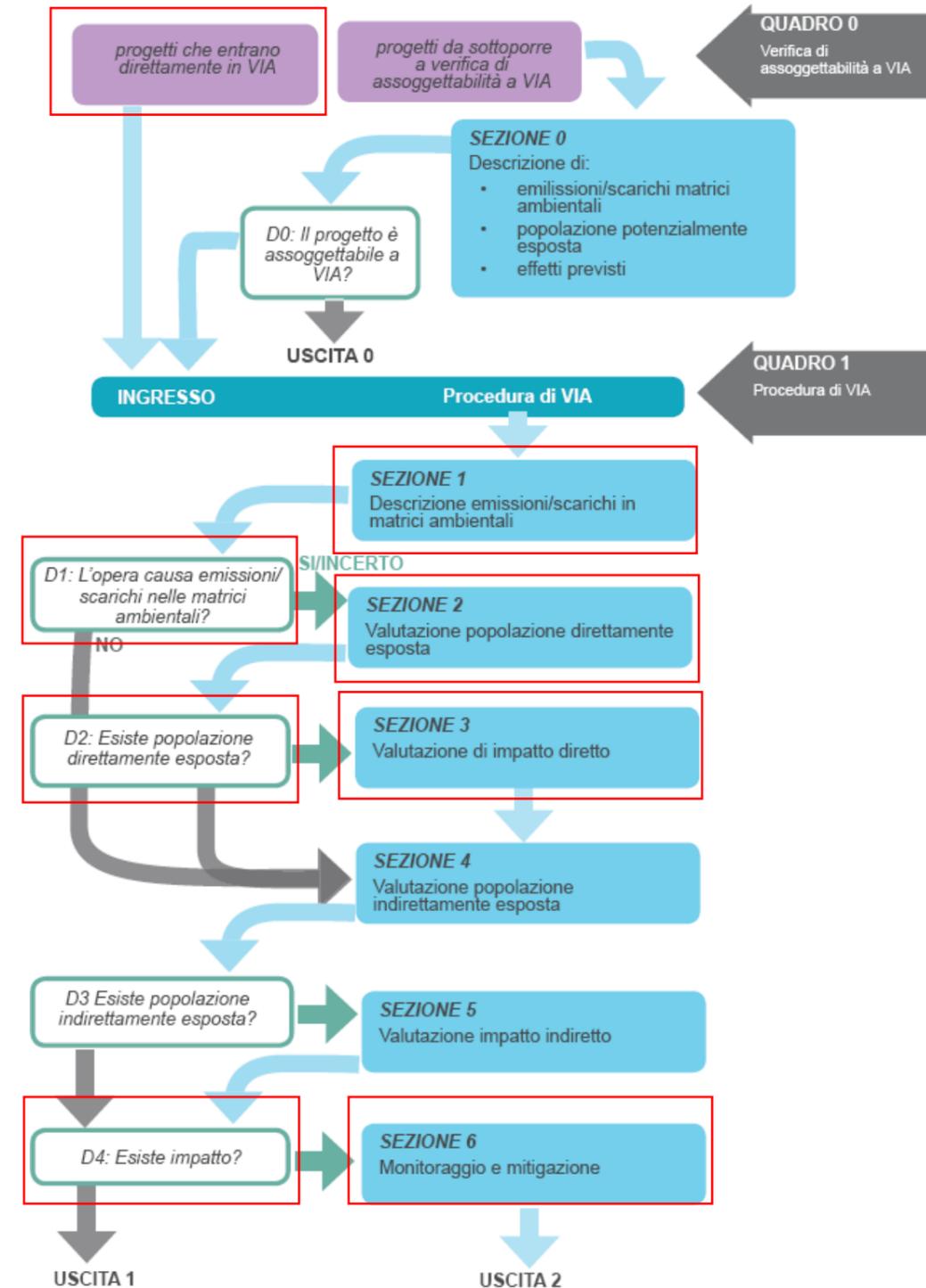


Figura 7-1 - Diagramma di flusso per la strutturazione del capitolo salute pubblica

7.1 CARATTERIZZAZIONE DELLA POPOLAZIONE

L'ampliamento alla terza corsia della A13 (nel tratto compreso tra Bologna Arcoveggio, in corrispondenza dell'interconnessione con la tangenziale di Bologna, e lo svincolo di Ferrara Sud) pone interrogativi sulla possibilità che il traffico veicolare che si andrà sviluppando possa arrecare danni alla salute delle popolazioni che vivono nei comuni più prossimi alla suddetta tratta.

In questo senso risulta utile una valutazione dell'attuale stato di salute della popolazione interessata, sia per verificare se esistono in quell'area situazioni particolari di rischio che potrebbero ulteriormente aggravarsi, sia per poter contare in futuro su un quadro generale con il quale confrontare le eventuali evoluzioni della salute della popolazione.

7.1.1 Popolazione interessata

L'area di studio considerata è quella dei sette comuni interessati dal suddetto ampliamento alla terza corsia della A13: Bologna, Castel Maggiore, Bentivoglio, Malalbergo, Galliera, Poggio Renatico e Ferrara. Si considera come potenzialmente coinvolta dalle emissioni l'intera popolazione dei comuni attraversati.

Nella successiva

Tabella 7-1 vengono riportati i dati della popolazione dei comuni interessati, tratti dai dati ISTAT 2016 (popolazione residente al 1 gennaio 2016): il totale della popolazione che verrà coinvolta è pari a 567.752 persone, di cui più del 90% risiede nei comuni di Bologna e Ferrara. Risulta necessario notare che il presente progetto lambisce solo marginalmente la zona sud del comune di Ferrara, tuttavia, per ovvi motivi di aggregazione dei dati, non è stato possibile parcellizzare il contributo della suddetta zona, ma sono stati inseriti i dati riferiti all'intera area comunale.

Tabella 7-1-Popolazione interessata dal progetto di ampliamento alla 3ª corsia della A13

Comune	Residenti
Bologna	386.663
Castel Maggiore	18.231
Bentivoglio	5.469
Malalbergo	8.943
Galliera	5.439
Poggio Renatico	9.852
Ferrara	133.155
Totale popolazione	567.752

I bambini e gli anziani sono gruppi più suscettibili degli adulti agli effetti di molti fattori ambientali. In particolare i bambini presentano un'esposizione maggiore per unità di peso corporeo rispetto agli adulti e sono più suscettibili agli effetti dell'esposizione a causa del

sistema immunitario complessivo più immaturo o in via di sviluppo. Inoltre, essendo maggiore la loro speranza di vita, hanno più tempo a disposizione per sviluppare una patologia a lunga latenza in proporzione agli adulti; questo vale soprattutto per alcune patologie tumorali e per la perdita di alcune funzioni, come la possibilità di procreare da adulti.

Anche le donne in età fertile costituiscono una fascia della popolazione particolarmente critica rispetto all'inquinamento ambientale in quanto durante la gravidanza il feto è particolarmente vulnerabile agli effetti dei composti chimici.

Pertanto si è ritenuto di interesse analizzare la popolazione interessata e confrontarla con la popolazione della regione Emilia Romagna, evidenziando i sottogruppi che hanno una maggiore sensibilità agli inquinanti ambientali. Sono stati considerati nella fascia dei bambini gli individui di età compresa tra 0 e 14 anni ed in quella degli anziani gli individui di età maggiore o uguale ai 65 anni; mentre le donne di età compresa tra i 15 ed i 49 anni sono state definite donne in età fertile.

Nella Tabella 7-2 ed in Figura 7-2 sono illustrati i dati che caratterizzano l'intera popolazione della regione Emilia Romagna.

Tabella 7-2 – Popolazione della regione Emilia Romagna suddivisa per fasce d'età e numero di donne in età fertile (fonte ISTAT 2016)

	Tot. Bambini	Tot. Adulti	Tot. Anziani	Totale	Donne in età fertile
Emilia Romagna	597.946	2.800.356	1.049.844	4.448.146	935.694
Percentuale	13,44%	62,96%	23,60%	100,00%	21,04%

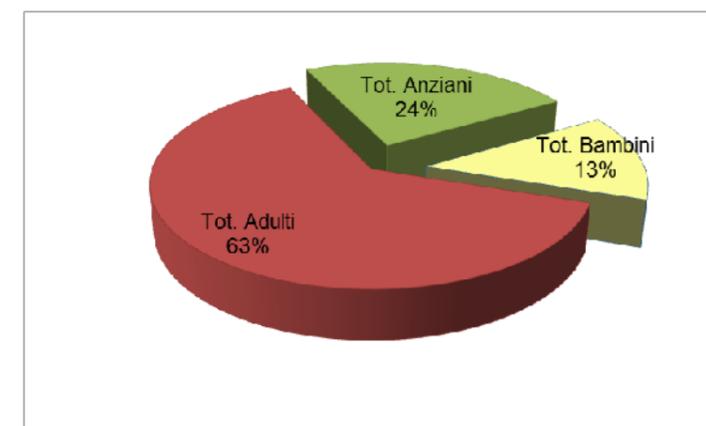


Figura 7-2 - Popolazione della regione Emilia Romagna suddivisa per fasce d'età (fonte ISTAT 2016)

Nella Tabella 7-3 e nel relativo grafico di Figura 7-3 sono presentati, invece, i dati complessivi della popolazione coinvolta dalla tratta stradale oggetto del presente studio.

Essa risulta interessante popolazioni che presentano percentuali di bambini, anziani e donne in età fertile sostanzialmente analoghe a quelle della popolazione della regione Emilia Romagna (bambini 13%, anziani 22% e donne in età fertile 22%): in particolare si registra un leggero incremento percentuale nella fascia d'età superiore ai 65 anni, mentre

le categorie bambini ed adulti registrano un lievissimo calo, inferiore ai due punti percentuale. Il fenomeno di invecchiamento progressivo della popolazione colpisce l'area in esame in maniera leggermente più evidente rispetto al contesto regionale, come riportato nel quadro di riferimento programmatico al capitolo 2.

Tabella 7-3 – Popolazione dei comuni interessati suddivisa per fasce d'età e numero di donne in età fertile (fonte ISTAT 2016)

Comune	Tot. Bambini	Tot. Adulti	Tot. Anziani	Donne in età fertile
Bologna	45.464	242.064	99.135	82.762
Castel Maggiore	2.525	11.555	4.151	3.904
Bentivoglio	829	3.444	1.196	1.125
Malalbergo	1.270	5.697	1.976	1.916
Galliera	759	3.505	1.175	1.163
Poggio Renatico	1.427	6.271	2.154	2.117
Ferrara	14.211	81.995	36.949	26.172
Totale	66.485	354.531	146.736	119.159
Percentuale	11,71%	62,44%	25,85%	20,99%

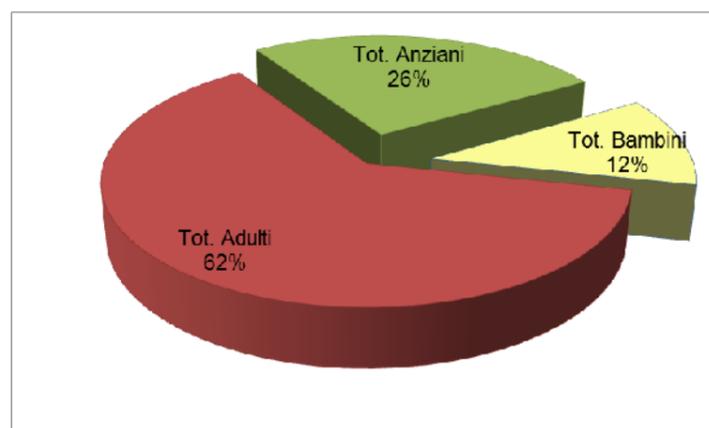


Figura 7-3 - Popolazione dei comuni interessati suddivisa per fasce d'età (fonte ISTAT 2016)

7.1.2 Dati di mortalità

L'analisi della mortalità ormai da tempo è un punto cardine del lavoro epidemiologico e riveste un ruolo di indicatore globale della salute. Essa, quasi paradossalmente, permette di analizzare lo stato di salute della popolazione, consentendo anche di esprimere ipotesi di causalità tra fattore di rischio e patologia.

7.1.2.1 Mortalità in Emilia Romagna

In questa sezione sono stati elaborati i dati di mortalità della popolazione emiliana, relativi all'anno 2013.

Nella Tabella 7-4 sottostante viene riportata la mortalità proporzionale per grandi gruppi di cause (percentuale, per causa di morte, sul numero totale di decessi) in Emilia Romagna nell'anno 2013.

Per la selezione della causa iniziale vengono seguite le regole fissate dalla Classificazione Statistica Internazionale delle Malattie e dei problemi sanitari correlati (ICD-10) e questo garantisce la possibilità di effettuare confronti nello spazio e nel tempo.

Tabella 7-4 - Mortalità proporzionale per grandi gruppi di cause in Emilia Romagna nell'anno 2013

CAUSA INIZIALE DI MORTE European Short List	Percentuale
Malattie infettive e parassitarie	3,08%
Tumore	29,63%
Disturbi psichici e comportamentali	3,76%
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	3,69%
Malattie del sistema circolatorio	36,33%
Malattie del sistema respiratorio	7,52%
Malattie dell'apparato digerente	3,73%
Sintomi, segni, risultati anomali e cause mal definite	1,35%
Cause esterne di traumatismo e avvelenamento	3,77%

Fonte: Istat, i dati sono riferiti al 2013, anno più recente attualmente reso disponibile

La Tabella 7-4 evidenzia come, nel 2013, la causa principale di morte in Emilia Romagna, coerentemente col dato nazionale, sia rappresentata dalle patologie del sistema cardiovascolare (36,33%), cui fanno seguito le patologie tumorali (29,63%). Tali cause di morte costituiscono quasi il 66% di tutte le morti che si verificano in Emilia Romagna.

Nella Tabella 7-5 viene confrontata la mortalità della popolazione emiliana con quella generale italiana per alcune patologie relativamente all'anno 2013. Oltre ai dati in termini numerici assoluti, vengono riportati anche la mortalità percentuale e il quoziente di mortalità calcolato come rapporto tra decessi e popolazione media per 10.000.

L'analisi dei quozienti di mortalità della popolazione residente in Emilia Romagna denota una sostanziale concordanza del dato rispetto a quello rilevato nella popolazione italiana: in particolare le cause di morte più frequenti sono imputabili, in entrambi i casi, a patologie del sistema circolatorio, tumorali e respiratorie, rispettivamente. Come si può notare il tasso grezzo di mortalità in regione Emilia Romagna per tumori è superiore al dato nazionale (31,9 contro 29,5), similmente i decessi a carico di patologie associate al sistema circolatorio appaiono maggiormente incidenti sulla popolazione emiliana rispetto al contesto italiano, ed infine la mortalità associata a malattie respiratorie risulta maggiormente in linea con il dato nazionale, sebbene anche in questo caso leggermente superiore.

Tabella 7-5 – Confronto del numero dei decessi e del tasso di mortalità tra Emilia Romagna e media nazionale per alcune patologie, anno 2013

CAUSE INIZIALE DI MORTE European Short List	Emilia Romagna			Italia		
	Numero decessi	%	Quoziente di mortalità	Numero decessi	%	Quoziente di mortalità
Tutte le cause	47.489	100,0%	107,64	595.948	100,0%	98,94
Malattie infettive e parassitarie	1.461	3,1%	3,31	12.694	2,1%	2,11
Tumore	14.073	29,6%	31,90	175.603	29,5%	29,15
Disturbi psichici e comportamentali	1.786	3,8%	4,05	17.345	2,9%	2,88
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	1.753	3,7%	3,97	24.019	4,0%	3,99
Malattie del sistema circolatorio	17.255	36,3%	39,11	221.171	37,1%	36,72
Malattie del sistema respiratorio	3.573	7,5%	8,10	41.562	7,0%	6,90
Malattie dell'apparato digerente	1.772	3,7%	4,02	22.557	3,8%	3,74
Sintomi, segni, risultati anomali e cause mal definite	641	1,3%	1,45	10.876	1,8%	1,81
Cause esterne di traumatismo e avvelenamento	1.788	3,8%	4,05	22.500	3,8%	3,74

Secondo i dati presentati dall'Istat sulla mortalità per cause nelle regioni italiane nell'anno 2013, l'Emilia Romagna si colloca al sesto posto in Italia per numero di decessi dovuti a patologie tumorali, al nono se si considera il tasso standardizzato di mortalità.

Nella

Tabella 7-6 vengono riportati i dati di mortalità, espressi come percentuale sul numero di morti totali, per singole tipologie di tumore verificatesi in Emilia Romagna nell'anno 2013, suddivise nei due sessi. I tipi di neoplasie considerati riguardano quelle dell'apparato respiratorio, digerente, della mammella, della prostata e le leucemie.

Per l'uomo il tumore con il tasso d'incidenza maggiore è quello relativo al polmone, per la donna è quello al seno.

Tabella 7-6 – Mortalità percentuale per i principali tumori in Emilia Romagna nell'anno 2013 nei due sessi

Tipologia di tumore	Uomini	Donne
Tumore	33,81%	25,92%
Tumori maligni dello stomaco	2,16%	1,49%
Tumori maligni del colon-retto-ano	3,44%	2,74%
Tumore al pancreas	2,08%	1,89%
Tumori maligni della prostata	2,31%	-
Tumori maligni della laringe e della trachea/bronchi/polmone	8,54%	3,50%
Tumori maligni del seno	0,04%	3,60%
Tumori maligni del tessuto linfatico/ematopoietico	1,85%	1,35%

I quozienti di mortalità, influenzati dalle caratteristiche della popolazione cui si riferiscono, possono distorcere il confronto fra le due popolazioni in esame (i.e. emiliana ed italiana).

Dunque, al fine di confrontare in maniera semplice e corretta i livelli di mortalità rispetto a diverse realtà territoriali, eliminando gli effetti non imputabili all'intensità del fenomeno ma in particolare alle differenze nella struttura per età delle popolazioni, si riportano in Tabella 7-7 i quozienti standardizzati di mortalità per grandi gruppi di cause. I dati sono stati estrapolati dalle statistiche storiche pubblicate da Istat inerenti l'argomento salute e sanità. Nelle suddette tavole sono presentati, infatti, il numero assoluto dei decessi e i tassi standardizzati per sesso, età, regione e grandi gruppi di cause. Sono stati estrapolati i dati più recenti, relativi all'anno 2013. La standardizzazione dei tassi è stata effettuata da Istat con il metodo diretto, utilizzando come popolazione di riferimento quella relativa al Censimento del 2001.

Dalla Tabella 7-7 si può notare come per le malattie infettive ed i disturbi psichici i tassi standardizzati riferiti all'Emilia Romagna siano leggermente superiori ai rispettivi dati nazionali, mentre si verifica la situazione opposta per i tumori, le malattie del sistema nervoso, circolatorio, respiratorio, dell'apparato digerente ed infine per sintomi, segni e stati morbosi mal definiti. Considerando che, nel complesso, il tasso standardizzato di mortalità della regione Emilia Romagna è inferiore al riferimento nazionale e che gli scostamenti relativi dei tassi fra le due realtà territoriali prese in esame (i.e. Emilia Romagna ed Italia) sono nella maggioranza dei casi inferiori al 15%, si può ragionevolmente dedurre che a livello regionale non sono presenti particolari eventi di rilevanza sanitaria nella popolazione.

Tabella 7-7 – Tassi standardizzati di mortalità, distinti per cause di morte, in Emilia Romagna e in Italia, anno 2013.

ANNO 2013		
CAUSE DI MORTE	EMILIA ROMAGNA	ITALIA

	Tasso standardizzato di mortalità (per 10.000 abitanti)	Tasso standardizzato di mortalità (per 10.000 abitanti)
Tutte le cause	74,78	78,84
Malattie infettive e parassitarie	2,29	1,70
Tumore	24,50	24,73
Disturbi psichici e comportamentali	2,47	2,12
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	2,75	3,14
Malattie del sistema circolatorio	25,35	28,03
Malattie del sistema respiratorio	5,21	5,27
Malattie dell'apparato digerente	2,80	3,02
Sintomi, segni, risultati anomali e cause maldefinite	0,95	1,38
Cause esterne di traumatismo e avvelenamento	3,14	3,17

A conferma di quanto fin qui asserito si riportano alcuni dati estratti dalla pubblicazione "Atlante della mortalità in Emilia Romagna 2009-2013" redatta dalla regione Emilia Romagna sulla base dei dati di mortalità regionali gestiti dal Rem (registro regionale di mortalità). Nel suddetto documento è riportato un confronto tra la mortalità regionale e quella nazionale mediante l'uso di tassi standardizzati di mortalità (popolazione di riferimento: Italia 2001), indipendenti dalle differenti composizioni per età delle popolazioni confrontate. L'andamento temporale dei tassi standardizzati di mortalità durante il periodo 1981-2013 risulta essere decrescente sia per la regione Emilia Romagna sia per la popolazione nazionale. Il tasso regionale, sia maschile che femminile, è costantemente inferiore al corrispondente valore nazionale: il differenziale negli ultimi anni si è però ridotto. Si notano gli eccessi di mortalità dovuti alle ondate di calore del 1998 e del 2003, più evidenti nel dato regionale rispetto a quello nazionale.

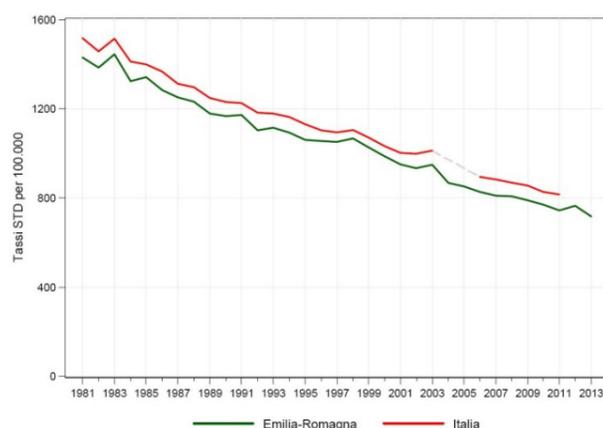


Figura 7-4- Andamento dei tassi standardizzati di mortalità (x 100.000 abitanti). Tutte le cause. Maschi.

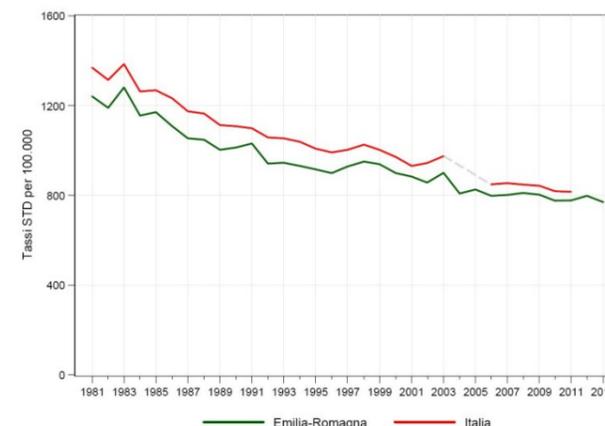


Figura 7-5- Andamento dei tassi standardizzati di mortalità (x 100.000 abitanti). Tutte le cause. Femmine.

Gli atlanti della mortalità hanno trovato applicazione, in ambito internazionale e a livello nazionale, sia per descrivere il fenomeno della mortalità nel suo complesso, sia per analizzare problemi specifici. L'approccio geografico in epidemiologia rappresenta un valido aiuto nello studio degli eventi patologici. Infatti, la distribuzione dei fenomeni patologici è strettamente legata alla distribuzione dei fattori eziologici che li determinano: l'analisi dei primi dovrebbe così consentire di individuare i secondi e l'analisi dei secondi potrebbe permettere di verificare ipotesi sui primi.

Si riporta in seguito uno stralcio della sezione contenuta nell'Atlante della mortalità in Emilia Romagna 2009-2013 dedicata all'elaborazione di mappe di mortalità per causa nei 341 comuni dell'Emilia Romagna. Per ovviare all'instabilità delle stime dovuta alla rarità degli eventi morte, i dati di mortalità per i comuni dell'Emilia-Romagna sono stati aggregati in un arco di 5 anni, compresi tra il 2009 e il 2013.

Lo studio della distribuzione geografica della mortalità è stato condotto attraverso la valutazione della mortalità attesa in ciascuna area, stimando successivamente la differenza tra mortalità attesa e mortalità osservata. Il numero di morti per causa attesi in ciascun comune è stato ricavato mediante standardizzazione indiretta, utilizzando come popolazione di riferimento la popolazione media regionale nel periodo considerato; il numero di eventi attesi è stato ricavato applicando alla popolazione di ciascun comune i tassi specifici di mortalità per sesso e classi di età calcolati sulla popolazione media emiliano-romagnola tra il 2009 e il 2013. La deviazione dei tassi osservati dai tassi attesi in ciascun comune misura quindi la discrepanza tra rischio medio regionale e rischio osservato. La quantificazione del fenomeno è stata effettuata attraverso il calcolo del Rapporto Standardizzato di Mortalità (SMR): dividendo il numero di morti osservati per il numero di attesi. Se il rapporto risulta < 1 significa che il numero di decessi osservati è minore di quello degli attesi; se esso è > 1 , indica che il numero di morti osservati è maggiore degli attesi.

È tuttavia noto che le mappe di mortalità basate su tale indicatore presentano diversi problemi a livello di interpretabilità: la variabilità casuale dovuta al piccolo numero di eventi osservati a livello comunale può, infatti, apportare un rumore alla distribuzione spaziale della mortalità. In altre parole gli SMR più estremi risultano essere quelli associati a comuni di piccole dimensioni. Diversi modelli statistici sono stati sviluppati per ovviare a questi problemi: tra le varie metodologie proposte un ruolo prominente è rivestito da modelli di tipo bayesiano gerarchico (Mollié, 1996). Tali modelli sono largamente utilizzati negli studi di mortalità poiché consentono di produrre mappe di rischio di più facile interpretazione rispetto a quelle basate sugli SMR. Attraverso la stima di modelli bayesiani gerarchici, gli SMR calcolati in comuni con bassa numerosità di popolazione vengono corretti verso la media generale, mentre quelli calcolati in comuni con alta numerosità di popolazione vengono preservati. In altre parole, le aree con popolazioni ridotte possono sfruttare l'informazione derivante dalle aree vicine, in modo da ottenere una stima più efficiente del rischio relativo.

Il modello utilizzato per la stima delle mappe di rischio di morte in Emilia-Romagna è quello proposto da Besag, York e Mollié (Besag et al., 1991), indicato come BYM dalle iniziali dei loro autori. Le mappe presenti nel già citato documento illustrano le distribuzioni spaziali delle stime degli SMR comunali osservati, secondo il modello bayesiano BYM, ottenendo i bayesian mortality ratio (BMR), cioè rischi di mortalità per ogni comune, distinti per sesso e per causa di morte.

Le stime degli SMR (rischio relativo) sono state suddivise in cinque classi: le prime due classi (rischio relativo compreso tra 0 e 0.7 e rischio relativo compreso tra 0.7 e 0.9) comprendono i comuni che presentano rischio relativo inferiore rispetto alla media regionale (popolazione di riferimento), le ultime due classi (rischio relativo compreso tra 1.1 e 1.3 e rischio relativo maggiore di 1.3) comprendono i comuni che presentano rischio relativo superiore rispetto alla media regionale. La classe intermedia (rischio relativo compreso tra 0.9 e 1.1) comprende i comuni che presentano rischio relativo vicino alla media regionale.

Al fine di offrire una panoramica generale sulla distribuzione geografica della mortalità nell'area oggetto di studio (i.e. i sette comuni interessati dal progetto di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A13, tratto Bologna – Ferrara Sud), si riportano le mappe relative alle più frequenti cause di decesso: mortalità generale, malattie del sistema circolatorio, tumori totali e malattie del sistema respiratorio.

L'analisi condotta per subaree distrettuali pone in evidenza una discreta omogeneità della mortalità generale; in particolare si osservano per l'area oggetto di studio valori di mortalità assolutamente in linea con la media regionale, presa a riferimento (Figura 7-6): tutti i comuni interessati dal presente progetto di ampliamento autostradale sono caratterizzati da tassi standardizzati di mortalità compresi tra 0,9 e 1,1 (stime bayesiane di SMR), ad eccezione del comune di Galliera che presenta un rischio relativo leggermente superiore alla media regionale (compreso tra 1,1 e 1,3).

Tale distribuzione è confermata in linea di massima anche per la mortalità dovuta a malattie del sistema circolatorio, prima causa di morte nella regione Emilia Romagna. Nell'area in studio si discostano dalla media regionale solo il comune di Malalbergo, il cui tasso standardizzato di mortalità risulta inferiore rispetto alla media regionale (Figura 7-7). In riferimento ai tassi standardizzati di mortalità per le patologie tumorali si osserva nell'area oggetto di studio un andamento simile al riferimento regionale, eccezion fatta per

i comuni di Malalbergo e Poggio Renatico che presentano un rischio relativo appena superiore alla media regionale.

Infine, analizzando la distribuzione dei BMR relativi alla mortalità per malattie del sistema respiratorio si osserva che il rischio relativo nel territorio interessato dal presente progetto è in linea con il dato regionale, ad eccezione dei comuni di Ferrara e Bentivoglio che ottengono una performance migliore essendo caratterizzati da un rischio relativo di morte leggermente inferiore alla media regionale (compreso tra 0,7 e 0,9) (Figura 7-7).

Il quadro che appare dall'analisi di questi dati rispecchia abbastanza fedelmente la media italiana delle cause di mortalità, non risultano quindi presenti particolari correlazioni macroscopiche tra le cause di mortalità e l'ambiente circostante.

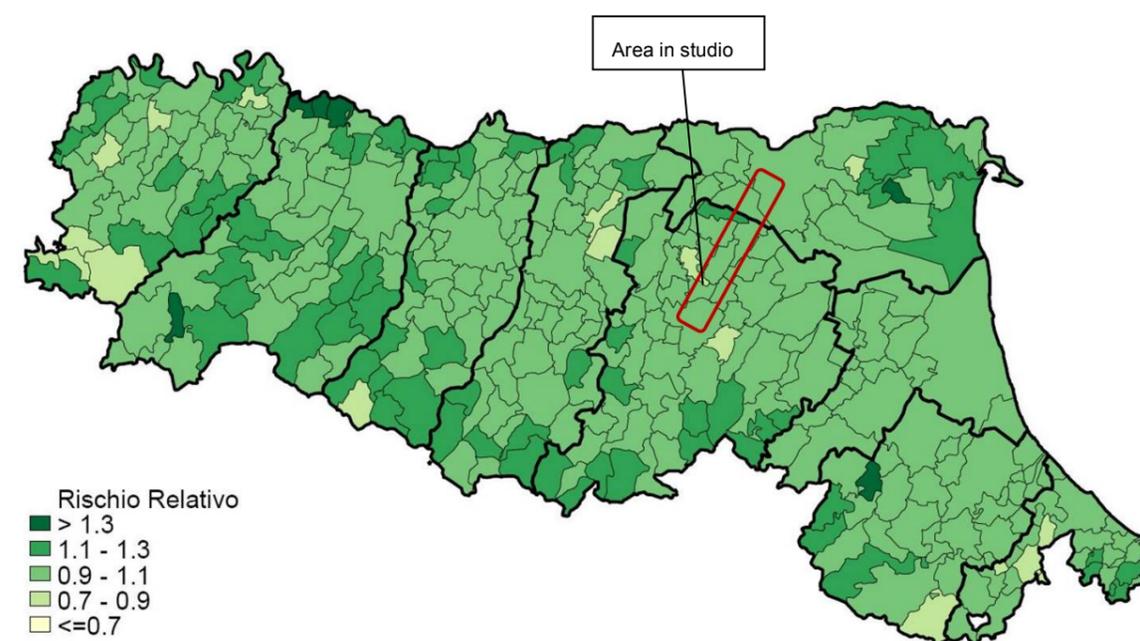
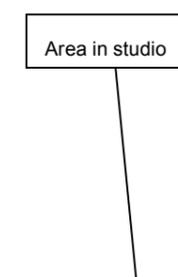


Figura 7-6 – Mappe di distribuzione geografica dei BMR (stime bayesiane degli SMR) per tutte le cause di morte, popolazione totale (maschile e femminile).



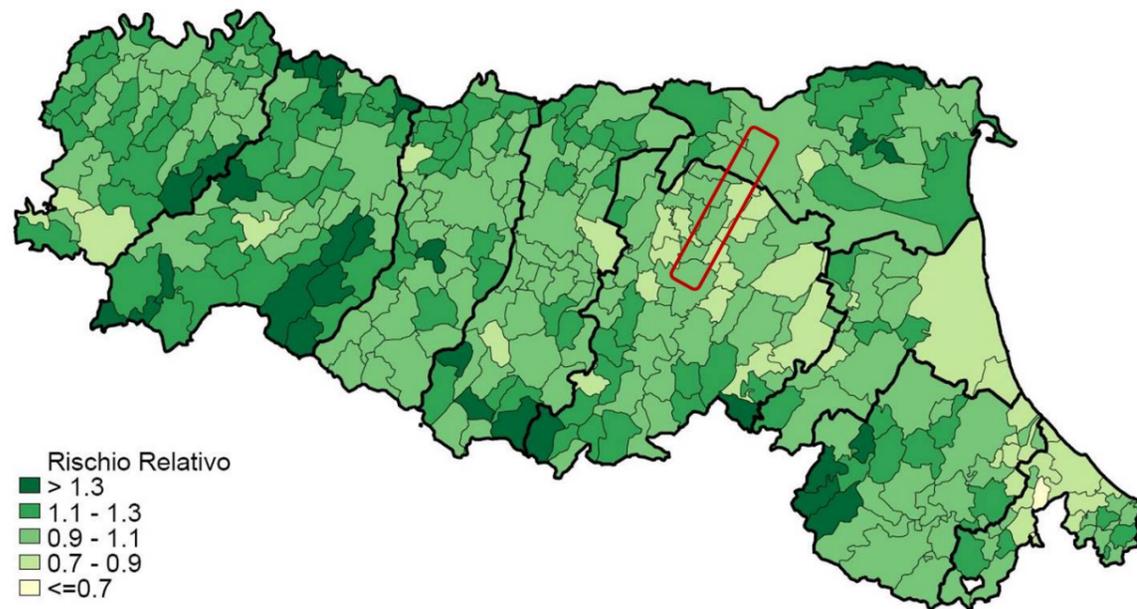


Figura 7-7 – Mappe di distribuzione geografica dei BMR (stime bayesiane degli SMR) per le malattie del sistema circolatorio, popolazione totale (maschile e femminile).

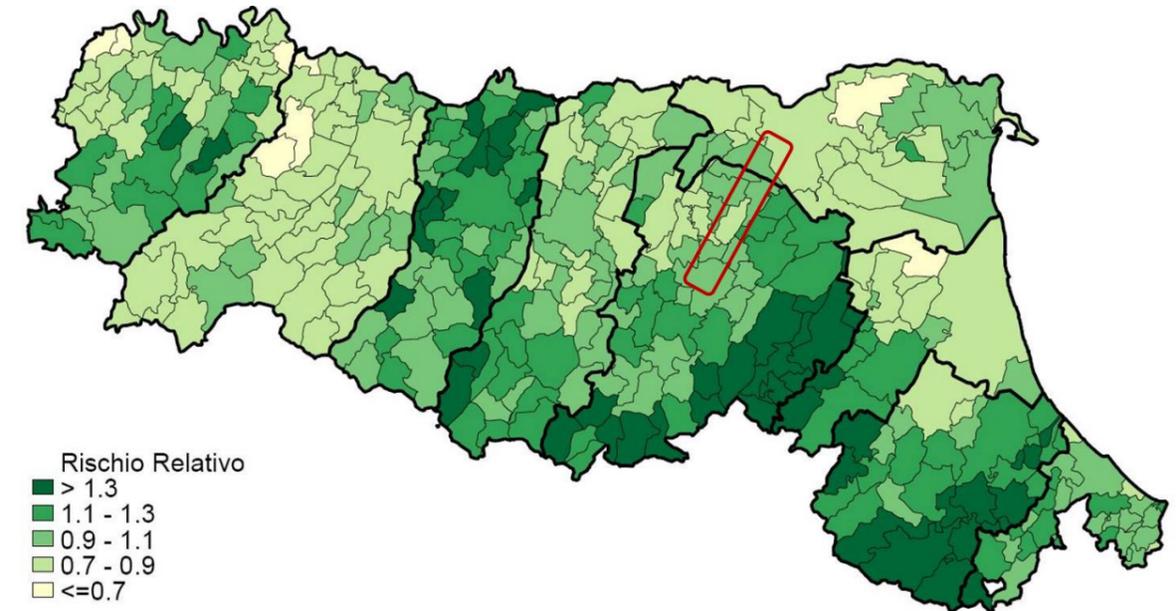


Figura 7-9 – Mappe di distribuzione geografica degli BMR (stime bayesiane degli SMR) per le malattie del sistema respiratorio, popolazione totale (maschile e femminile).

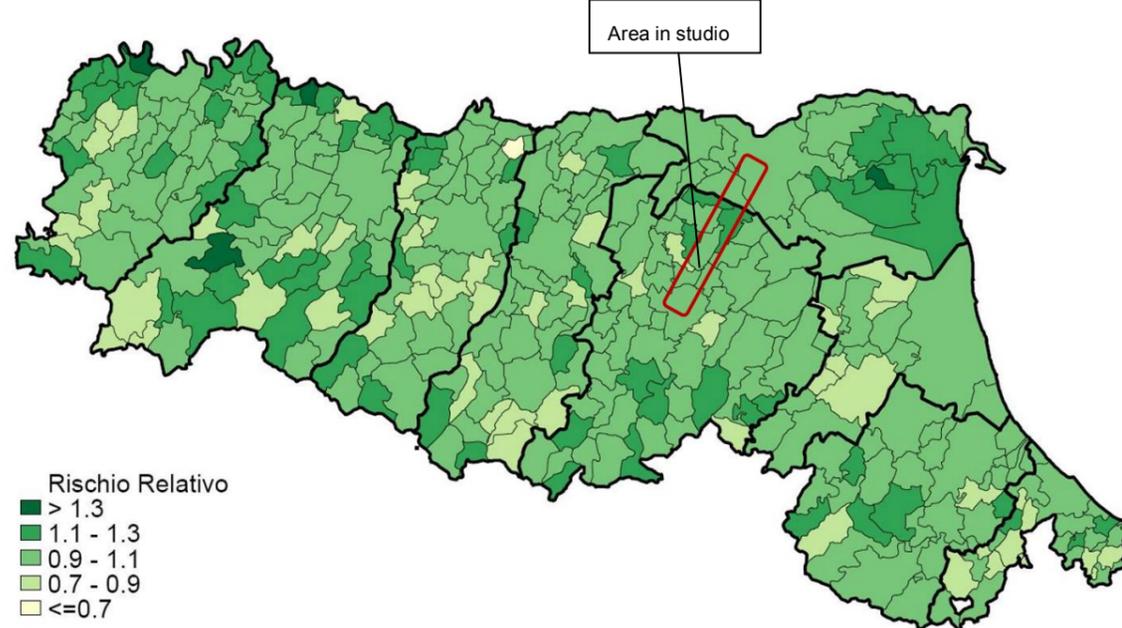


Figura 7-8 – Mappe di distribuzione geografica degli BMR (stime bayesiane degli SMR) per le malattie tumorali, popolazione totale (maschile e femminile).

7.2 DEFINIZIONE DELL'ATTUALE SCENARIO E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Adottando il dato relativo all'incidenza delle tipologie di popolazione più deboli come livello di sensibilità della popolazione, emerge che l'area in studio non presenta specificità locali rispetto al contesto regionale.

Infatti la tratta stradale in progetto interessa popolazioni che presentano percentuali di bambini, anziani e donne in età fertile (rispettivamente 11%, 25%, 22%) sostanzialmente analoghe a quelle della popolazione della regione Emilia Romagna (13%, 22%, 22%). Si registra tuttavia nell'area oggetto di studio un moderato incremento della popolazione anziana a discapito delle fasce più giovani di popolazione rispetto al contesto regionale.

Le zone interessate dall'ampliamento alla terza corsia della A13 inoltre non costituiscono aree con livelli di mortalità per malattie associabili all'inquinamento dell'aria superiori alla media regionale, tenendo conto che la regione Emilia Romagna presenta un dato di mortalità per tumori leggermente superiore al dato nazionale.

Nel seguito si analizzano le tematiche relative all'impatto sulla salute pubblica maggiormente connesse con un'opera stradale:

- inquinamento atmosferico;
- inquinamento acustico;
- disturbo da vibrazioni;
- incidentalità stradale.

A completamento delle analisi relative al tema della salute pubblica è stata effettuata una verifica sulla presenza di stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti con lo scopo di verificare se la realizzazione dell'intervento in progetto può aumentare il livello di esposizione della popolazione ai rischi industriali già presenti sul territorio.

7.2.1 Inquinamento atmosferico

Gli effetti sulla salute pubblica delle sostanze emesse in atmosfera sono vari e diversificati a seconda dell'inquinante e, ovviamente, delle specifiche concentrazioni.

A livello internazionale e a livello nazionale numerosi studi epidemiologici hanno analizzato le correlazioni tra inquinamento e morbilità o mortalità tra la popolazione.

Recentemente il progetto "EpiAir-Inquinamento atmosferico e salute: sorveglianza epidemiologica e interventi di prevenzione" (Promosso dal Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie-CCM, organismo di coordinamento tra il Ministero del lavoro, della salute e delle politiche sociali e le Regioni) ha analizzato gli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici (PM10, NO2 e ozono) rilevati nel periodo 2001-2005 in 10 città italiane (Torino, Milano, Mestre-Venezia, Bologna, Firenze, Pisa, Roma, Taranto, Palermo, Cagliari).

I risultati di questo ed altri studi indicano che le polveri sospese in atmosfera, per le loro caratteristiche fisiche e tossicologiche, sono l'inquinante più importante dal punto di vista dell'impatto sanitario e biologico. Le polveri di diametro inferiore a 10 micron sono quelle di prevalente interesse sanitario, in quanto capaci di superare la laringe e depositarsi nelle vie aeree. Il PM10, include diverse componenti. Le polveri più grandi (coarse) hanno un diametro aerodinamico maggiore di 2.5 micron e sono spesso di origine naturale (suolo). Le polveri con un diametro inferiore a 2.5 micron traggono origine da diversi processi di combustione (veicoli, industrie, produzione energia elettrica) e vengono considerate come la frazione più rilevante del PM10 dal punto di vista tossicologico. Le polveri ultrafini con un diametro minore di 0.1 micron, anche esse provenienti dai processi di combustione, hanno un tempo molto breve di residenza in atmosfera perché tendono ad aggregarsi o a coagulare.

Il biossido di azoto, (NO2) è un valido indicatore dell'inquinamento da traffico auto-veicolare e, in ricerche condotte in Europa e in Italia, si è dimostrato associato a riduzioni della funzionalità respiratoria ed ad incrementi della frequenza di sintomi respiratori, della mortalità totale, e della mortalità per malattie cardiache e respiratorie.

La concentrazione di O3 (ozono) nei bassi strati atmosferici è in continua crescita, come conseguenza dei livelli ambientali di ossidi di azoto e composti organici volatili che, attraverso complesse reazioni fotochimiche, ne provocano la formazione. A causa delle sue proprietà ossidanti, l'ozono è oggi ritenuto responsabile di danni all'apparato respiratorio (stimolazione di processi infiammatori e induzione di iperattività bronchiale), in particolare nei soggetti asmatici o affetti da bronchite cronica ostruttiva. Aumenti della concentrazione di O3 nei periodi caldi dell'anno sono stati associati anche ad incrementi della mortalità per malattie respiratorie e cardiache.

Per la A13 le stime mostrano emissioni in diminuzione rispetto allo stato attuale per gli ossidi di azoto e le polveri PM2.5 in tutti gli scenari futuri, per le polveri PM10 si nota una situazione di sostanziale invarianza.

L'applicazione del modello di dispersione gaussiano per un intero anno ha consentito di stimare le concentrazioni in atmosfera degli inquinanti e di confrontarle con i limiti normativi.

Tutti i dati riportati nelle mappe e nelle tabelle mostrano caratteristiche generali simili. Le ricadute massime si osservano in prossimità dell'autostrada e in particolare in corrispondenza dello snodo con la A14 in cui i flussi di traffico sono più elevati.

Negli scenari futuri, sia programmatico che progettuale le concentrazioni si riducono o rimangono inalterate in prossimità dell'asse autostradale interessato dall'ampliamento.

A livello generale, come emerge dalle mappe in allegato, l'impatto dell'opera in progetto non comporterà un peggioramento della qualità dell'aria pur adottando un approccio conservativo della stima, utilizzando nel calcolo i flussi veicolari aggiornati al 2035 e il parco veicolare aggiornato al 2025

Considerando anche il fondo ambientale derivate dai contributi delle altre sorgenti emissive (riscaldamento, impianti industriali, produzione energia, ecc...) risulta la somma delle concentrazioni di fondo stimate e delle concentrazioni simulate per i tre scenari considerati è sempre inferiore al valore limite normato per tutti gli indicatori statistici.

7.2.1.1 Stime di esposizione della popolazione

L'impatto dell'opera è stato messo in relazione con la popolazione residente calcolando per ogni cella di calcolo un indicatore che ne stima l'esposizione agli inquinanti emessi. Questo indicatore, prodromo, per quanto semplice, di indicatori più sofisticati che eventualmente potrebbero essere messi in campo in valutazioni dal diverso scopo rispetto al presente studio d'impatto, è comunque già in grado di quantificare in termini di esposizione della popolazione le zone potenzialmente più sensibili alla realizzazione dell'opera.

Nelle figure seguenti è dunque rappresentata la distribuzione spaziale dell'indicatore di esposizione determinato come prodotto della concentrazione calcolata per la popolazione residente, rappresentata in Figura 10, determinata proiettando la popolazione delle zone censuarie fornita dal censimento ISTAT 2011 sul territorio urbanizzato fornito dal database dell'uso suolo Corinair 2006.

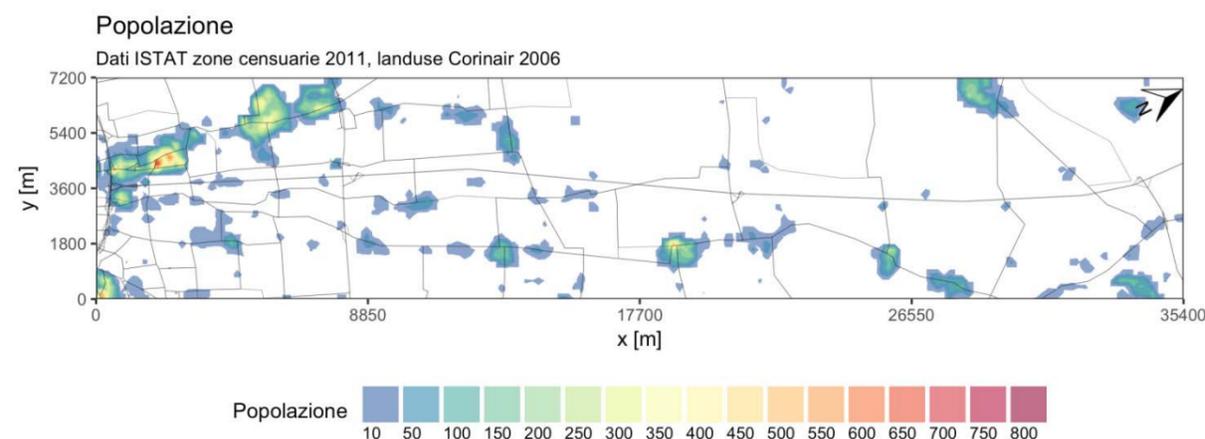


Figura 10: Popolazione residente da zone censuarie ISTAT (dati 2011), alla risoluzione spaziale di 200m.

La variazione percentuale complessiva del parametro di stima dell'esposizione all'interno del dominio di calcolo è illustrata in Tabella 8. Nelle seguenti Figure 11-15 sono mostrate le mappe dell'indicatore per tutte i parametri statistici normati degli inquinanti considerati. Come atteso, l'esposizione stimata è maggiore in corrispondenza delle aree maggiormente abitate all'interno del dominio di calcolo: il Comune di Bologna, in prossimità dell'intersezione tra A14 e A13; i Comuni di Castelmaggiore, Argelato e San Giorgio di Piano.

Entrambi gli scenari futuri programmatico e progettuale sono molto simili essendo quest'ultimo lievemente peggiorativo. In entrambi i casi il calo dell'esposizione stimata rispetto allo scenario attuale è sensibile per gli indicatori del biossido di azoto. Per quanto riguarda le polveri sottili non si osservano variazioni significative per il PM10 mentre si registra una diminuzione complessiva del 4.2% per la frazione PM2.5.

Tabella 8: Variazione percentuale media tra gli scenari, in funzione dell'indicatore statistico normato per NO2, PM10 e PM2.5.

Indicatore	Progettuale – Programmatico	Progettuale – Attuale
NO2 media	3.8%	-39.0%
NO2 99.8 percentile	3.9%	-40.4%
PM10 media	2.6%	1.1%
PM10 90.4 percentile	2.6%	-0.8%
PM2.5 media	2.6%	-4.2%

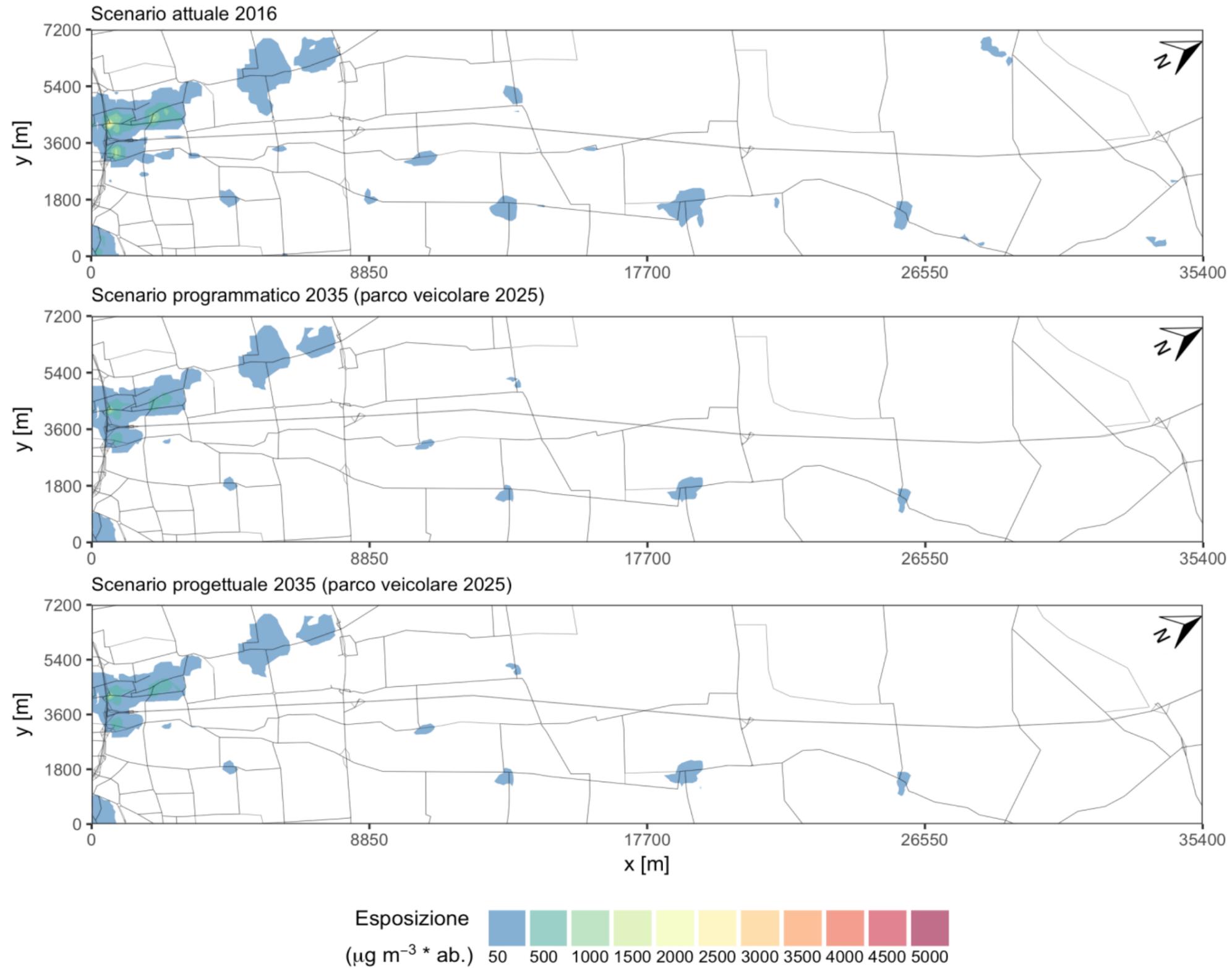


Figura 11: Esposizione alla media annuale di NO2. Valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{abit.}$

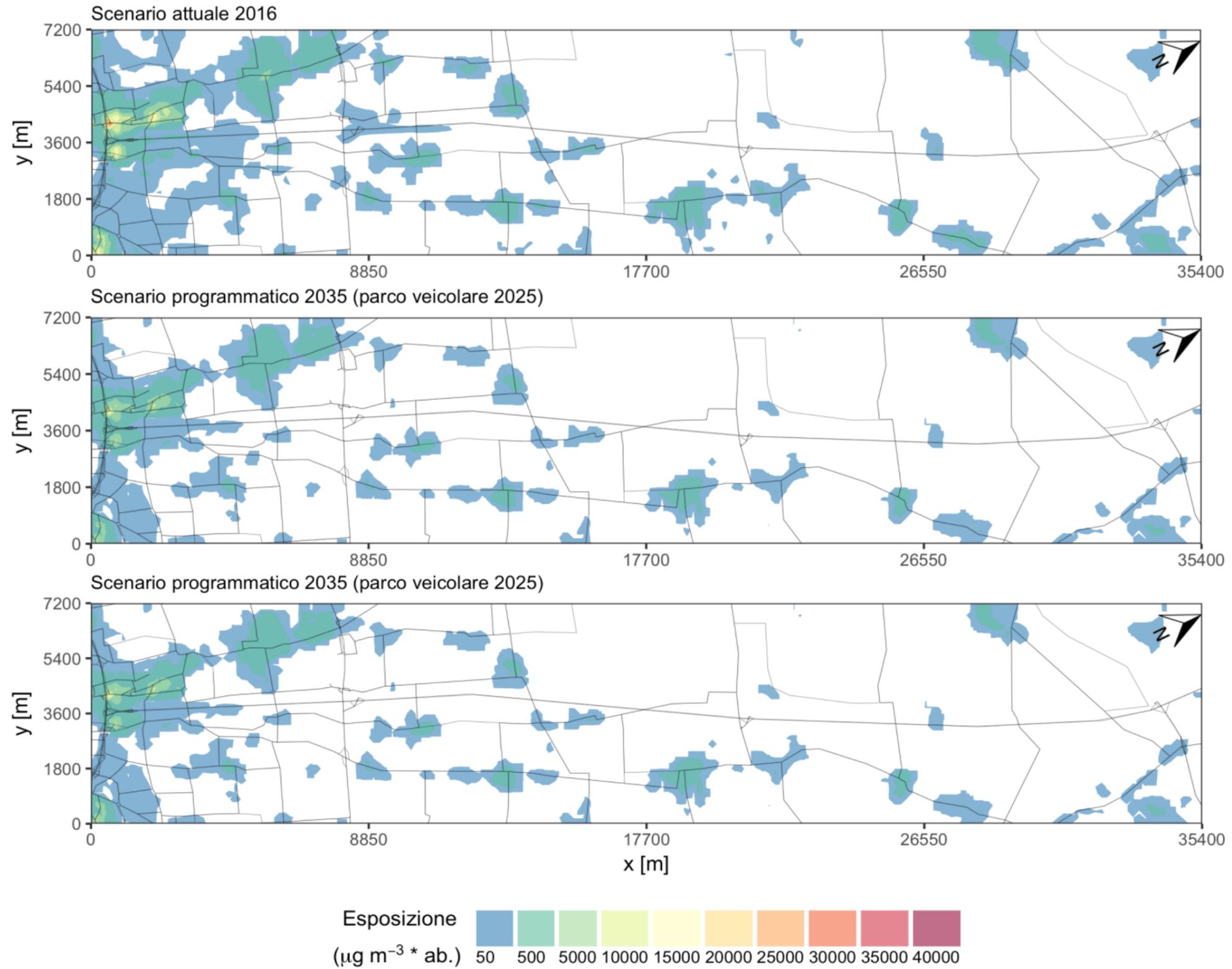


Figura 132: Esposizione al 99.8° percentile della media oraria di NO₂. Valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{abit.}$

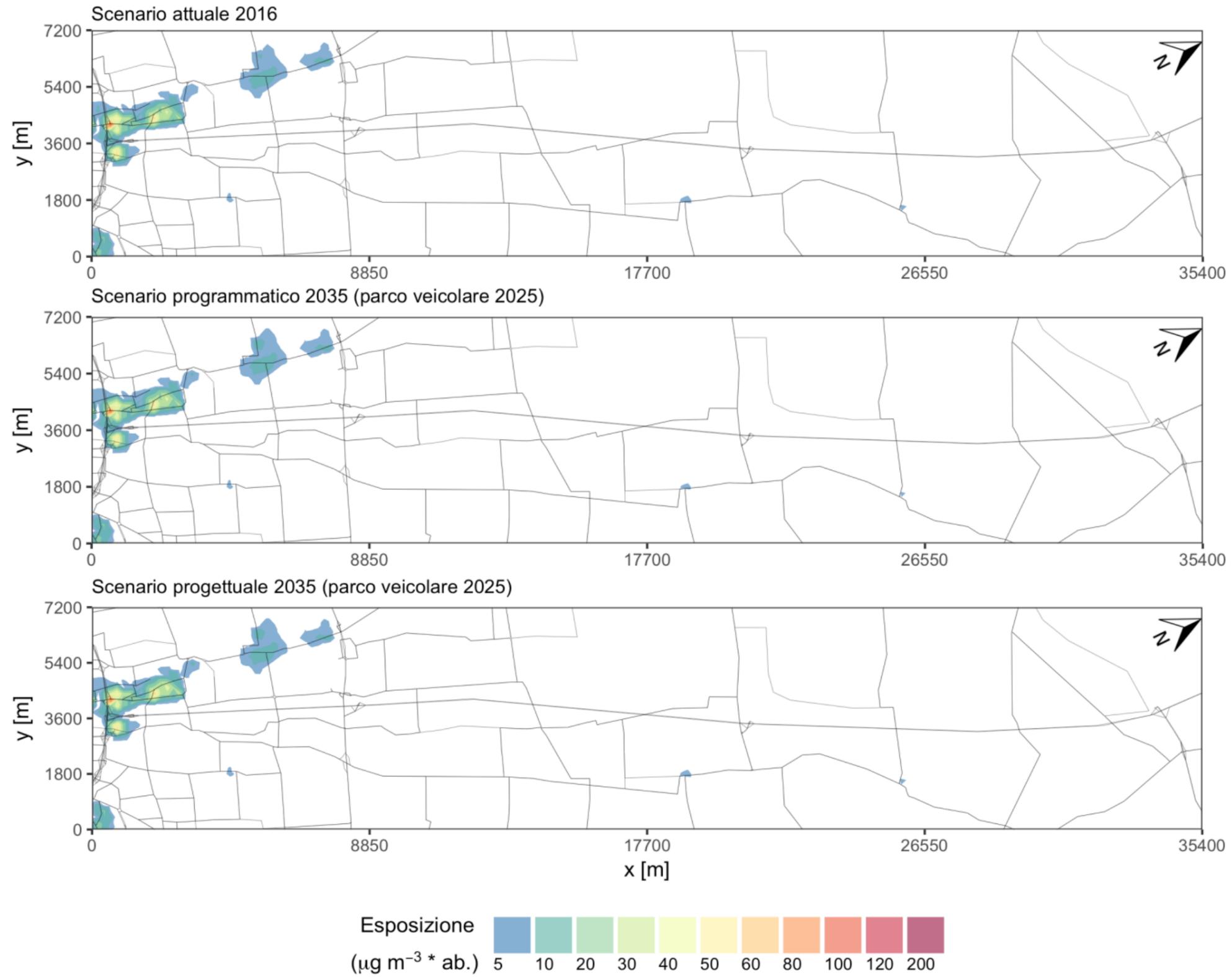


Figura 133: Esposizione alla media annuale di PM10. Valori in $\mu\text{g/m}^3 \cdot \text{abit.}$

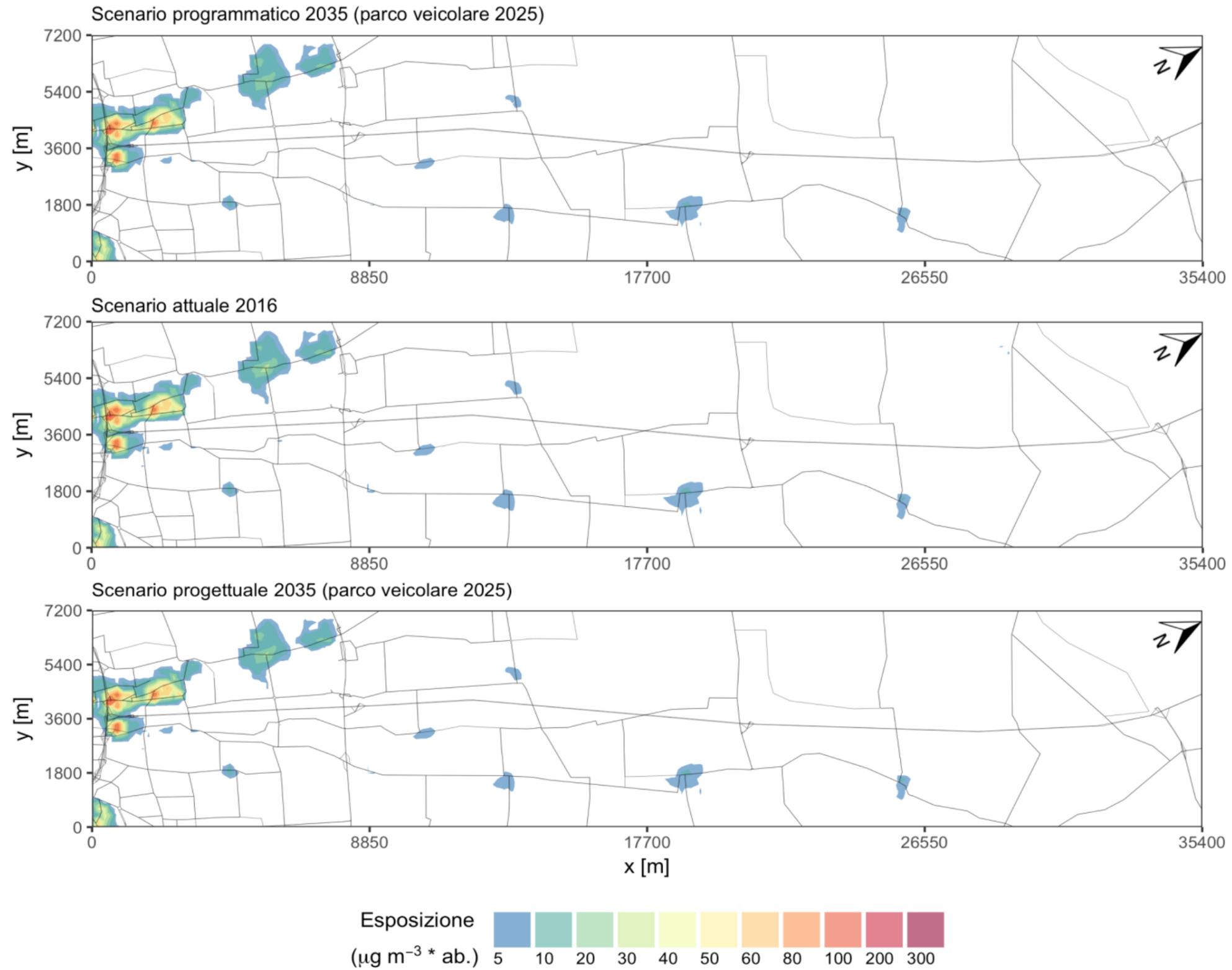


Figura 134: Esposizione al 90.4° percentile della concentrazione media giornaliera di PM10. Valori in $\mu\text{g/m}^3 \cdot \text{abit.}$

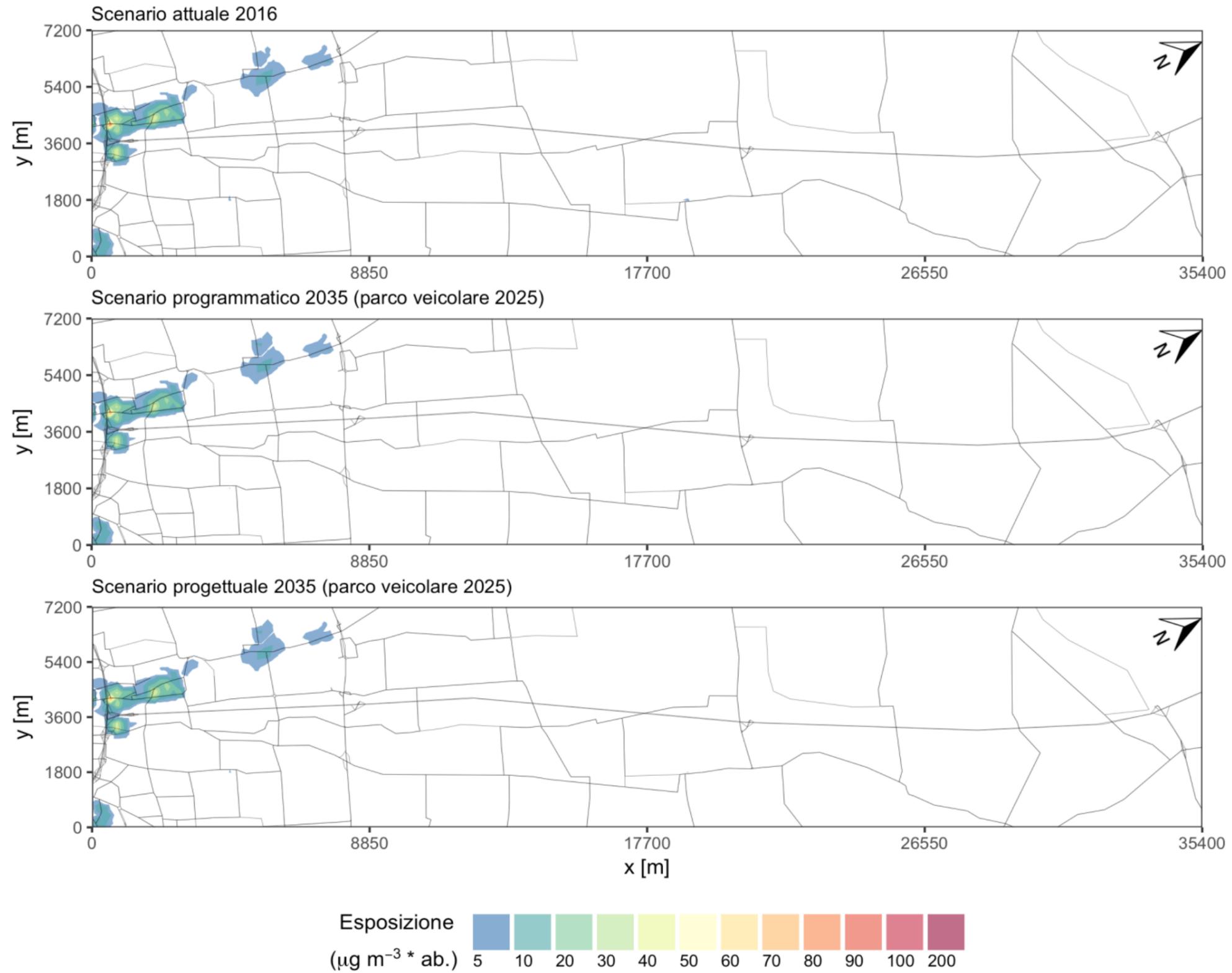


Figura 15: Esposizione alla concentrazione media annuale di PM2.5. Valori in $\mu\text{g/m}^3 \cdot \text{abit.}$

7.2.2 Inquinamento acustico

Le principali fonti di inquinamento acustico si possono distinguere in:

- Puntuali o areali, come per esempio le attività industriali e artigianali, i cantieri, gli esercizi commerciali, gli impianti di condizionamento. L'area di esposizione al rumore riguarda essenzialmente le aree nell'intorno della sorgente; i livelli di rumore dipendono dall'intensità della sorgente, dalla sua collocazione spaziale e dalla sua presenza temporale. In funzione del tipo di impianto, il rumore emesso da queste sorgenti può essere a lungo stazionario oppure fluttuare, alternando punte di breve intensità. In generale, l'inquinamento acustico generato dalle sorgenti puntuali non mostra un significativo incremento nel tempo, soprattutto grazie all'applicazione delle norme che disciplinano le emissioni acustiche insieme alle procedure di pianificazione territoriale; tale approccio dovrebbe garantire la separazione delle sorgenti di rumore dalle zone residenziali (abitazioni ed altri fabbricati sensibili).
- Lineari, ovvero il traffico veicolare, ferroviario e aeroportuale. Il rumore prodotto può essere messo in relazione con i parametri del traffico e con le proprietà acustiche della superficie della sovrastruttura. Il rumore stradale, specie ad una certa distanza dagli assi di scorrimento, è un rumore di tipo stazionario non soggetto a significative fluttuazioni; al contrario, l'impatto sonoro generato dal traffico ferroviario e da quello aereo è caratterizzato da singoli eventi di elevata intensità e breve durata.

Nelle aree urbane, il traffico veicolare rappresenta la fonte di inquinamento acustico più problematica, dal momento che coinvolge praticamente la totalità della popolazione residente.

Le emissioni sonore prodotte dal traffico sono essenzialmente dovute al motore, allo scarico dei gas combusti, alle segnalazioni acustiche, alle caratteristiche aerodinamiche delle carrozzerie e al rotolamento dei pneumatici sulla superficie stradale, in particolare all'aumentare della velocità dei veicoli.

La sovraesposizione al rumore provoca problemi particolarmente gravi alle persone, causando alterazioni fisiologiche e/o patologiche che variano in funzione delle caratteristiche fisiche del rumore e della risposta dei soggetti esposti.

Gli effetti nocivi sull'uomo sono riconducibili a tre diverse categorie:

- danni fisici all'organo dell'udito o altri organi del corpo umano (apparato cardiovascolare, cerebrale, digerente, dell'equilibrio, respiratorio, visivo), che sono correlati ad esposizioni elevate raggiungibili solo in ambiti circoscritti quali alcuni luoghi di lavoro (che devono essere opportunamente mitigati);
- disturbi in determinate attività, ad esempio nei lavori particolarmente impegnativi dal punto di vista mentale e nello studio, ma anche nella comunicazione verbale e nel sonno;
- annoyance inteso, come fastidio generico provocato da un rumore che semplicemente disturba e infastidisce.

Lo studio acustico stima che allo stato attuale (di fatto completamente non mitigato) il numero di abitanti esposto a livelli superiori a 55 dBA nel periodo notturno sia pari a 1150, il 20.2% della popolazione residente nei ricettori considerati. Nello scenario di progetto

senza mitigazioni tale dato salirebbe a 1441 abitanti (25.3%) a causa dell'aumento dei flussi di traffico.

Di conseguenza sono state studiate e inserite in progetto le mitigazioni acustiche necessarie a ridurre i livelli presso i ricettori.

I risultati del progetto acustico prevedono infatti la posa di 7624 m, ripartiti in 4378 m in carreggiata Nord e 3246 m in carreggiata sud, corrispondenti a circa 35500 m² di superficie.

Dal confronto tra la situazione dello stato di progetto senza mitigazione e quella post mitigazione, si determina una efficacia degli interventi variabile che comporta efficacia media pari a circa 2.5 dB(A) in funzione della posizione ricettore-barriera, consentendo un miglioramento generalizzato del clima acustico sul territorio.

I miglioramenti che saranno ottenuti con l'installazione delle barriere acustiche sono significativi: il numero di ricettori residenziali fuori limite passa dal 27,5% senza mitigazioni al 10,0% con mitigazioni per quanto riguarda il limite esterno notturno (-63,3%).

Per i ricettori per i quali sono stimati livelli interni notturni superiori a 40 dBA (2ricettori, pari al 0,3% dei ricettori totali) sarà comunque verificato il rispetto del limite interno notturno in fase post operam e l'eventuale necessità di procedere con l'esecuzione di opportuni interventi diretti al fine di garantire lo standard minimo di confort acustico nelle abitazioni previsto dalla normativa.

L'esposizione della popolazione a livelli di rumore a 55 dBA si riduce del 67.3% tra scenario futuro senza mitigazioni a scenario con mitigazioni, e del 59.0% rispetto allo stato attuale.

Nel complesso, si può stabilire che, con la realizzazione delle mitigazioni previste nel progetto della quarta corsia nella tratta oggetto di intervento, i livelli di impatto acustico si abbassano notevolmente andando a migliorare il clima acustico e l'esposizione attuali dell'area in studio.

Tabella 7-9 – Variazione ricettori residenziali fuori limite

Ricettori fuori limite		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	142	23.0%
Post operam non mitigato	170	27.5%
Post operam mitigato	62	10.0%
Riduzione rispetto a Attuale		-56.3%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-63.3%

Tabella 7-10 – Verifiche interventi diretti

Verifiche interventi diretti		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	37	6.0%
Post operam non mitigato	45	7.3%
Post operam mitigato	2	0.3%
Riduzione rispetto a Attuale		-94.6%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-95.5%

Tabella 7-11 – Esposizione superiore a 55 dBA per numero di abitanti

Esposizione > 55		Incidenza su numero totale di ricettori
Attuale	1150	20.2%
Post operam non mitigato	1441	25.3%
Post operam mitigato	472	8.3%
Riduzione rispetto a Attuale		-59.0%
Riduzione rispetto a Post operam non mitigato		-67.3%

7.2.3 Disturbo da vibrazioni

Le vibrazioni rappresentano una forma di energia in grado di provocare disturbi o danni psico-fisici sull'uomo ed effetti sulle strutture.

Tali impatti dipendono, in primo luogo, dalle caratteristiche fisiche del fenomeno, con particolare riferimento all'intensità delle vibrazioni, frequenza, punto e direzione di applicazione nonché durata e vulnerabilità specifica del bersaglio (organismo od opera inanimata).

Il disturbo sulle persone, classificato come "annoyance", dipende in misura variabile dall'intensità e frequenza dell'evento disturbante e dal tipo di attività svolta. L'annoyance deriva dalla combinazione di effetti che coinvolgono la percezione uditiva e la percezione tattile delle vibrazioni. Gli effetti sulle persone non sono concentrati su un organo bersaglio, ma sono estesi all'intero corpo e possono essere ricondotti genericamente ad un aumento dello stress, con conseguente attivazione di ripetute reazioni di orientamento e di adattamento, e con eventuale insorgenza o aggravamento di malattie ipertensive.

Le numerose indagini condotte lungo la rete autostradale italiana hanno evidenziato come in fase di esercizio non si verificano mai situazioni di superamento dei limiti di riferimento per il disturbo alla popolazione.

Gli impatti previsti per l'intervento in studio potranno verificarsi solo in occasione dell'esecuzione delle lavorazioni, esclusivamente diurne, che comportano immissione di vibrazioni nel terreno, in particolare gli scavi e la realizzazione di micropali.

L'estensione delle aree di impatto è limitata a circa 50m dalla sede delle lavorazioni (70 m per le arre critiche). Per loro natura tali impatti sono di natura temporanea e limitata, in quanto la durata di tali lavorazioni è generalmente di pochi giorni.

7.2.4 Incidentalità stradale

In assenza di riferimenti cogenti con i quali effettuare valutazioni relative all'incidentalità che caratterizza l'infrastruttura in oggetto, è stata adottata la procedura riportata nell'Allegato 2 della bozza delle "Norme per la classificazione funzionale delle strade esistenti".

Con riferimento a quanto previsto dal già citato allegato 2 (che raccomanda di basare le analisi incidentali su dati relativi ad almeno cinque anni), l'analisi è stata eseguita con riferimento al periodo temporale gennaio 2006 – dicembre 2015.

Come valore medio di riferimento (T_m) per il tasso di incidentalità si è assunto il tasso medio sulla rete di competenza di Autostrade per l'Italia (TIG), pari a 0,312 incidenti/10⁶ veicoli x km.

In termini di livelli incidentali la carreggiata nord risulta caratterizzata da un livello medio-basso, ad eccezione della fascia chilometrica km 7, ubicata in prossimità dello svincolo di Bologna Interporto, caratterizzata da incidentalità alta in quanto il tasso di incidentalità supera il valore di controllo superiore ($T_{sup}=0.410$); in questi ambiti il livello di incidentalità più elevato può essere riconducibile alle manovre di diversione/immissione compiute dagli utenti. Per quanto riguarda la carreggiata sud risulta invece caratterizzata da un livello medio, ad eccezione delle fasce chilometriche km 1-2, 7, 20-21, 33 ubicate rispettivamente in prossimità dello svincolo di Bologna Arcoveggio, dello svincolo di Bologna Interporto, dello svincolo di Altedo e dello svincolo di Ferrara sud caratterizzate da incidentalità alta in quanto il tasso di incidentalità supera il valore di controllo superiore ($T_{sup}=0.409$ nella tratta Bologna Arcoveggio-Bologna Interporto, 0.414 nella tratta Bologna Interporto-Alteto e 0.416 nella tratta Alteto-Ferrara sud); anche in questi ambiti il tasso di incidentalità più elevato può essere riconducibile alle manovre di diversione/immissione compiute dagli utenti.

Per quanto riguarda l'evoluzione temporale dei fenomeni incidentali nel tratto in oggetto, come evidenziato in Figura 7-136, si riscontra un andamento lievemente decrescente in linea con i valori medi della rete gestita da Autostrade per l'Italia per tutto il periodo di analisi.

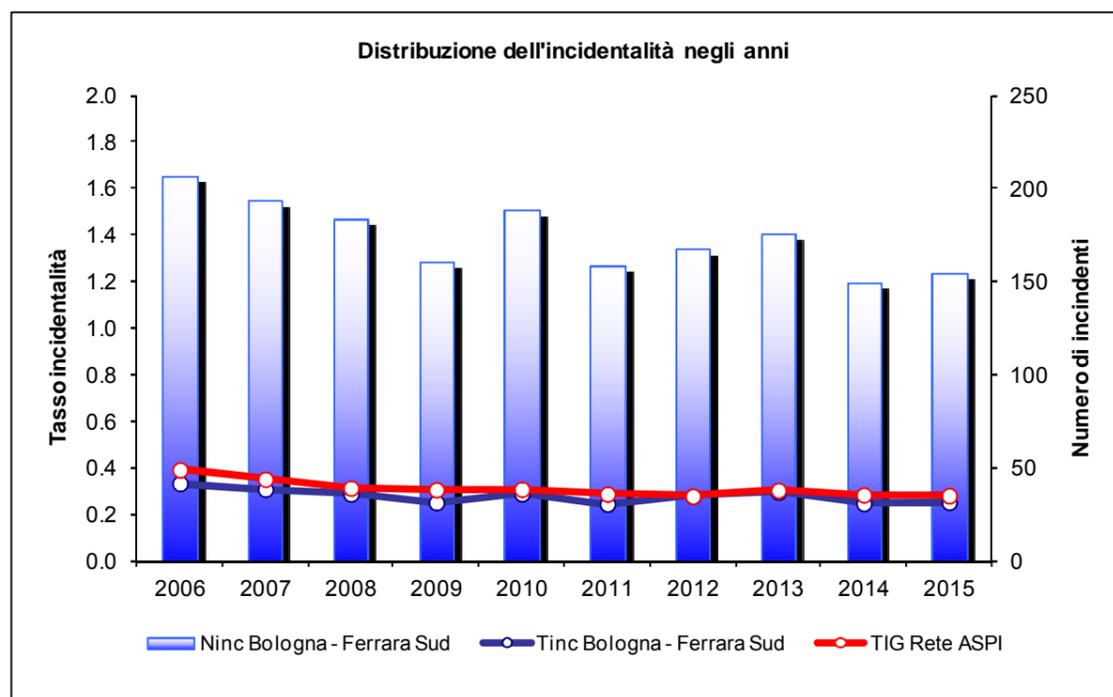


Figura 7-136 – Evoluzione dell'incidentalità

Per quanto l'infrastruttura in oggetto presenti già nella configurazione esistente livelli medio-bassi di incidentalità il progetto contiene una serie di interventi per i quali è lecito attendersi una positiva incidenza sulla riduzione delle cause che provocano l'insorgenza di fenomeni incidentali e che potranno elevare il livello di sicurezza offerto all'utenza dall'arteria potenziata e riqualificata:

- Adeguamento delle corsie specializzate di immissione e diversione;
- Interposizione tra due elementi a raggio costante (curve circolari, ovvero rettilo e curva circolare) di curve a raggio variabile (raccordi clotoidici);
- Miglioramento delle performance in termini di visibilità per l'arresto;
- Pendenze trasversali più elevate, a parità di raggio, rispetto a quelle esistenti, con conseguente incremento dei valori della velocità limite allo sbandamento e conseguente riduzione di variazioni di velocità tra elementi consecutivi del tracciato con elevata congruenza delle velocità di progetto (completa rispondenza ai criteri di natura cinematica e/o dinamica contenuti nelle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade");
- Dimensionamento degli spazi di funzionamento e messa in opera dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- Rinnovo della pavimentazione drenante e della segnaletica orizzontale e verticale.

La valenza degli elementi positivi di cui sopra e la loro lettura combinata concorrono a concludere che, nello spirito di quanto richiesto dal DM n. 67/S del 22.04.2004, l'intervento

configurato in progetto contiene elementi volti a un complessivo miglioramento della sicurezza del sistema rispetto all'infrastruttura attuale, che comunque alla luce delle risultanze emerse dall'analisi di incidentalità svolta per la tratta in oggetto, grazie anche al fatto che la Concessionaria Autostrade per l'Italia è già intervenuta in modo importante a mettere in opera interventi volti alla riduzione dell'incidentalità, è da considerarsi già oggi debolmente critica da un punto della sicurezza stradale.

7.2.5 Stabilimenti a rischio di incidente rilevante

A completamento delle analisi relative al tema della salute pubblica, è stata effettuata, sulla base dell'Inventario nazionale redatto dal Ministero dell'Ambiente – Divisione VI Rischio industriale, prevenzione e controllo integrato dell'inquinamento, in collaborazione con APAT – Servizi Rischio Industriale (aggiornamento maggio 2015), una verifica sulla presenza di stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'Art.15 comma 4 del D.Lgs. 334 del 17.08.1999 "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incendi rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose". Questa analisi è stata svolta con lo scopo di verificare se la realizzazione dell'intervento in progetto può aumentare il livello di esposizione della popolazione ai rischi industriali già presenti sul territorio.

Al riguardo occorre segnalare che, all'interno della fascia di indagine di 500 m è stata rilevata la presenza della ditta F.LLI RENZI LOGISTICA srl (artt.6/7/8 del D.Lgs.334/99), segnalata per la presenza di deposito conto terzi di prodotti fitofarmaci e chimici vari, (codice Ministero NH033), con sede in via di Saliceto 26/a, nella zona industriale del Comune di Castel Maggiore. Si riporta nella figura seguente uno stralcio cartografico per la localizzazione della suddetta azienda.



Figura 7-137 Localizzazione dell'azienda F.LLI RENZI LOGISTICA srl rispetto al tracciato di progetto.

Al fine di verificare l'impatto della suddetta azienda con la nuova infrastruttura è stato analizzato il Piano di Emergenza Esterno (PEE - edizione 2014), redatto dalla Prefettura di Bologna ai sensi dell'art. 20 del D.Lgs. 334/99.

Nel documento si indica quale “top event” tra gli scenari incidentali ipotizzati la rottura in area carico e scarico di un fusto da 1000 litri di acido fluoridrico al 40%, con conseguente fuoriuscita di 700 litri di sostanza tossica e dispersione atmosferica dell’acido stesso. Per il suddetto top event sono state calcolate le zone di rischio (prima zona di sicuro impatto, non presente, e seconda zona di danno, pari a 123 m) e la zona di attenzione (pari a 465 m). La rappresentazione cartografica delle zone di pianificazione dell’emergenza esterna è riportata nella figura seguente.

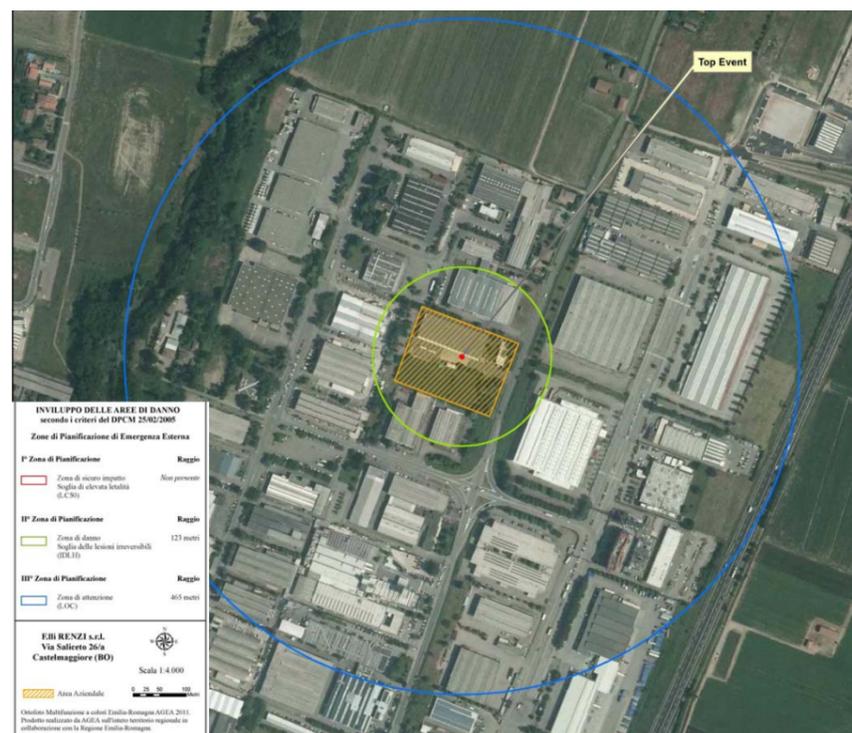


Figura 7-138 Aree di impatto a seguito di incidente rilevante (top event rottura di un fusto di HF da 1000l).

Si può notare come nella zona di attenzione, caratterizzata dal possibile verificarsi di danni generalmente non gravi e reversibili, ricadono circa 400 m di tratto autostradale A13 Bologna-Padova. Nel PEE al paragrafo 6 viene descritto il modello di intervento: in particolare per quanto riguarda l’infrastruttura autostradale la Società Autostrade, se allertata dai VV.F e/o dalla Prefettura sulla possibilità che l’evento incidentale possa avere ripercussioni verso l’esterno, avvia le azioni propedeutiche alla chiusura temporanea del tratto autostradale interessato e alla attivazione dei pannelli informativi a messaggio variabile. Inoltre, comunica al Prefetto eventuali criticità in atto all’interno della tratto autostradale interessato.

Tutto considerato, non si attendono modifiche al livello di sensibilità al rischio industriale dell’area indotte dal progetto di ampliamento dell’autostrada A13.

8 PAESAGGIO

8.1 LE DINAMICHE CHE HANNO GENERATO IL PAESAGGIO ATTRAVERSATO DALL'INTERVENTO IN PROGETTO

La struttura paesaggistica fondante dell'area interessata dal percorso dell'A13 è una alternanza di aree formate dal dinamismo fluviale e di aree in cui la permanenza di sistemazioni secolari e in qualche caso millenarie, rimane inalterata. In questo schema generale si distinguono per notevoli differenze il territorio che ricade nella provincia di Bologna da quello che ricade nella provincia di Ferrara.

Nel territorio attraversato dall'A13 in provincia di Bologna ha visto una lenta formazione condizionata dal successivo formarsi delle docce fluviali e dal divagare dei corsi d'acqua una volta raggiunte le quote critiche sul piano di campagna o in occasione di eventi climatici eccezionali o di prolungati periodi piovosi. La fotografia attuale del territorio può solo rappresentare le fasi più vicine a noi dal punto di vista temporale, in genere riferibili ad epoche storiche (vedi figura 8.1).

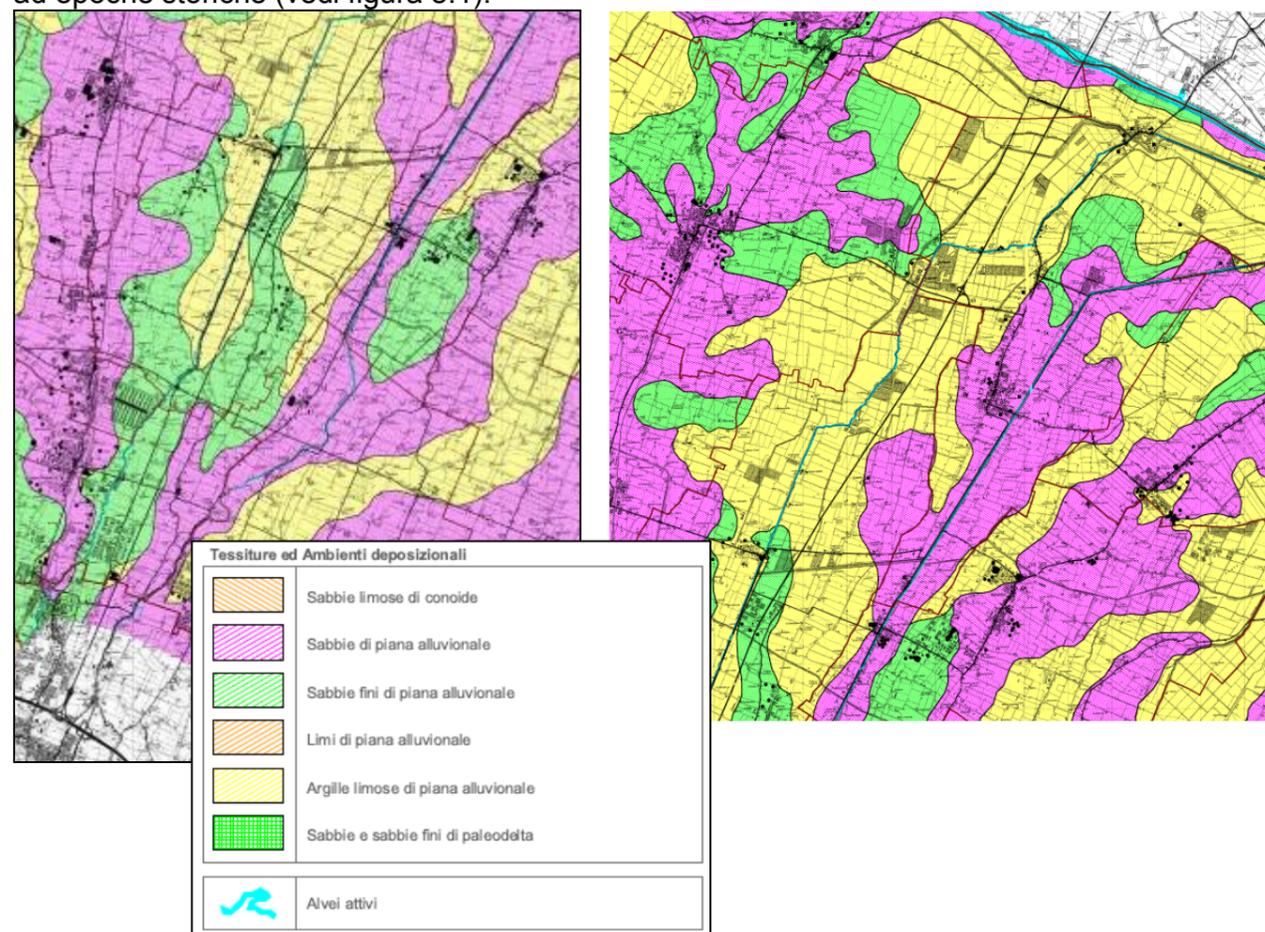


Figura 8-1 Estratto dalla Tavola Ac.1.1a e 1b – Carta litologica morfologica del PSC Associato dell'Associazione Reno-Galliera

Le immagini della figura precedente rappresentano bene l'alternanza di aree formate dalle attività più recenti dei corsi d'acqua (in genere riferibili ad epoche storiche o immediatamente precedenti), individuate dalla cartata come "Sabbie di piana alluvionale" (colore fucsia) e le aree di deposizione di inerti via a via più leggeri come le "Sabbie fini di piana alluvionale" (colore verde) e le "Argille limose di piana alluvionale" (colore giallo)

Tornando allo sviluppo storico del territorio si deve segnalare che la "Selva Litana" di epoca etrusco - romana fu progressivamente sostituita dalla utilizzazione agricola delle parti più emerse del territorio e dopo il definitivo inalveamento del Reno e del Savena negli attuali tracciati si è sviluppata privilegiando i dossi di pianura.

L'area tra Reno e Savena ha comunque sempre rappresentato un elemento di fragilità idraulica tanto che le tracce dell'organizzazione centuriata, pur presente, sono deboli e molto discontinue.

Anche i reperti archeologici del periodo tendono ad essere rinvenuti a notevole profondità a testimonianza di una intensa attività deposizionale.

Il periodo basso medioevale è caratterizzato da, un lato, da una riduzione delle dinamiche fluviali e dal rinfittirsi degli insediamenti sui dossi – lo stesso comune di Bologna effettua alcuni interventi di colonizzazione con l'immigrazione di agricoltori dalla Lombardia sulle direttrici S. Donato e Savena abbandonato – dalla stabilizzazione del canale Navile come via d'acqua. A fianco di questi miglioramenti della stabilità del territorio si registra una intensa controtendenza nell'area più settentrionale del territorio provinciale.

Nel tempo gli apporti solidi del Reno e del Panaro avevano messo progressivamente in crisi il Po di Primaro e nel periodo successivo alla rotta di Ficarolo (1152) si registra un lento ed inesorabile declino dell'ufficiosità idraulica del Po di Primaro e del Po di Volano e l'affermarsi del corso attuale del fiume Po. Questo comportò da un lato la stabilizzazione e l'arginatura del Po nel periodo Estense e il contemporaneo estendersi delle aree a palude che raccoglievano le acque del Reno senza più poter farle transitare per il Primaro.

Il territorio bolognese presenta due diverse dinamiche. Per la parte nord e i dossi più elevati la stabilizzazione territoriale all'interno dello Stato Pontificio, rappresenta un evento che all'inizio del XVI secolo diminuisce il livello di insicurezza e precarietà che l'aveva contraddistinto fino ad allora territorio rurale.

Si registrano investimenti dall'area urbana alla campagna, cominciano a sorgere le prime ville, ancora con una morfologia militare, e si stabilizzano le forme contrattuali come la mezzadria che porterà in pochi secoli all'affermarsi di una forma di paesaggio agrario imperniato sulla corte mezzadrile.

La controriforma porterà ad una riorganizzazione delle parrocchie curtensi e al lento affermarsi di una gerarchia di strade campestri che le collega.

Per la parte nord del bolognese la situazione divenne critica con il passaggio di Ferrara allo stato pontificio e la trasformazione della bonifica Sammartina (posta subito a nord del corso attuale del Reno) da semplice bonifica idraulica a area interessata dalla bonifica per colmata. Questo comportò un progressivo innalzamento delle quote di campagna e il progressivo estendersi delle aree paludose o semi paludose verso sud. E' questa la situazione descritta dalla carta di Andrea Chiesa, riprodotta nella Figura 8.2.

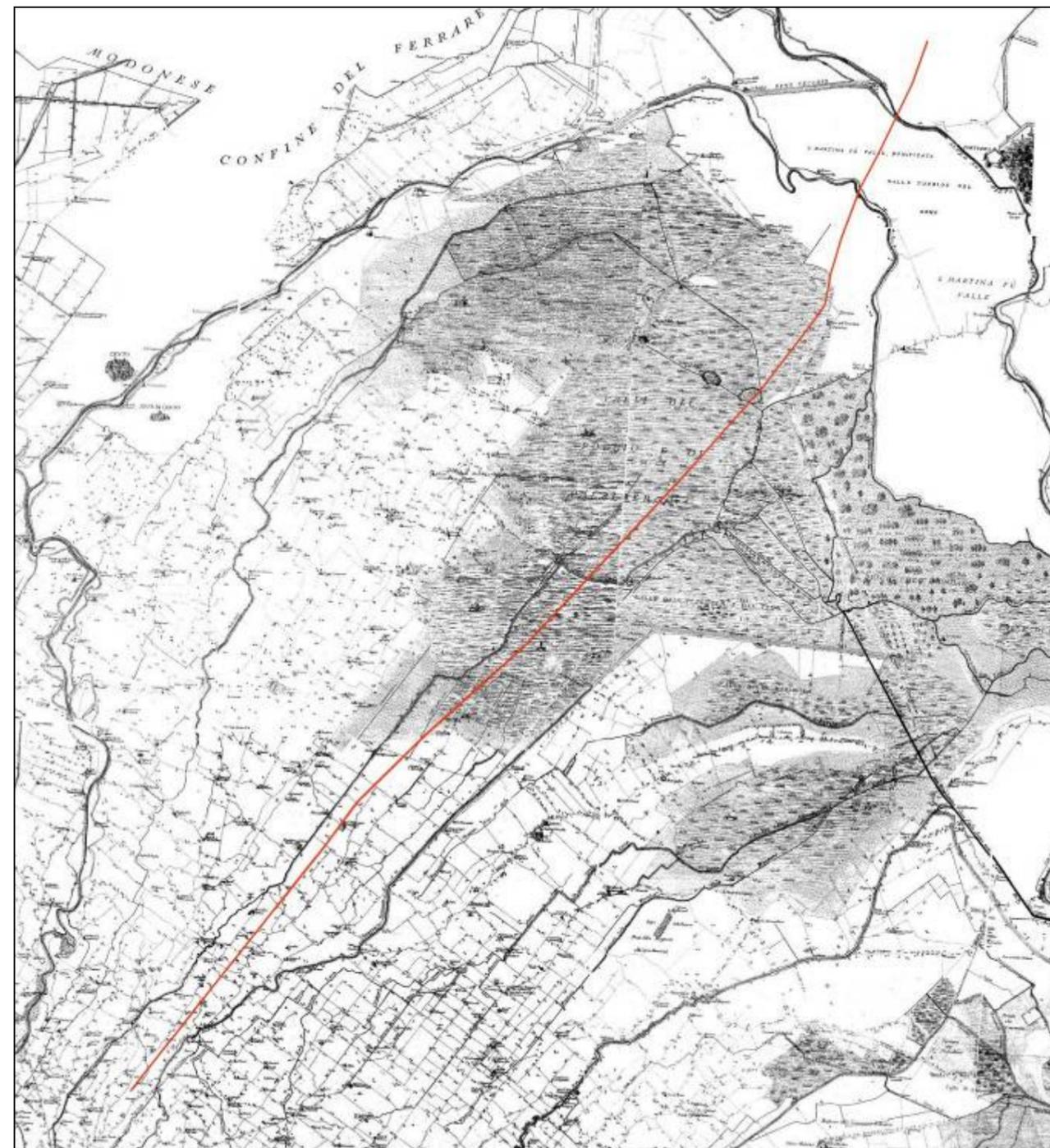


Figura 8-2 Assemblaggio della carta di A. Chiesa – 1742 ca. con l'individuazione in rosso del tracciato dell'A13

La costruzione del corso del Reno sul confine tra legazione Bolognese e Ferrarese e lo sbocco nelle valli di Comacchio e il suo progressivo innalzarsi sul piano di campagna comportò un susseguirsi di rotte che misero spesso in crisi la nuova struttura e un notevole

rallentamento delle operazioni di bonifica di territori non ancora messi in sicurezza definitiva.

Il territorio appare costellato da numerose corti coloniche formate in larga maggioranza da due volumi cubici con copertura a quattro acque: uno destinato ad abitazione della numerosa famiglia mezzadrile e uno a stalla e fienile. I fabbricati anche quelli rurali sono ormai in muratura ed in quegli anni che si stabilizza la forma guida del Dotti. Solo un secolo prima i cabrei dei periti agrimensori riproducevano fabbricati in cui portici erano lignei similmente a quelli urbani del primo rinascimento.

La documentazione cartografica (A. Chiesa Cartografia della pianura bolognese¹⁰, edizione 1742) permette di cogliere, soprattutto in confronto con le cartografie successive, l'ormai raggiunta stabilizzazione idraulica della parte meridionale del territorio contrapposta alle paludi e ai "boschi e prati che si inondano" della parte settentrionale.

Ovviamente è assente il corso del fiume Reno nella forma che conosciamo oggi.

La Figura 8.3 riporta la cartografia di primo impianto dell'IGM, databile quasi ad un secolo dopo, in quanto prende l'avvio con una prima levata effettuata dall'amministrazione militare austriaca negli anni 50 del XIX secolo, la carta riporta anche le principali forme d'uso del suolo.

Il reticolo stradale e i corsi d'acqua e la grande maggioranza delle corti coloniche appaiono confermate rispetto alla carta del Chiesa, si registra qualche modifica nei toponimi e nelle denominazione delle ville, testimonianza della dinamica fondiaria del periodo storico in esame.

Gran parte delle aree a palude sono ricondotte a risaia stabile o a prato permanente e i campi a normale rotazione risultano in sensibile espansione. Nelle aree di dosso domina la sistemazione a piantata, caratteristica che accompagnerà questi territori fino al dopoguerra della seconda guerra mondiale.

E' presente il corso attuale del Reno, realizzato a partire dalla seconda metà del settecento (la denominazione di "Cavo Benedettino" fa riferimento al papa Benedetto XIV che promosse l'opera), ma il funzionamento della bonifica del territorio è ancora a gravità, con convogliamento delle acque verso il Po Primario e le valli di Argenta e Campotto.

La situazione di accentuata insicurezza idraulica permarrà fino alla introduzione del sollevamento meccanico delle acque con l'inaugurazione dell'idrovora di Saiarino nel 1925.

Dopo questo periodo la bonifica si afferma e, pur non mettendo in sicurezza completa tutto il territorio, ne consente un completo sfruttamento dall'agricoltura meccanizzata e dalle forme più specializzate di frutticoltura.



Figura 8-3 Assemblaggio delle tavolette IGM 1:25000 di primo impianto – 1850-1861 ca. con l'individuazione in rosso del tracciato dell'A13

¹⁰ Scala: in pertiche bolognesi, 1:34.000 circa, Anni di rilevamento: dal 1732 al 1738, Anno di edizione: 1742, Copertura territoriale: Pianura bolognese, delimitata dalle strade Bazzanese ed Emilia, includendo il bacino del Reno sino al fiume Sillaro e riportando alcuni tratti del ferrarese

I rari edifici che costellavano la parte settentrionale del territorio sono affiancate da nuove corti coloniche, di modello simile a quelle del Dotti, ma realizzate in due ondate alla fine dell'ottocento e dopo la prima guerra mondiale sulla spinta di rinnovati interessi verso l'agricoltura o di specifici finanziamenti per contrastare l'inurbamento della popolazione e modernizzare l'agricoltura tradizionale.

Compaiono anche grandi edifici per la trasformazione industriale delle produzioni o per il loro stoccaggio, prima la canapa che lascia qualche vestigia di stabilimenti per lo più assorbiti da altri manufatti, poi gli zuccherifici (ad es. nei pressi della stazione di Altedo) e nei tempi più recenti i magazzini frigoriferi per la frutta.

Nelle parti di dosso è costante il infittimento delle costruzioni conseguente ad una lunga fase di incontrastato frazionamento fondiario.

L'espansione della meccanizzazione del primo dopoguerra ha progressivamente fatto sparire la piantata e ha portato ad una semplificazione estrema delle colture che in gran parte dell'area si sono ridotte alle sole erbacee: cereali in cultura secca, barbabietola da zucchero fino a pochi anni fa, medica e qualche coltura proteoleaginosa.

La semplificazione e l'estensivazione ha portato ad una grande visibilità di questo territorio, visibilità un tempo negata a viaggiatori e residenti.

Anche la storia del territorio ferrarese è inscindibilmente legata all'acqua. Esso infatti... "è stato formato principalmente da tre fiumi: il Po, discendente dalla Alpi, che ha raccolto, durante il suo corso, i materiali dei fiumi a lui confluenti in destra e sinistra; il Reno ed il Panaro fiumi appenninici della Romagna".

Il millenario processo che ha condotto alla sua creazione è sempre stato caratterizzato da una forte instabilità dei risultati intermedi raggiunti sia a causa dei fenomeni naturali - esondazioni, divagazioni, ecc. sia, nei secoli più recenti, per interventi umani carenti dal punto di vista tecnico, o scarsamente lungimiranti in merito agli effetti indotti da certe operazioni idrauliche.

La foce del fiume, il cui corso fin dall'antichità si è in larga misura identificato in due rami principali, detti Padoa ed Olana (attuale Volano), ha subito infatti un progressivo spostamento verso nord a causa della diversa velocità di subsidenza tra la parte meridionale della pianura padana (Emilia) e quella settentrionale (Veneto), e per la pressione degli irruenti affluenti appenninici, costruendo così un'ampia zona di sacche con vaste zone paludose ed acquitrinose, dovute al difficoltoso deflusso di parte delle acque di piena nell'alveo, progressivamente sopraelevato dal deposito di detriti.

L'assetto altimetrico del territorio risulta assai variabile, sia pure all'interno di un intervallo ristretto di quote e presenta una pendenza generale da Ovest a Est, fattore questo che ha condizionato in misura notevole l'assetto territoriale, anch'esso allineato secondo questa direttrice, in un alternarsi di rilievi e depressioni.

Sul meccanismo naturale, che ha determinato l'innalzamento graduale e generale della piana alluvionale Ferrarese, è intervenuto l'uomo, il quale per porsi al riparo da fenomeni di esondazione, ha costretto i fiumi a scorrere sempre entro gli stessi letti, ha innalzato a questo scopo argini artificiali, di pari passo con il naturale innalzamento del fondo dei fiumi, ed ha impedito, nello stesso tempo, l'arrivo di nuovi apporti detritici nelle aree comprese tra i nuovi alvei. L'uomo ha così fossilizzato la rete idrografica col risultato di esaltare i dislivelli tra i letti fluviali e le campagne circostanti.

Risulta così spiegabile nelle sue linee essenziali il panorama altimetrico del territorio, che vede le zone più rilevate in corrispondenza dei corsi d'acqua attuali ed estinti, e risulta spiegata la suddivisione del territorio in varie unità a forma di catino ed il suo degradare verso il luogo di naturale recapito delle acque, il mare.

Risulta pertanto assai evidente la suddivisione del territorio stesso in strutture lineari rilevate rispetto alla campagna circostante determinate dai paleoalvei, elementi morfologici emersi su cui si sono installate sin dalle epoche più antiche le vie di comunicazione e la trama del sistema insediativo, ed in bacini negli spazi tra essi interclusi, occupati da paludi ed acquitrini.

E' con gli Etruschi che si passa da una miriade di piccoli interventi sparsi e non coordinati alle prime opere idrauliche inserite entro politiche di gestione delle acque, in particolare dopo il VII A.C. quando per loro diventa insicura la rotta tirrenica di collegamento con l'oriente e attrezzano un sistema di comunicazione sull'Adriatico (Spina, ecc.). Infatti l'attenzione rivolta dagli Etruschi all'idraulica era indirizzata alla regolazione e regimazione dei corsi d'acqua piuttosto che alla bonifica e messa a coltura di nuovi terreni, in quanto in uno scenario economico dominato dai commerci era più importante avere un sistema di relazioni efficienti: da Spina ed Adria le merci provenienti da tutto il bacino Mediterraneo venivano inoltrate in tutto l'entroterra Padano in gran parte per via d'acqua.

La conquista romana della Padania fu intrapresa a partire dal III sec. a.C.. I Romani ripresero ad occuparsi del sistema idraulico, sia per garantire la circolazione delle acque nelle lagune, sia per semplificare la comunicazione per navigazione interna, con lo scavo di canali artificiali quali, per esempio, la Fossa Augusta e la Fossa Flavia (I sec. D.C.).

A partire dal periodo tardo-imperiale assunse maggiore importanza idraulica il ramo Olana (l'attuale Volano) che iniziò a costruirsi una propria cuspide deltizia, mentre il ramo meridionale, il Padoa, perse sempre più di importanza. La fine dell'impero romano e le successive e coeve invasioni barbariche, portarono all'abbandono della manutenzione delle opere idrauliche ed alla distruzione o al forte deperimento della rete di comunicazione per acqua e per strada. In una situazione di ormai totale sfascio delle istituzioni nel territorio in esame, come altrove, la Chiesa rappresentò quindi un fondamentale momento di aggregazione politico-culturale ad una potente realtà economica; non a caso, nel territorio ferrarese di quel tempo, il potere è in buona sostanza detenuto dalla diocesi ferrarese.

Negli anni che precedettero il 1000 crebbe costantemente il flusso dei traffici sulle vie d'acqua interne del ferrarese: i nodi essenziali erano Ferrara e Comacchio, quest'ultima fino alla sconfitta che subirono dai veneziani nell'854 e nel 932. La distruzione di Comacchio ed il suo ridimensionamento in termini economici favorirono indirettamente lo sviluppo di Ferrara, felicemente collegata con il mare e con l'entroterra, collocata lontano dalle sempre possibili invasioni veneziane. Questo processo di sviluppo raggiunge il suo apice alla fine del 13^a secolo, quando cause naturali e variazioni significative dell'organizzazione politica porteranno in breve alla crisi del sistema.

Anche per il ferrarese le modificazioni più significative sono da ricercarsi nel nuovo assetto idraulico padano con la già citata rotta di Ficarolo nel 1152. Nella seconda metà del XII sec. rotta di Ficarolo, che aveva deviato verso nord, originando il Po di Venezia, buona parte delle acque del fiume, pur senza compromettere la navigabilità e l'importanza del Po di Ferrara (o di Primaro) e del Volano, sconvolse l'intero sistema di scolo del Polesine di Ferrara e ridusse a valli e paludi terre di antica coltura.

Iniziò un processo di trasformazione dell'assetto socio-economico che premiava l'apparato produttivo locale, una economia sostanzialmente agricola che vedeva nella proprietà fondiaria il suo fulcro. Si ebbe quindi un ribaltamento dei valori, la città non era più generatrice di ricchezza, ma semplice sede della Signoria, mentre le campagne che fino ad allora erano vissute a livelli di semplice sostentamento, dovevano ora produrre ricchezza; di qui la necessità di ampliare la capacità produttiva mediante la messa a coltura di nuovi territori. Nuovo era anche il "meccanismo" con cui vengono realizzate le opere di bonifica; accantonato l'ordinamento "Benedettino" dell'enfiteusi, era il Signore che a proprie spese promuoveva gli interventi di bonifica su vaste aree ed acquisiva tutti i diritti di proprietà sui terreni prosciugati, egli era il solo in grado di disporre delle ingenti somme da anticipare per la realizzazione delle opere.

Durante la Signoria di Alfonso I, d'Este che ben poca cura dedicò alle questioni idrauliche, i bolognesi ottennero di realizzare l'immissione del Reno nel Po di Primaro (1526), che negli ultimi decenni, oltre all'immissione del Santerno, aveva già subito l'apertura di una bocca d'affluenza per il Lamone; e di lì a pochi anni fu appesantito anche degli apporti del Senio e dell'Idice: per tutta la prima metà del Cinquecento, larga parte del Ferrarese venne così sottoposta a continue, devastanti rotte del fiume.

La bonifica Estense, che ebbe il suo culmine con Alfonso II, era del tipo "a gravità", l'unica possibile con le tecnologie dell'epoca; essa consisteva nel creare una nuova rete di canalizzazioni che consentiva il recapito a mare delle acque in modo completamente indipendente dalla rete idrografica naturale. Sempre con Alfonso II cominciò la bonifica dei vasti tenimenti della Sammartina, strappata alle inondazioni del Reno e attraversata ora dal tracciato dell'A13.

Alla fine del XVI sec., morto Alfonso II, si compì la devoluzione di gran parte dei domini estensi allo Stato Pontificio. Al termine del Ducato degli Estensi, con il passaggio del territorio sotto la sovranità papale si ebbe un rapido decadimento dell'intero sistema delle bonifiche per due ordini di motivi principali. Il primo ha cause naturali: nei terreni

prosciugati dalle acque viene meno la pressione interstiziale tra granulo e granulo sedimentario, innescando un processo di costipamento i cui effetti si sommano a quelli della subsidenza ordinaria determinando un abbassamento del suolo. Il secondo è di carattere amministrativo: il complesso disegno della bonifica necessitò di costanti lavori di manutenzione e adeguamento, in quanto i tassi di subsidenza variabili, da punto a punto, inducono modificazioni della direzione di deflusso delle acque; il sistema amministrativo pontificio si dimostrò incapace di gestire i territori bonificati e quando tentò di porre rimedio a questo stato delle cose, come con Papa Clemente VIII, l'azione fu incerta ed inadeguata e progressivamente si persero tutti i benefici acquisiti con la bonifica Estense.

Nel corso del XVII sec. furono più numerose le contese ed i dibattiti intorno a talune questioni di ristrutturazione dell'assetto idraulico del Ferrarese – ma principalmente si discusse della richiesta bolognese di immissione del Reno nel Po Grande - che non le operazioni realmente compiute per porre un qualche rimedio ai disastri a catena provocati dagli avvenuti interventi del secolo precedente.

Le acque di questo fiume, un tempo affluente di destra del Po, sfociavano ora in una vasta area paludosa che si estendeva da Crevalcore sino a Malalbergo, mentre l'alveo di magra scorreva ad occidente di Cento; in assenza di un corso stabilizzato del fiume, anche i terreni bonificati erano sovente soggetti ad allagamenti. A metà del Seicento il Reno per l'ennesima volta cambiò il suo corso spostandosi verso Est e iniziò a scorrere fra Cento e Pieve dove venne "fissato", con lavori di arginatura durati sino all'inizio del XVIII secolo, nel luogo dove ancora oggi si trova.

Per avere un quadro della situazione del nostro territorio verso la fine del XVII secolo, vi è la pubblicazione dell'Idraulico Alberto Penna¹¹, che produce una attenta descrizione del territorio ferrarese e che parlando delle aree a sud di Ferrara cita "la Valle S. Martina, sito già fertile, coltivato, e copioso di abitatori, ma poi reso infecondo, incolto e spopolato dal Reno e dallo stesso con le sue torbide restituito in parte alla coltivazione, così alzato di piano che in molti luoghi non teme più delle maggiori piene del medesimo Reno". Si realizza infine la bonifica per colmata citata in precedenza.

Si giunse così al 1750, il Reno venne fatto deviare verso est dalla Panfilia sino a Poggio Renatico, con il restringimento ed inalveamento del fiume nel citato Cavo Benedettino. Le acque del Reno, insieme con quelle del Savena, dell'Idice e di altri minori, furono così immesse nel Primaro.

Il quadro risultante dai numerosi interventi che si seguirono nell'800 è di una complessità estrema in quanto il territorio risulta suddiviso in un gran numero di sottobacini idraulici, generati dalla diversa successione temporale dei diversi interventi, spesso realizzati addirittura in secoli diversi, e dalle diverse tecnologie impiegate. Il territorio risanato parzialmente dall'acqua presenta estese colture frutticole ai piedi del corso del Reno e nella Sammartina e estese superfici a colture estensive nelle conche e nelle aree di insicurezza idraulica maggiore.

¹¹ A. PENNA, "Compendiosa descrizione dello Stato di Ferrara in generale e delle sue parti in particolare", Ferrara 1663

8.2 PAESAGGIO RURALE ATTUALE

Partendo da Bologna e proseguendo sull'A13 verso Ferrara l'analisi delle tavole dell'uso reale del suolo (vedi allegato AMB-QAMB-SUO-007_012) e la documentazione fotografica che riportiamo di seguito, mostrano un paesaggio che vede una progressiva transizione da un ambiente con caratteristiche periurbane ad un appoderamento tradizionale per poi passare a un paesaggio tipico di Bonifica.

Al km 1+500 si evidenziano spazi agricoli, il tracciato dell'A13 che rimane molto aderente al piano di campagna e sullo sfondo l'abitato di Corticella (vedi foto seguente)



Foto 8-4 Panoramica del tratto iniziale dell'A13 in rapporto con l'edificato

Anche al km 2+500 il rapporto con l'edificato è molto stretto e incomincia a perdere di visibilità lo skyline dei colli bolognesi (vedi foto seguente)



Foto 8-5 Dal cavalcavia di via Peglion l'A13 e il quartiere Corticella

In corrispondenza del confine tra Bologna e Castel Maggiore si può collocare il limite dell'UdP della "Pianura periurbana bolognese"; da qui verso nord si entra nell' UdP del "Corso del Savena abbandonato".

Entrando nel comune di Castel Maggiore (km 3+000) si incontra un'area con utilizzazioni eterogenee (deposti, orti, ecc.) caratterizzata da una densa vegetazione ruderale ed alloctona (vedi foto seguente).



Foto 8-6 Aree a destinazione eterogenea e con densa vegetazione

Subito dopo l'A13 è costeggiata a ovest dall'area industriale di Castel Maggiore, mentre ad est il paesaggio è caratterizzato dai seminativi (vedi foto seguente).



Foto 8-7 Panoramica dal cavalcavia di via Saliceto verso nord

E' da notare che introno alle corti coloniche o ai siti che ospitavano maceri ormai tombati, si addensa una fitta vegetazione arborea (Pioppi, Querce, Olmi, ecc.) creando un paesaggio molto più vario e articolato di quello che la prevalente destinazione a colture estensive dell'area potrebbe portare a pensare. Quasi in ogni veduta di questo tratto iniziale dell'A13 sono presenti quinte e nuclei arborei.

Superata la progressiva 4+000 ad est si apre il paesaggio agricolo tipico delle colture estensive, dove permangono poche ed isolate costruzioni tipiche a due volumi (vedi foto a fianco).

Foto 8-8 Costruzioni tipiche rimaneggiate negli anni – Casa-Stalla e casella

La maggior parte degli edifici rurali storici è stata ristrutturata e modernizzata sia mantenendo la destinazione agricola che subendo radicali trasformazioni per adibirle a residenze (vedi foto seguente; km 6+500).



Foto 8-9 Costruzioni tipiche ristrutturate recentemente – Stalla-Fienile con realizzazione di un interpiano

Superata l'area industriale il paesaggio si apre ed appare, per un breve tratto, meno frammentario (vedi foto seguente).



Foto 8-10 A13 e Colture erbacee a nord dell'Area industriale di Castel maggiore (km 5+400)

L'A13 continua ad essere poco visibile e resta molto aderente al terreno. Continua ad est la predominante destinazione agricola a colture estensive con isolati nuclei e quinte arborei. Lo skyline dei colli bolognesi è ormai quasi scomparso ed è visibile solo in giornate molto serene.

Giunti alla progressiva 7+000 tra il polo commerciale Centergross e l'A13 si interpongono gli estesi complessi della discarica per rifiuti speciali ASA (vedi le foto seguenti) e della fabbrica di laterizi IBL.



Foto 8-11 Estrema propaggine sud della discarica ASA con un lotto in coltivazione

Si tratta, in particolare la discarica, di estese aree (qualche decina di ettari) in evoluzione costante e dopo l'uso intenso orientate alla rinaturalizzazione.

Questa si è già verificata con l'area di ex cava IBL, ora un laghetto costeggiato da una densa vegetazione, e si sta progressivamente attuando anche sul corpo della discarica.



Foto 8-12 Sulla destra si evidenzia la vegetazione che borda e in parte ricopre la porzione di discarica ASA di più antica coltivazione, a sinistra colture private e nuclei di vegetazione

La parte attiva della discarica ha in corso la richiesta di autorizzazione per continuare la coltivazione in elevazione. Se l'iter sarà positivo si creerà un rilevato di notevole potenza e spessore.

Subito a nord dell'area IBL si eleva sulla campagna il rilevato della trasversale di pianura (vedi foto seguente) e il nodo dello svincolo di Bologna Interporto.



Foto 8-13 Rilevato della Trasversale di Pianura



Foto 8-14 Svincolo e stazione di Bologna Interporto

L'area dello Svincolo di Bologna Interporto comprende anche il punto più vicino al corso del Navile in questo primo tratto di A13. Nella figura seguente si può notare sulla destra, dietro alla corte colonica a due volumi, la lingua di vegetazione arborea che costeggia e accompagna il corso del Navile.



Foto 8-15 Vegetazione arborea che accompagna il corso del Canale Navile

Dalla progressiva km 9+200 verso nord prevale di nuovo il paesaggio agricolo delle colture estensive. Nella foto seguente, ripresa da via Saliceto, si notano i campi aperti, con isolate alberature residuo delle antiche piantate. Sono sempre presenti filari alberati di Pioppi cipressina e macchie arboree. Alcune di queste sono il risultato degli interventi di rimboscimento della pianura degli ultimi decenni. L'A13 è praticamente invisibile in un momento in cui non passavano autocarri o altri veicoli di grande dimensione.



Foto 8-16 Paesaggio di pianura a nord della stazione di Bologna Interporto

Proseguendo verso nord il paesaggio non si modifica di molto e continua l'alternanza di estesi campi a colture erbacee e fondali di quinte o gruppi di alberature. I fabbricati storici pesantemente ristrutturati costellano gli spazi aperti. Sono presenti anche nuovi fabbricati di servizio, come nella foto seguente, che dopo una fase di reiterazione dei modelli di derivazione industriale tendono ad assumere le caratteristiche dei fabbricati tipici: copertura a falde, paramento intonacato, ecc..



Foto 8-17 Fabbricati tipici ristrutturati con affiancato un piccolo fabbricato nuovo di servizio

Continua il paesaggio che vede i campi aperti, con isolate corti coloniche (km 10+400) e le quinte e i nuclei di vegetazione arborea. Sullo sfondo sulla destra si evidenzia il corso del Navile e la cortina arborea ce lo accompagna. Nella formazione delle quinte arboree e dei nuclei collabora anche il percorso autostradale con piante isolate e filari poste ai suoi bordi e con la densa vegetazione che cresce sui rilevati dei cavalcavia.



Foto 8-18 Campi a colture erbacee, corte colonica a due volumi e corso del Navile

Sempre alla stessa chilometrica, ma guardando verso nord si vede in lontananza l'inizio dell'area industriale di Bentivoglio e una vasta cassa di espansione in corso di realizzazione a tutela del centro abitato e delle aree produttive limitrofe.



Foto 8-19 Area industriale di Bentivoglio e Cassa di espansione

E' interessante notare la densa vegetazione che accompagna il nastro autostradale in alcuni punti.

E' in corrispondenza dell'avvicinarsi dell'area industriale di Bentivoglio che c'è il passaggio dall'UdP del "Corso del Savena abbandonato" che rimane a sud e l'UdP definita come "Conca morfologica delle bonifiche storiche". L'individuazione di PSC associato di "Terre di Pianura" appare confermata, come vedremo, anche della immagini fotografiche.



Foto 8-20 Campi a colture erbacee, si nota l'impovertimento della vegetazione e il rarefarsi delle corti rurali

Nella foto sopra riprodotta l'A13, ripresa da via Barche (K. 12+300) corre ancora poco elevata sul piano di campagna, ma si evidenzia il rarefarsi sia delle costruzioni rurali che dell'equipaggiamento vegetazionale.



Foto 8-21 Dal Cavalcavia di via Barche esempio di corte colonica

I fabbricati rurali tradizionali rimangono di forma simile ai precedenti, ma sovente sono di dimensione maggiore e appaiono quasi isole in una campagna aperta a colture erbacee.



Foto 8-22 Da via Saletto verso l'autostrada A13 - Campi a colture erbacee

Anche spostandoci a est dell'A13 il paesaggio non cambia sostanzialmente: campi aperti, quasi senza assolate per facilitare le operazioni meccaniche e rare corti coloniche.

L'immagine precedente è stata ripresa da via Saletto (km 13+200). L'A13 quasi scompare se non segnalata dal passaggio di qualche autocarro o pullman.

Proseguendo verso nord il paesaggio non si modifica; saltuariamente si incontrano gruppi di alberature o connessi al percorso autostradale o collegati a qualche corte colonica (vedi foto seguente).



Foto 8-23 Dal cavalcavia situato al km 14+950 guardando verso sud

Solo in prossimità di Saletto, località di insediamento storico, si registra un leggero infittimento della vegetazione e delle corti a testimoniare della maggior sicurezza idraulica della località (vedi foto seguente).



Foto 8-24 Da via Saletto verso l'abitato omonimo aumenta la dotazione arborea e si rinfittiscono le corti

Nel tratto prospiciente all'abitato di Saletto l'A13 confina con il SIC-ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" di cui si fornisce la documentazione fotografica nel punto 1.6.2.

L'abitato di Saletto, che presenta una chiesa con campanile di pregio storico e culturale è scarsamente visibile dall'A13 poiché si interpone tra l'autostrada ed il centro l'esteso parco di una villa privata dotato di una consistente alberatura. Per la documentazione fotografica del centro di Saletto si rimanda al punto 1.6.1.

Superato Saletto e tornati ad ovest dell'A13 il paesaggio ritorna quello tipico delle zone di bonifica (vedi foto seguente ripresa alla progressiva 17+300).



Foto 8-25 Da via Saletto a nord dell'abitato omonimo il paesaggio riassume il carattere delle aree di bonifica

L'andamento tortuoso della strada che corre a fianco dell'A13 in questo punto rappresenta un ricordo dei percorsi storici intravallivi e come testimoniano le colture specializzate della corte che si vede sullo sfondo, ed un punto più elevato del territorio.

Prima di giungere allo svincolo di Altedo il paesaggio ritorna quello tipico delle bonifiche (vedi foto seguente).



Foto 8-26 Dal cavalcavia a servizio di un fondo agricolo posto al km 19+315 guardando verso la stazione di Altedo

Il territorio ripreso dalla foto precedente è l'estrema propaggine nord del comune di Bentivoglio e il termine dell'UdP "delle Bonifiche storiche" come individuate dal PSC associato dell'associazione "Reno-Galliera".

Lo svincolo e la stazione di Altedo (progressiva 20+200) ricadono nel territorio di Malalbergo e nell'Associazione "Terre di Pianura". Nell'immagine che segue viene documentata una parte dello svincolo e, a destra, la porzione del SIC-ZPS con cui confina.

L'associazione "Reno Galliera" inserisce l'ambito in cui corre il tracciato dell'A13 nell'UdP delle "Bonifiche bolognesi recenti". In effetti, al di là dei nominalismi in cui a volte si incorre trattando il tema del paesaggio, appare corretta le definizioni utilizzate nelle due associazioni per aree tutto sommato contigue: Bonifiche storiche per "Reno-Galliera" e Bonifiche recenti per "Terre di Pianura". Lo spartiacque può essere individuato a cavallo tra il 1700 e il 1800, quando nel bolognese ripartono i lavori di bonifica su basi molto più ampie che nel periodo precedente. Gran parte del territorio di Bentivoglio era già a coltura in quel periodo, anche se soggetto a violente crisi idrauliche, mentre la zona di Altedo ospitava i "prati e i boschi che si inondano" riportati nella carta di A. Chiesa descritta all'inizio del presente capitolo.



Foto 8-27 L'A13 e un cavalcavia ripresa da est

Alla progressiva km 21+500 l'A13 intercetta e supera con piccolo viadotto il Canale Navile (vedi foto seguente), classificato come acqua pubblica e tutelato ai sensi della DLgs 42/04.



Foto 8-28 L'A13 supera il canale Navile

Il corso del canale Navile è anche inserito nel citato SIC-ZPS IT4050024.

Il SIC-ZPS si sviluppa ad est del tracciato autostradale e il suo confine, per circa 500 m a partire dalla progressiva km 22+200, corre parallelamente all'A13. Nella foto seguente è documentato questo tratto di territorio; il SIC-ZPS inizia dopo fosso che si può vedere nella parte destra dell'immagine.



Foto 8-29 L'A13 attraversa l'UdP delle "Bonifiche bolognesi recenti" e costeggia il SIC ZPS IT4050024

L'immagine seguente illustra la continuità del paesaggio di bonifica che è attraversato dall'A13 (progressiva km 24+000). Il rilevato si stacca di poco dal piano di campagna ed è sottolineato solo dal passaggio dei veicoli di portata maggiore.



Foto 8-30 L'A13 da via Ca' Bianca in prossimità dello Scolo Calcarata

Poco prima del passaggio del fiume Reno l'autostrada supera l'importante collettore di acque basse del canale Riolo (vedi foto seguente, progressiva km 25+200), lo scalcamento avviene mediante un piccolo viadotto che si eleva poco sul piano di campagna ed ospita tra la pila e la spalla nord anche la Via Riolo. Poco prima del Riolo si

entra in comune di Galliera che fa parte dell'associazione "Reno – Galliera" e ne assume l'individuazione dell'UdP, per cui si ritornerebbe nelle "Bonifiche storiche" per un breve tratto, in realtà il territorio appare estremamente continuo, dal punto di vista percettivo, e l'individuazione riteniamo che sia più frutto di una semplificazione urbanistica che di una valutazione critica del paesaggio.



Foto 8-31 L'A13 e ponte sullo Scolo Riolo ripresa da est

Da questo punto, proseguendo verso nord, il tracciato dell'A13 passa decimante in rilevato ed è accompagnato da una spessa cortina vegetale prevalentemente realizzata con *Paltanus acerifolia* (vedi foto seguente).



Foto 8-32 Il rilevato per raggiungere il ponte sul f. Reno e le cortine arboree che lo affiancano

Guardando la foto precedente si può notare come ci si è progressivamente alzati sul piano di campagna. Sullo sfondo si evidenzia la linea di vegetazione arborea che accompagna il corso del f. Reno.

Si entra in provincia di Ferrara, comune di Poggio Renatico, attraversando il fiume Reno (progressiva km 26+600), la foto che segue illustra il viadotto che sovrappassa anche la viabilità al piede dell'argine (via Argine) e si collega con un rilevato analogo a quello della sponda bolognese. Per un breve tratto continua la doppia cortina di platani. La strumentazione urbanistica individua questa zona come UdP di livello comunale definita come "L'alto topografico di pertinenza fluviale del Reno".



Foto 8-33 L'A13 e il ponte sul Reno in comune di Poggio Renatico (FE) ripresa da est

Superato il Reno le "pertinenze fluviali", grazie ai terreni più sciolti che le caratterizzano ospitano estese colture frutticole che coprono quasi tutta la superficie (vedi foto seguente).



Foto 8-34 Colture frutticole ai lati dell'autostrada nelle aree di deposizione di materiali più sciolti

Poco dopo (progressiva km 29+000) l'autostrada ritorna quasi a livello del piano di campagna e attraversa un'area formata dalle deposizioni delle rotte del Reno (vedi foto seguente) e così individuata con il rango di UdP ("Zona imbutiforme a catino") dalla strumentazione urbanistica comunale.



Foto 8-35 L'area individuata come UdP della zona imbutiforme a catino

Proseguendo verso nord si entra decisamente di nuovo in aree con caratteristica della Bonifica: assenza di vegetazione arborea e rarefazione delle corti coloniche, campi di estesa dimensione (progressiva km 30+000). La foto seguente è ripresa da un cavalcavia interpodereale e guarda verso sud. L'UdP di livello comunale corrispondente è quella delle "zone di intervalveo".



Foto 8-36 L'area individuata come UdP della zona di intervalveo corrisponde ai paesaggi tipici della bonifica estense

I terreni sono solcati da frequenti canali a duplice funzione (irrigua e di scolo) che vengono sovrappassati dall'A13 senza staccarsi dal piano di campagna (vedi foto seguente).
30+000 canale



Foto 8-37 Canale irriguo attraversato dalla A13 nel territorio di Poggio Renatico

L'A13 attraversa il restante territorio di Poggio Renatico su di un leggero rilevato (vedi foto seguente presa da est alla progressiva



Foto 8-38 L'A13 e un cavalcavia ripresa da est

Il tratto in esame finisce alla stazione di Ferrara sud, poche centinaia di m prima si attraversa le antiche bonifiche di Sammartina con la torre dell'Uccellino (vedi foto seguente. progressiva km 33+000).



Foto 8-39 Dal cavalcavia della via Imperiale verso sud si staglia la torre dell'Uccellino

L'A13 fa quasi da spartiacque tra le aree di più antico appoderamento poste a est del tratto che va da nord a sud della via Imperiale e quelle a ovest che mantengono il tipico assetto del paesaggio della bonifica (vedi foto seguente).



Foto 8-40 Dal cavalcavia della via Imperiale verso nord continua il paesaggio di bonifica

8.3 PAESAGGI URBANI INTERFERITI

Il tracciato dell'A13 oggetto di intervento attraversa o lambisce alcune aree urbanizzate, delle quali si riportano le caratteristiche salienti.

A fianco delle tradizionali aree industriali, che nel caso in esame sono di concezione moderna e con limiti netti verso il territorio rurale circostante (Castel Maggiore e

Bentivoglio), incontriamo anche un paesaggio di transizione all'urbano (Bologna) e un'area che ospita una intensa attività di escavazione e deposito di rifiuti (Castel maggiore).

Non si annovera tra le aree urbanizzate la piccola area produttiva che sorge vicino alla torre dell'Uccellino a Poggio Renatico, perché essa assume più il significato di un intervento di edilizia produttiva sparso nella campagna, che di una vera e propria area urbana.

Si è fatto ricorso alle foto aeree e alle foto a volo di uccello di Bing, per sintetizzare le informazioni paesaggistiche sulle singole aree.

All'inizio dell'intervento della terza corsia si attraversa un breve tratto di "campagna urbanizzata" o di "campagna periurbana. L'A13 è ancora a contatto con terreni a destinazione agricola, ma è sempre più stretta dall'edificazione. Il PSC di Bologna prevede come attuabile in futura anche l'edificazione dell'area a sinistra della via Tuscolano. Il che porterà a lasciare una esile fascia libera dall'edificato intorno all'autostrada.

A parte la compatta area industriale posta in basso a sinistra, le restanti edificazioni sono molte eterogenee, si va dal carcere alla caserma dei pompieri a piccoli capannoni artigianali.



Foto 8-41 L'edificazione urbana tra via Ferrarese e via Tuscolano a Bologna

In relazione alla frammentarietà dell'area e alla coesistenza con funzioni residenziali agricole risulta prioritaria la funzione di protezione dalla emissioni di rumore rispetto a quelle di tipo paesaggistico.

Poco dopo l'entrata in comune di Castel Maggiore si incontra l'area industriale principale del territorio, si tratta di un'area molto estesa che va dall'A13 al Navile e si estende oltre, verso ovest, fino a raggiungere il fascio ferroviario BO-PD.

Nel tratto di nostro interesse si presenta come un'area imperniata sulla via Saliceto su cui si affacciano i forni dei capannoni industriali, mentre viene posto in genere il retro o spazi a verde pubblico verso l'autostrada.

Le due immagini seguenti danno la misura della compattezza dell'area e della loro continuità. La prima foto (nord in alto) rappresenta l'estremità sud dell'area con un importante magazzino all'ingrosso, mentre la seconda (nord a destra) illustra l'estremità nord. La parte intermedia ha i medesimi caratteri evidenziati dalle due immagini.



Foto 8-42 L'estremità meridionale dell'area produttiva di Castel Maggiore



Foto 8-43 L'estremità settentrionale dell'area produttiva di Castel Maggiore

Sempre nel territorio di Castel Maggiore merita una attenzione particolare, anche se non coincide con la definizione di urbanizzato, ma più con quello di extraurbano, la discarica per rifiuti speciali di ASA. A fianco di questa sorge l'ex cava e l'attuale stabilimento IBL (che ricadono già in comune di Bentivoglio), il che comporta un fronte compatto extragricolo di oltre un chilometro di lunghezza.

Le proprietà hanno curato l'inserimento nel territorio impiantando cortine di vegetazione arborea ed arbustiva, che appare opportuno mantenere e potenziare, in particolare in considerazione della possibilità, già richiamata, di una sopraelevazione della discarica.

Nella foto aerea seguente si illustra le dimensioni dei due complessi e la relazione spaziale con l'A13.



Foto 8-44 La discarica, e la ex cava e la fornace a cavallo del confine tra Castel Maggiore e Bentivoglio

Anche l'area industriale di Bentivoglio presenta una morfologia continua e compatta con margini netti (vedi foto seguente).



Foto 8-45 L'area industriale di Bentivoglio e la stazione di servizio

8.4 LA PERCEZIONE DEL NASTRO AUTOSTRADALE E LA PERCEZIONE DEL PAESAGGIO DALL'AUTOSTRADA

Le caratteristiche altimetriche dell'A13 nel tratto in esame consentono una visibilità ridotta del tracciato dalle aree circostanti; solo in corrispondenza di alcuni attraversamenti di viabilità e nell'attraversamento dei corsi d'acqua maggiori, la piattaforma si eleva sulla pianura e diventa visibile anche a distanza. I tratti in esame sono sostanzialmente due: l'attraversamento del canale Navile e soprattutto del Fiume Reno. In entrambi i casi l'elevarsi del rilevato è accompagnato da filari densi che ostacolano la vista sulla campagna e, viceversa, nascondono gran parte del rilevato alla vista dalle strade che corrono parallelamente all'A13.

Nelle tavole allegato MAM-AMB-PAE-001_006 è riportata una analisi della visibilità di elementi di interesse paesaggistico che si incontrano percorrendo l'A13.

E' nota l'importanza che assume la qualità territoriale quando centinaia di migliaia di persone percorrono un'area. Nel tempo diventa facile associare alcune caratteristiche percepite all'intera compagine sociale ed economica che abita od opera in quei territori.

In particolare, quando il paesaggio esprime "ordine", "efficienza", "specializzazione degli spazi" nel tempo si sedimenta nell'osservatore che anche le genti che vi abitino abbiano analoghe caratteristiche e che ordinato, efficiente e specializzato sia il loro sistema economico.

La campagna è interrotta da aree produttive estese (Castel Maggiore, Bentivoglio).

Come visuali a breve raggio, considerando anche la velocità di transito, sono pochi i centri di attenzione possibili; si individuano le bordure vegetazionali delle corti coloniche e di alcuni edifici storici, e i lunghi filari di pioppi cipressini che accompagnano la viabilità podolare delle aziende di dimensione maggiore. Anche l'individuazione di marker territoriali è particolarmente difficoltosa e solo i complessi abbandonati degli zuccherifici sembrano rappresentare tale funzione.

Per le visuali a lungo raggio la più evidente è lo skyline della collina di Bologna che sfuma lentamente, nelle giornate di visibilità ordinaria già dal km 6+000 (circa all'altezza dell'estremo nord del comune di Castel Maggiore). Per il resto gli elementi notevoli che caratterizzano il tracciato sono i cavalcavia che, in media, ogni km sovrappassano l'A13. Questi, in particolare quelli a servizio di viabilità pubbliche, costituiscono nuovi punti di vista della campagna, altrimenti piatta e poco percepibile anche per il denso equipaggiamento vegetazionale che la caratterizza.

Il percorso autostradale è molto ripetitivo visto dai cavalcavia e riteniamo sia sufficiente presentare un caso per rappresentare anche gli altri (vedi foto seguenti).

Nella tavola MAM-AMB-PAE-001_006 sono riportati tutti i cavalcavia di strade pubbliche che svolgono il ruolo di punti di vista di particolare interesse (notevoli sembra inappropriato).



Foto 8-46 L'A13 ripresa dal cavalcavia di via Matteotti a Castel Maggiore in direzione nord

Solo la presenza dei rilevati per il sovrappasso dei corsi d'acqua maggiori modifica la percezione del tracciato. Va evidenziato che quasi sempre i rilevati sono accompagnati da dense cortine arboree che non consentono una percezione del paesaggio all'intorno.

8.5 LE AREE E GLI ELEMENTI PAESAGGISTI DA TUTELARE INDIVIDUATI DALLA PIANIFICAZIONE GENERALE E PAESISTICA

8.5.1 Le Unità di Paesaggio

Nell'allegato MAM-AMB-PAE-001 sono descritte le unità di paesaggio (UdP) attraversate dal tracciato in esame dell'A13.

Gli interventi di inserimento ambientale dovranno tendere ad adeguarsi alle principali caratteristiche delle UdP attraversate e i principali elementi specifici da tutelare che possono presentare interferenze dirette o di prossimità con l'ampliamento dell'A13, risultano i seguenti:

UdP individuate dai PTCP:

UdP N. 1 della Provincia di Bologna "Pianura delle bonifiche" articolata nelle sub unità a livello comunale e intercomunale:

Ambiente e paesaggio

L'area è stata caratterizzata nei tempi recenti per una intensa attività di rinaturalizzazione che ha portato anche al riallagamento di aree bonificate per destinarle ad attività di tipo ricreativo a carattere faunistico venatorio. Molti ambienti di questa UdP costituiscono SIC della Pianura e ciò sottolinea la speciale propensione alla funzione ambientale di questa parte di pianura produttiva; di seguito elenchiamo le aree di Natura 2000 che sono presenti in questa UdP:

- IT4050022 "Biotopi e Ripristini ambientali di Medicina e Molinella" – km 13,4 a est del tracciato;
- IT4050023 "Biotopi e Ripristini ambientali di Budrio e Minerbio" – km 6,4 a est del tracciato;
- IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" – lambito e attraversato dal tracciato della A13;
- IT4050025 "Biotopi e Ripristini ambientali di Crevalcore" – km 19,5 a ovest del tracciato;
- IT4050030 "Cassa di espansione Dosolo" – km 10,9 a ovest del tracciato;
- IT4060001 "Valli di Argenta" – km 18,1 a est del tracciato.

UdP N. 3 della Provincia di Bologna "Pianura Centrale" che preve i seguenti punti di attenzione:

Ambiente e paesaggio

L'UdP presenta una discreta presenza di interventi di ripristino naturalistico mentre possiede un'unica ARE, quella della Bisana lungo il Reno nei Comuni di Galliera e Pieve

di Cento, che, quindi, rappresenta un'importante fonte di biodiversità del territorio, specialmente se pensata in abbinamento al prospiciente Bosco della Panfilia nella Provincia di Ferrara.

UdP n.4 della Provincia di Bologna "**Pianura Orientale**" che preve i seguenti punti di attenzione:

Ambiente e paesaggio

Da un punto di vista naturalistico, l'UdP è inoltre evidentemente carente in termini di equipaggiamento naturale e presenta pochi o nulli interventi di ripristino naturalistico e ridotti spazi naturali e seminaturali funzionali alla realizzazione di una rete ecologica.

UdP N.5 della Provincia di Bologna "**Pianura della conurbazione bolognese**" che preve i seguenti punti di attenzione:

Ambiente e paesaggio

Laddove prevale ancora l'utilizzazione agricola persistono lembi con estesa permanenza di elementi di paesaggio rurale storicizzato mentre dove il territorio è stato urbanizzato i segni morfologici del paesaggio sono generalmente illeggibili.

Permangono alcuni frammenti di naturalità, specialmente lungo le aste fluviali: i SIC "Golena San Vitale" verso Calderara di Reno e il Torrente Idice all'interno del SIC IT4050001 "Gessi bolognesi, Calanchi dell'Abbadessa" (posto a km 6.9 a sud del tracciato) verso S. Lazzaro di Savena sono relitti importanti per la salvaguardia della biodiversità in ambienti altamente antropizzati

UdP N.4 della Provincia di Ferrara: "**Delle valli del Reno**" che prevede i seguenti punti di attenzione:

a) Strade storiche:

- tracciato della S.S. Porrettana;
- tracciato della S.S. Ferrara – Cento (tracciati sono caratterizzati da un alto livello di antropizzazione).

b) Strade panoramiche:

- strada dalla S.P. Bivio Passo Segni sino a Marrara;
- andranno, inoltre, presi attentamente in considerazione i tratti di strada d'argine del Reno, da una parte, e del Po di Primaro dall'altra;

c) Dossi principali:

- Reno e Po di Primaro e relativo paleoalvei, divagazioni, con di rotta.

A livello comunale e intercomunale le UdP sono state ulteriormente articolate come segue:
Associazione Reno – Galliera (Bologna):

- la "Conca morfologica delle bonifiche storiche" che ricade dentro l'UdP delle Bonifiche bolognesi;
- il "Corso del Savena Abbandonato" che ricade in parte nell'UDP della Pianura centrale ed in parte in quella della Pianura orientale.

Associazione Terre di Pianura (Bologna):

- le "Bonifiche bolognesi recenti" che ricade all'interno della UdP delle Bonifiche bolognesi.

Associazione intercomunale "Alto ferrarese" che individua le seguenti Sub UdP cadenti tutte nell'UdP delle Valli del Reno:

- L'alto topografico di pertinenza fluviale del Reno;
- La zona imbutiforme a catino;
- La zona interalveo;
- La facies palustre

Nell'allegato citato sono riportate le principali caratteristiche delle sub unità di paesaggio e gli aspetti meritevoli di attenzione e di tutela.

8.6 PAESAGGI, AREE ED EDIFICI TUTELATI DAL DLGS 42/04 E DAGLI STUMENTI URBANISTICI

8.6.1 Introduzione

Nell'allegato MAM-AMBX-PAE02 e' riportata una schedatura dei beni culturali potenzialmente interferiti dalle opere, la tavola MAB-QAMB-PAE-001_006, in scala 1:25000 individua la localizzazione di tali beni.

Il punto presente è dedicato anche ai beni di interesse storico testimoniale (quelli tutelati solo dalla strumentazione urbanistica) oltre ai beni tutelati direttamente dal DLgs 42/04 tramite specifiche previsioni (es. art. 10): il punto successivo alle aree e alle fasce di tutela tutelati dal DLgs citato e dalla pianificazione urbanistica.

Le criticità maggiori per l'attuazione dell'intervento di ampliamento dell'A13 possono venire:

- dalle interferenze con le aree naturali tutelate (SIC-ZPS);
- dalla estensione dello sviluppo delle barriere acustiche;
- dagli interventi di ampliamento dei ponti sui corsi d'acqua tutelati.

Le aree del SIC-ZPS □IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" sono interferite direttamente poiché il tracciato già ora le costeggia e le attraversa.

I manufatti di protezione acustiche per ora sono assenti lungo il tracciato. L'inserimento delle barriere possono provocare una visibilità maggiore dell'A13, ora quasi invisibile dalle aree intorno e possono intercludere qualche vista di pregio. I manufatti tipici, miglioreranno sostanzialmente il loro clima acustico, ma potrebbero doversi rapportare con fondali artificiali e in particolare la percezione dall'esterno ne verranno impoverite.

8.6.2 I beni storico- architettonici e culturali interferiti

L'analisi partirà dall'inizio dell'intervento ed è organizzata per Comune e all'interno di questi per progressiva chilometrica. Nella tavola MAM-AMB-PAE-001_006 i beni tutelati sono individuati da un numero progressivo.

Comune di Castel Maggiore.

1) Villa Zambonelli – Rossi; progressiva km 3+000

Il Vincolo deriva dalla L. 1089/39 ed è stato istituito con D.M. 03/11/1997. L'area tutelata è vasta e si protende dal nucleo edificato a nord lungo la S.S. Porrettana. Nella immagine seguente si evidenzia la scarsa visibilità dell'area tutelata. In pratica la villa e il parco mostrano solo l'emergere della massa arborea e si confonde con le altre corti alberate presenti nell'area.



Foto 8-47 La massa arborea e il filare in lontananza segnala il complesso di Villa Zambonelli – Rossi visto dall'A13 direzione nord

2) Podere San Biagio (ex Bertuzzi); progressiva km 4+600

Il Vincolo deriva dal DLgs 42/04 ed è stato istituito con D.d.r. 08/08/2005. La corte tutelata gode di una discreta visibilità dalla A13 (vedi foto seguente), unitamente alla limitrofa chiesa di S.Biagio (vedi punto seguente).



Foto 8-48 Corte colonica di S. Biagio e chiesa omonima vista dalla A13 direzione sud

3) Chiesa di San Biagio; progressiva km 4+800

L'oratorio con il piccolo campanile è tutelato dai soli strumenti urbanistici, sorge a filo con la via Saliceto, dall'A13 ha una discreta visibilità (vedi foto precedente).

4) Villa ed edifici produttivi di Palazzo Pizzardi – Hercolani Km 5+500

L'imponente complesso edificato vede la tutela della villa e degli edifici produttivi retrostanti solo con la normativa urbanistica comunale. La visibilità dall'A13 è limitata alle alberature del parco che è interposto tra gli edifici e l'autostrada (vedi foto seguente).



Foto 8-49 Complesso di villa Pizzardi - Hercolani vista dalla A13 direzione sud

Nel territorio comunale sono inoltre presenti tre corti rurali integre e una serie di gruppi di alberature di una discreta visibilità dall'A13.

Comune di Bentivoglio

5) Il primo bene tutelato che si incontra percorrendo da sud verso nord l'A13 è Villa Smeraldi, sede del "museo della civiltà contadina". Il complesso è tutelato solo dalle normative di PSC ed è di ridotta visibilità dall'A13.



Foto 8-50 Parco di Villa Smeraldi visto dall'A13 direzione nord

6) Molto vicino all'autostrada sorge alla progressiva km 10+800 il complesso di Villa Monari tutelato con D.M. 04/12/1962 emanato i sensi della L 1089/39. Il parco della villa è inserito anche tra gli elementi di tutela del PSC. Il parco circonda completamente la villa ed inoltre è anch'esso schermato da una potente cortina vegetale che ne permette la visibilità solo da posizioni lontane e defilate (vedi foto seguente).



Foto 8-51 Parco di Villa Monari dalla A13 direzione sud

Nell'allegato MAM-AMBX-PAE-002 la villa è individuata con la doppia simbologia (visibile e parzialmente visibile) per segnalare la specificità della ridotta percezione.

7) Di grande visibilità dall'A13 è il castello di Bentivoglio (vedi foto seguente), grazie anche al fatto che il percorso dell'autostrada si alza leggermente sul piano di campagna per scavalcare il corso del diversivo Navile. La visibilità è assicurata dalla progressiva Km 13+000 alla km 13+550.

Il complesso del castello è tutelato con D.M 28/04/1910 sulla base delle L. 364/1909.



Foto 8-52 Castello e abitato di Bentivoglio dalla A13 direzione sud

8) il Centro di Saletto (progressiva km 15+500) presenta tra le emergenze tutelate la chiesa di S. Maria e S. Folco e il campanile (tutelati con due distinti provvedimenti: D.M. 05/07/1980 sulla base della 1089/39 la chiesa e l'oratorio e con DM 10/08/1911 emanato ai sensi della L 384/1909 il campanile).

La presenza di un vasto parco di una villa interclude quasi completamente la visibilità dei beni tutelati dall'A13 (vedi immagine nell'allegato MAM-AMBX-PAE-002). Il parco è inserito nel RUE come nodo della rete ecologica. Nel centro di Saletto è tutelato dal PSC anche "Palazzo Gozzadini" che è la villa circondata dal vasto parco citato.

9) Molto vicino all'autostrada sorge villa Guidotti (tutelata dal PSC), ma è completamente nascosta dalla vegetazione che ne adorna il parco e da un filare di basse alberature poste in fregio all'A13.

Comune di Malalbergo

Non risultano beni tutelati nel territorio interferito dalla A13, sono presenti tre corti coloniche tradizionali integre e, come vedremo nel punto seguente, significative interferenze con le aree tutelate del SIC-ZPS e della tutela dei corsi d'acqua pubblici.

Da segnalare vi è la massa edificata degli ex zuccherifici che costituiscono l'unico vero marker territoriale dell'area. Anche se il loro disuso porterà nel tempo ad una loro radicale trasformazione.

Comune di Galliera

Il comune di Galliera presenta un numero limitato di edifici tutelati dal PSC e rare corti integre, nessuno di queste è sottoposto alle tutele del DLgs 42/04.

L'intero territorio comunale in questo tratto è inserito dal PSC in un ambito definito "Parco Reno" che gli fa assumere le caratteristiche delle Aree agricole di interesse paesaggistico. Come evidenziato nel punto successivo il Corso del Reno è accompagnato dalla fascia di tutela prevista da DLgs 42/04.

E' da evidenziare che la fitta cortina di alberature che accompagna il rilevato del ponte sul Reno, lascia intravedere, dove questa si interrompe, gli scorci di campagna frutticola che caratterizza questo territorio (vedi foto seguente).



Foto 8-53 Campagna frutticola a ridosso del Reno a Galliera (km 25+500)

Comune di Poggio Renatico

10) Nel comune l'elemento tutelato che spicca maggiormente è la "Torre dell'Uccellino" di cui si fornisce una ampia documentazione nell'allegato AMB-QAMBX-PAE-002 (km 32+250). L'area è visibile solo dalle provenienze da sud, in quanto successivamente alla progressiva citata risulta schermata dalla area produttiva che è interposta tra A13 e il manufatto storico. L'area di cantiere è prevista nelle vicinanze della torre e di alcuni altri edifici al contorno tutelati dal PSC. La Torre risulta vincolata ex L. 1089/39, anche se non sono stati reperiti gli estremi del Decreto relativo.

La Torre è in laterizi di forma quadrangolare coronata da merli. Fu fondata dai Bolognesi nel 1242 in località "Ocelino"- "Oxilino" al confine col ferrarese, forse a scopo daziario.

Nel territorio comunale sono presenti anche numerosi altri edifici colonici tutelati dal PSC, prevalentemente distribuiti nel tratto immediatamente successivo al passaggio del fiume Reno e intorno al sovrappasso della via Segadizzo.

8.6.3 Le aree tutelate interferite

Anche in questo caso l'analisi partirà dall'inizio dell'intervento ed è organizzata per Comune e all'interno di questi per progressiva chilometrica. Le aree tutelate sono individuate nella tavola MAM-AMB-PAE-001_006.

Le aree tutelate dal DLgs 42/04 si limitano in pratica alle sole aree di tutela fluviale, mentre l'area SIC non presentando al suo interno aree a riserva è normata e tutelata solo dalla pianificazione urbanistica e dalla normativa dei siti Natura 2000 (valutazione di incidenza, ecc.).

Comune di Castel Maggiore.

Nel comune di Castel Maggiore e in quello di Bologna è presente il SIC IT4050018. Il SIC è collocato sul Fiume Reno ad una distanza di 3,780 km dall'A13. Non è visibile e non ha

interferenze neppure indirette in quanto è separato dall'autostrada dal fascio insediativo della Galliera e non presenta neppure relazioni idrauliche. L'allineamento con l'intervento in esame lo colloca alla progressiva km 1+200.

Comune di Bentivoglio

La prima area tutelata che si incontra è la fascia di tutela dei 150 m dalle arginature delle acque pubbliche del Canale Navile. La fascia giunge a poche decine di metri da un ramo dello svincolo di Bologna – Interporto non oggetto di intervento e a ca. 100m dal limite di interventi dell'A13. Nell'allegato MAM-AMBX-PAE-002 è riportata la documentazione fotografica.

Il PTCP classifica una vasta area, coincidente con l'UdP delle "Bonifiche storiche", come agricola di interesse paesaggistico. L'area interessa l'A13 dalla progressiva 8+500 al 20+200 (confine comunale con Malalbergo) con una breve interruzione intorno alla progressiva 16+500.

Anche l'area SIC-ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" è interessante dal punto di vista paesaggistico. Il tratto iniziale vede il SIC-ZPS a fianco della A13 direzione sud (vedi foto seguente).



Foto 8-54 SIC-ZPS IT4050024 a Saletto (prog. Km 15+500)

L'affiancamento continua fino al km 17+000 e poi il confine del SIC si allontana verso ovest.

Comune di Malalbergo

Dall'inizio del territorio comunale (progressiva km 20+250) il tracciato dell'A13 è costeggiato ad ovest dal SIC-ZPS IT4050024 "Biotopi e ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella" (vedi foto seguente). Gli elementi peculiari del SIC-ZAS in questo tratto sono costituiti dalle ex vasche di decantazione dei limitrofi zuccherifici.



Più importante è l'attraversamento del canale Navile che interferisce sia con il SIC-ZPS che con l'area di tutela dei 150 m dai corsi d'acqua pubblici.

L'attraversamento avviene al km 21+500 e nella immagine seguente si nota il leggero cambio di livellata che porta la piattaforma autostradale ad elevarsi leggermente sul piano di campagna e i filari di alberature messe a dimora sui rilevati che accompagnano il tracciato.



Foto 8-55 Ponte sul Navile ad Altedo (prog. Km 21+500)

Il SIC-ZPS si torna ad affiancare all'A13, questa volta ad est, dopo la progressiva km 22+200, anche se ne rimane fisicamente separato da una striscia di terreno di poche decine di metri.

Tra la progressiva km 24+000 (scolo Calcarata) e la km 24+450 (scolo Tombe) il tracciato autostradale attraversa il SIC-ZPS IT4050024 (vedi foto seguente).

Il tratto attraversato non presenta aree particolarmente sensibili dal punto vista paesaggistico e naturalistico ed è costituito da campi in regolare coltivazione.



Foto 8-56 L'A13 Attraversa il SIC-ZPS IT4050024

Fino all'uscita dal territorio comunale (progressiva km 24+950) il SIC-ZPS IT4050024 costeggia il lato est dell'A13.

Comune di Galliera

Il comune di Galliera presenta lungo il suo confine settentrionale la fascia di tutela di 150 m dagli argini del Reno (vedi foto seguente) e a sud est una piccola parte del SIC-ZPS IT4050024. Il SIC-ZPS è lambito ad ovest da un breve tratto di A13 (da progressiva 25+000 a km 25+200) e presenta le medesime caratteristiche illustrate nella foto precedente, tranne per l'attraversamento dello Scolo Riolo.



Foto 8-57 L'A13 Attraversa il Fiume Reno in comune di Galliera

Comune di Poggio Renatico

Ai piedi degli argini sopraelevati del Reno si estende una ampia area frutticola con caratteristiche simili a quella del bolognese. Anche qui i rilevati che portano al ponte sul Reno sono accompagnati da filari densi di alberature.

8.7 ELEMENTI PER LA RELAZIONE PAESAGGISTICA

8.7.1 Introduzione

Il progetto è corredato dalla relazione paesaggistica (Elaborato AUA0001) per la presentazione dell'istanza di autorizzazione paesaggistica, ai sensi dell'articolo 146 del DLgs 42/2004 ed ha i contenuti previsti dall'Allegato al DPCM 12 dicembre 2005.

In particolare la Relazione documenta:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati;
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e compensazione individuati e necessari.

L'opera in esame, come verrà illustrato meglio in seguito, consiste nell'ampliamento da tre a quattro corsie del tratto di autostrada A13 che va dalla stazione di Bologna - Arcoveggio Lazzaro alla stazione di Ferrara sud.

I territori interessati sono quelli di pianura dei seguenti comuni:

- Bologna (BO);
- Castel Maggiore (BO);
- Bentivoglio (BO);
- Malalbergo (BO);
- Galliera (BO);
- Poggio Renatico (FE);
- Ferrara (FE).

La Relazione si articola nelle seguenti parti:

- la descrizione dello stato attuale del paesaggio interessato e degli elementi paesaggistici la descrizione dell'intervento;
- e dei singoli beni tutelati dal DLgs 24/2004;
- l'individuazione degli impatti possibili sugli elementi tutelati e le mitigazioni necessarie e adottate;

Tra gli elementi e le aree tutelate l'opera interferisce in particolare:

- con villa Monari (comune di Bentivoglio) tutelata con D.M. 04/12/1962;
- con le aree individuate dalla lettera c) dell'art. 142 del DLgs 42/2004 e cioè: "i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di

legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna".

Si è ritenuto opportuno estendere all'intera area interessata dall'ampliamento l'analisi paesaggistica, al fine di agevolare la valutazione degli interi ambienti attraversati e le loro connessioni con le aree tutelate di cui sopra.

Lungo il tracciato sono presenti anche beni e singole aree che sono individuate come Beni culturali tutelati dalla parte seconda del DLgs 42/2004; in particolare si tratta di Ville e Corti coloniche con le annesse pertinenze a parco o giardino.

Anche in questo caso la relazione ne illustrerà le possibili interferenze con l'opera e le mitigazioni eventualmente assunte.

8.8 GLI IMPATTI SUL PAESAGGIO E LE MITIGAZIONI NECESSARIE

Si riprendono le conclusioni della relazione paesaggistica:

"La vasta analisi compiuta per cercare di predire gli effetti paesaggistici dell'intervento porta alle seguenti conclusioni:

- *Si tratta di un ampliamento in sede che comporta una limitata sottrazione di suolo;*
- *Lungo il tracciato non vi sono opere o beni tutelati con vincolo diretto; solo due beni godono di una limitata invisibilità con il tracciato attuale della A13, ma gli interventi in esame non ne peggiorano lo stato di conservazione o di fruizione;*
- *Gli unici beni interferiti tra quelli individuati dal DLgs 42/04 come tutelati per legge sono i corsi d'acqua maggiori già richiamati più volte in precedenza:*
- *Canale Navile (Malalbergo);*
- *F. Reno (Galliera, Malalbergo);*
- *F. Reno (Poggio Renatico).*

Sono più oggetto di vincolo paesistico anche i canali Diversivo Navile, Navile, Tombe, Calcarata e Riolo.

L'intervento costeggia e interferisce nell'attraversamento del Navile con un'area SIC-ZPS. L'intervento apporta miglioramenti alle tecniche adottate per la realizzazione di questo tratto dell'A13 (ad es. l'inserimento della barriera antifoniche; o le terre armate utilizzate per ridurre il consumo di suolo e terre da cava), introducendo alcuni elementi nuovi che si è cercato di rappresentare con le fotosimulazioni.

- *Gli elementi di maggiore impatto paesaggistico sono individuabili nei nuovi cavalcavia e nelle barriere antifoniche di maggiore lunghezza:*

Nel caso dei cavalcavia di maggiore dimensione e per i quali è previsto uno spostamento considerevole dalla sede attuale il progetto di inserimento ambientale con le opere a verde punta a ricreare in tempi rapidi gli effetti schermanti che la vegetazione spontanea ha permesso di ottenere allo stato attuale. Sono previste sia piantumazioni in rilevato sia in alcune aree liberate dal sedime dei cavalcavia attuali.

Nell'attraversamento dei corsi d'acqua tutelati non sono previste la realizzazione di nuove strutture nel corpo d'acqua, ma la prosecuzione delle pile attuali che sono poste sulle arginature, per cui non si prevedono danni ne ambientali ne paesaggistici, L'intervento appare autorizzabile rispetto allo stato dei vincoli presenti sul percorso e alla natura delle opere."

9 SINTESI DEL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE

9.1 FINALITÀ ED OBIETTIVI GENERALI

Ai fini di presentare una visione di del rapporto Opera-Ambiente, che si configuri come momento di sintesi complessiva e strumento di evidenziazione degli aspetti principali emersi nel SIA, atto a restituire una immagine generale ed al contempo dettagliata di come lo SIA abbia letto e, attraverso gli interventi di mitigazione, abbia concorso a determinare i modi con cui l'opera in progetto si inserisce nell'ambiente, è stato sviluppato il presente capitolo dedicato alla Sintesi del Rapporto Opera – Ambiente.

La metodologia messa a punto, per quanto includa indicazioni del livello di sensibilità delle componenti ambientali e di efficacia e adeguatezza delle mitigazioni, non è comunque da intendersi come momento di autovalutazione, ma più come strumento per una lettura – soprattutto grafico- sintetica e integrata dell'interazione tra il progetto e i principali elementi territoriali e ambientali.

La sintesi ha, pertanto, come obiettivo quello di mettere a fuoco le relazioni che intercorrono tra le azioni di progetto e la realtà ambientale e territoriale da esse interessata, al fine di individuare le interferenze che tale rapporto può determinare.

A partire dalle analisi svolte all'interno delle singole componenti ambientali, sono state individuate e sottoposte a valutazione sul livello di interferenza quelle situazioni che sono risultate rilevanti nella definizione del rapporto di interazione tra opera ed ambiente.

Al fine di giungere ad una rappresentazione del rapporto opera – ambiente che risponda ai requisiti della sintesi ed, al contempo, della completezza delle informazioni, l'analisi svolta all'interno delle singoli componenti ambientali è stata finalizzata anche alla definizione di "tematiche chiave" o di "aspetti rilevanti" che individuano quelle questioni nodali della componente rispetto alle quali è lecito ipotizzare il determinarsi di una interferenza.

Questi aspetti sono stati quindi l'input primario della sintesi descrittiva del rapporto Opera – Ambiente, in quanto rappresentativi di tale rapporto.

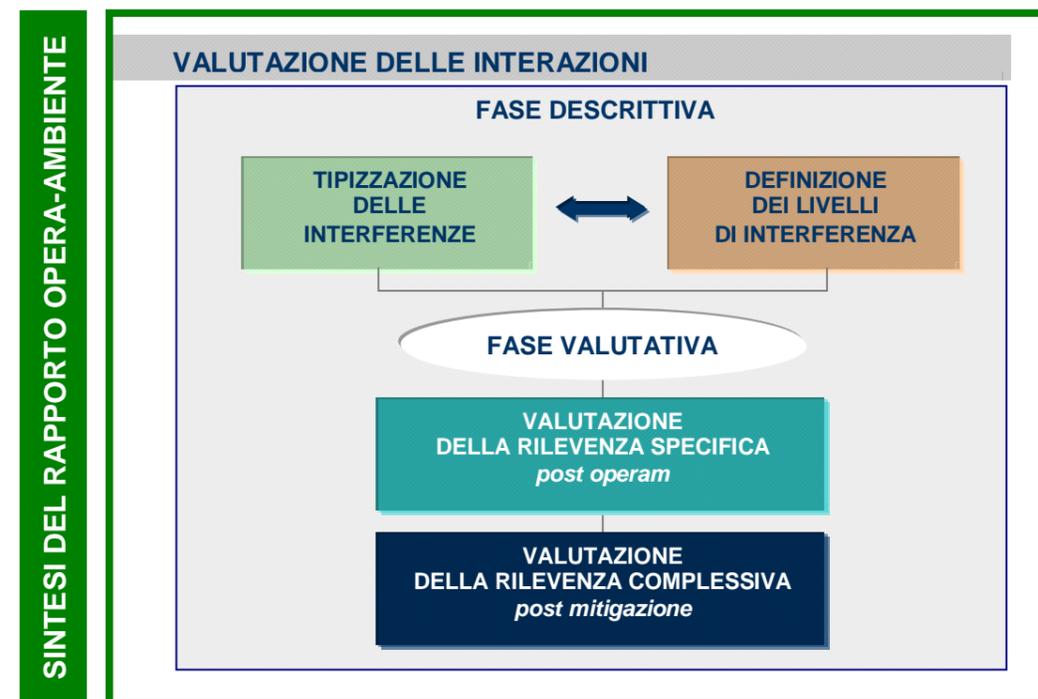
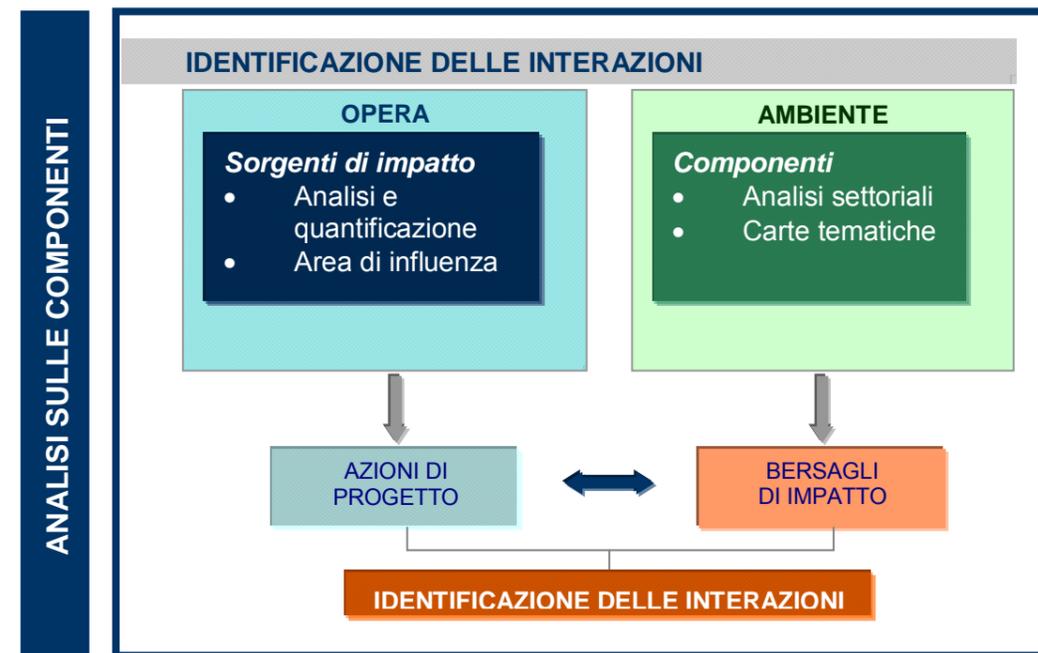
L'individuazione delle tematiche chiave o aspetti rilevanti è stata intesa in funzione della presenza, all'interno dell'ambito di studio, di bersagli ambientali sui quali è possibile ipotizzare lo svilupparsi di interferenze generate da specifiche azioni di progetto.

A partire dalla individuazione delle interazioni opera-ambiente effettuata nella fase di caratterizzazione ed analisi delle componenti ambientali ed alla individuazione degli interventi di mitigazione necessari ad eliminare e/o minimizzare gli impatti rilevati, si è giunti alla fase di stima di tali interferenze secondo due principali linee di valutazione:

- una prima valutazione che, non tenendo conto delle opere di mitigazione, conduce ad una stima dell'interazione tra azioni di progetto e bersagli ambientali in funzione della qualità dell'ambito territoriale in cui ricadono i bersagli stessi;
- una seconda valutazione che, considerando gli interventi di mitigazione previsti in fase di analisi delle componenti ambientali, stima l'efficacia della tipologia di tali interventi.

Per una più immediata comprensione delle fasi di lavoro e delle principali finalità che saranno seguite nella redazione della sintesi finale, si riporta di seguito uno schema grafico che tiene conto della individuazione delle interazioni opera-ambiente svolta nella

fase di analisi delle componenti in quanto propedeutica alla valutazione e stima delle interferenze rilevate.



9.2 IMPIANTO METODOLOGICO

9.2.1 Metodologia generale di lavoro

Posto che finalità ultima dello SIA è quella di descrivere e stimare i modi in cui si determina il rapporto tra l'Opera in progetto e l'Ambiente da essa interessato, la ricostruzione di tale rapporto è stata affrontata, per ciascuna delle componenti studiate, selezionando quegli aspetti che rappresentano i fattori nodali del SIA, al fine di dedicare ad essi maggiore attenzione, sia in fase di analisi che di stima delle potenziali interferenze. In tal senso, l'analisi è partita dai risultati della analisi delle componenti in cui è stata effettuata una accurata disamina delle caratteristiche e degli obiettivi di progettazione specifici del progetto, nonché del contesto territoriale coinvolto dalla sua realizzazione.

La conoscenza di questi fattori ha consentito di individuare quegli aspetti ambientali che si presume possano essere principalmente coinvolti dall'opera in progetto e che, conseguentemente, costituiscono oggetto di particolari approfondimenti in fase di individuazione degli interventi di mitigazione.

In ragione di tali considerazioni ne consegue che il progetto, da un lato, ed il contesto territoriale in cui esso è inserito, dall'altro, costituiscono i fattori principali sui quali si fonda l'analisi delle interazioni opera-ambiente.

Le "tematiche-chiave" o "aspetti rilevanti" che sono emerse dalle analisi ambientali sono quelle riportate nella seguente tabella, secondo l'articolazione in azioni di progetto e bersagli ambientali:

A partire dalla individuazione delle tematiche chiave per ogni singola componente, la fase di sintesi si è incentrata sulla definizione dei livelli di interferenza e sulla successiva valutazione della rilevanza delle interferenze precedentemente individuate.

Nel dettaglio, i "Livelli di interferenza" rappresentano delle descrizioni sintetiche delle situazioni rilevate nell'arco delle analisi effettuate che discendono da una attività di sistematizzazione delle tematiche chiave al fine di individuare le principali tipologie di rapporto opera-ambiente.

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente	
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali
Atmosfera ATM-I1	Transito dei veicoli	Qualità dell'aria
Ambiente idrico IDR-I1	Opere di attraversamento	Condizioni di deflusso
Ambiente idrico IDR-I2	Deflusso acque di piattaforma	Qualità delle acque superficiali
Ambiente idrico IDR-I3	Deflusso acque di piattaforma	Qualità delle acque sotterranee
Suolo e sottosuolo SUO-I1	Ampliamento dell'infrastruttura	Uso dei suoli
Vegetazione VEG-I1	Ampliamento dell'infrastruttura	Assetto vegetazionale
Ecosistemi ECO-I1	Ampliamento dell'infrastruttura e opere di attraversamento dei corsi d'acqua	Continuità dei corridoi ecologici
Rumore RUM-I1	Transito dei veicoli	Qualità del clima acustico
Paesaggio e beni culturali PAE-I1	Ampliamento dell'infrastruttura	Continuità dei segni del paesaggio e interferenze con ambiti tutelati
Paesaggio e beni culturali PAE-I2	Ampliamento dell'infrastruttura	Presenze archeologiche

Tabella 9-1: Classificazione delle tematiche-chiave per componente ambientale

La definizione dei livelli di interferenza costituisce, quindi, lo strumento per la valutazione della rilevanza, intesa come gravità, delle interferenze.

Il criterio generale alla base dello sviluppo della sintesi finale deve ricercarsi nel concetto di “qualità” del bersaglio ambientale. Nello specifico, la valutazione del livello di interferenza individuato per una specifica opera (azione progettuale) su una specifica porzione di territorio (bersaglio ambientale) è stato espresso in funzione della sensibilità del territorio interessato, ovvero in funzione delle caratteristiche qualitative delle risorse e dei beni ambientali offerte dal territorio.

La interazione fra le sensibilità del territorio e l’influenza potenziale del tracciato in progetto ha permesso di evidenziare i potenziali impatti e le maggiori criticità presenti, considerate come interferenze tra sensibilità maggiori e maggiori influenze del progetto.

Nello specifico il processo che si intende seguire per la sintesi delle interazioni opera-ambiente comprende due principali fasi di lavoro:

Fase	Obiettivi specifici
A. Fase descrittiva	A.1 Tipizzazione delle interferenze A.2 Definizione dei livelli di interferenza
B. Fase valutativa	B.1 Valutazione della rilevanza post operam B.2 Valutazione della rilevanza post mitigazione

Tabella 9-2: Fasi di lavoro per la sintesi delle interazioni opera-ambiente

FASE A

Fase A.1: Tipizzazione delle interferenze

Il primo passo nella individuazione dei livelli di interferenza è stato la tipizzazione delle interferenze individuate in fase di analisi delle singole componenti.

Tale operazione consiste nella individuazione di tutte quelle condizioni che rappresentano le situazioni “tipo” del rapporto opera-ambiente rilevate da una analisi lungo tutto il tracciato in esame, e sulle quali esprimere la valutazione del livello di interferenza.

Tali situazioni, individuate per ciascuna delle tematiche chiave associate alle singole componenti ambientali, sono state espresse in maniera descrittiva e rappresentano, pertanto, le principali condizioni di interferenza individuate lungo il tracciato di progetto.

Fase A.2: Definizione dei livelli di interferenza

Una volta individuate le situazioni “tipo” rappresentative delle principali condizioni di interferenza rilevate lungo il tracciato, la fase successiva è stata quella di definire i livelli di interferenza, ovvero associare a ciascuna delle situazioni precedentemente individuate un giudizio di valore sulla gravità dell’interferenza che tali situazioni generano.

Tali livelli rappresentano, pertanto, la rilevanza della interferenza e sono identificati da una scala di valori costituita da numeri interi positivi crescenti con la gravità dell’interferenza, articolata su quattro livelli:

Livello 0=nessuna interferenza

Livello 1=interferenza bassa

Livello 2= interferenza media

Livello 3= interferenza alta.

Posto che la natura di detti livelli dipende dalle specificità proprie di ciascuna componente ambientale, in termini generali i “Livelli di interferenza” sono stati assunti come quelle situazioni tipo che, avendo una stretta relazione con il fenomeno originato dalla interazione tra azione di progetto e bersaglio ambientale, sono capaci di esserne rappresentati e quindi di descriverlo compiutamente.

La definizione dei livelli di interferenza risponde, pertanto, al livello di gravità che è stata assegnata a ciascuna situazione tipo, sulla base di criteri di valutazione che variano, da una componente all’altra.

In particolare si evidenzia che per alcune interferenze, o intere componenti, il Livello 0 non è stato definito, in quanto si osserva in ogni caso una interferenza con l’ampliamento dell’opera: atmosfera, rischio idraulico, uso del suolo e vegetazione, paesaggio.

FASE B

Per quanto riguarda la fase Valutativa (Fase B), è composta anch’essa di due attività successive:

B.1 Valutazione della “Rilevanza specifica” – post operam

B.2 Valutazione della “Rilevanza complessiva” – post mitigazione

La sottoarticolazione della fase B (Fase Valutativa) discende dal duplice obiettivo di individuare le interazioni Opera-Ambiente sia nello scenario Post Operam, quindi di valutare il rapporto intercorrente tra l’azione di progetto ed il bersaglio ambientale a prescindere dagli interventi di mitigazione proposti, sia nello scenario Post Mitigazione, ovvero a seguito degli interventi di mitigazione ambientale proposti, al fine di verificarne l’efficacia.

Fase B.1: Valutazione della “Rilevanza post operam”

La valutazione della “Rilevanza specifica” attiene al rapporto Opera – Componenti ambientali in assenza di interventi di mitigazione, attraverso la formulazione di un giudizio sintetico della variazione apportata allo stato delle componenti ambientali nella situazione senza intervento.

La definizione della rilevanza post operam scaturisce dalla interazione di due principali aspetti di valutazione:

- le caratteristiche qualitative del bersaglio ambientale
- la tipologia di interferenza

Pertanto, a partire dalla descrizione delle caratteristiche ambientali e delle interferenze rilevate lungo il tracciato riportate nei capitoli che compongono il Quadro Ambientale, il giudizio specifico, per ciascuna componente e per la singola tematica chiave ad essa associata, è stato espresso secondo una scala qualitativa:

- significativamente positivo (simbolo ++): l’intervento permette di migliorare la qualità ambientale della componente risolvendo le eventuali criticità
- positivo (simbolo +): l’intervento permette di migliorare la qualità ambientale della componente, ma non in modo significativo;

- indifferente (simbolo =): l'intervento non comporta modifiche sensibili alla componente ambientale;
- negativo (simbolo -): l'intervento peggiora la qualità ambientale della componente, ma non in modo significativo;
- significativamente negativo (simbolo --): l'intervento determina variazioni negative importanti sulla qualità ambientale della componente aumentando le criticità previste o facendone insorgere di nuove.

Il risultato della valutazione della rilevanza post operam consiste quindi nella evidenziazione e nella stima degli aspetti nodali nei quali sono ravvisabili le specificità del rapporto Opera – Ambiente.

Fase B.2: Valutazione della "Rilevanza post mitigazione"

A partire dalla valutazione della rilevanza post operam si è passati ad una valutazione relativa alla capacità che gli interventi di mitigazione ambientale adottabili nei diversi casi considerati hanno nel condurre il rapporto Opera – Ambiente verso la soluzione ottimale, intesa come quella soluzione in cui si ottiene la piena compatibilizzazione ambientale dell'intervento progettuale.

Pertanto, dopo avere individuate tutte le diverse misure, azioni ed interventi di mitigazione che sono state definite nelle parti specialistiche del Quadro Ambientale si è passati in questa in questa fase all'evidenziazione della efficacia delle tipologie di intervento.

Tali valutazioni consentono, in ultima analisi, di individuare quale potrebbe essere l'effettiva entità dell'interferenza rilevata, ovvero l'entità eventualmente "residua" degli impatti che ci si deve aspettare dopo aver verificato l'efficacia della mitigazione adottata.

Lo sviluppo delle sopra descritte fasi di lavoro ha consentito di costruire, per ciascuna componente, una "matrice descrittiva – valutativa" nella quale lungo il tracciato sono state individuate le situazioni di interferenza rilevate per ciascuna delle tematiche chiave e, a partire dalla descrizione sia dell'ambito territoriale in cui ricade l'interferenza che della tipologia della interferenza stessa, si associa un segno e un livello di interferenza e, conseguentemente all'adozione degli idonei interventi di mitigazione, si verifica la eliminazione e/o minimizzazione dell'interferenza stessa.

Nella matrice è stato possibile definire l'efficacia della mitigazione indicata, intesa, come la capacità dell'intervento di riportare quanto meno alla situazione ante operam e/o di migliorare il rapporto opera-componente.

Ne consegue quindi che il *livello alto* (celle con sfondo **verde**) di efficacia rappresenterà i casi in cui il complesso degli interventi di progettazione è in grado di portare il rapporto Opera – Ambiente all'interno della migliore compatibilità ambientale.

Il *livello medio* (celle con sfondo **azzurro**) evidenzia la possibilità di una potenziale interferenza per la quale esistono ancora margini di ottimizzazione (ad esempio a seguito dello svolgimento di approfondimenti progettuali successivi).

Il *livello basso* (celle con sfondo **giallo**) è relativo ai casi in cui, pur considerando tutti i possibili interventi di mitigazione, in ogni modo non si stima possibile il raggiungimento di un rapporto pienamente compatibile e per i quali potrebbe essere necessario prevedere interventi compensativi.

La costruzione della matrice descrittiva-valutativa è stata espressa, inoltre, graficamente nell'elaborato "Sintesi del rapporto opera-ambiente", in cui è possibile individuare lungo il tracciato, i tratti e gli elementi su cui si è rilevata una interferenza, per ciascuna delle componenti ambientali indagate, la tipologia dell'interferenza, il relativo livello, espresso con una scala di colori, nonché la tipologia di intervento di mitigazione prevista.

9.3 ANALISI DELLE INTERFERENZE PER SINGOLE COMPONENTI

Di seguito, si illustra sinteticamente l'impianto metodologico relativo alla sintesi ambientale di ciascuna delle componenti considerate, in riferimento alle scelte assunte da ogni esperto di settore relativamente alla definizione dei Livelli di Interferenza.

Successivamente si riportano le matrici descrittive – valutative in cui si giunge alla determinazione delle interferenze lungo il tracciato, alla valutazione del livello di interferenza e, di conseguenza, alla definizione degli interventi di mitigazione al fine di verificare l'efficacia degli stessi nell'ottica della compatibilità tra opera ed ambiente.

Dalla lettura della tavola sarà possibile individuare graficamente lungo il tracciato le interferenze rilevate, a seconda del livello di gravità dell'impatto (Livello I, Livello II, Livello III) e le conseguenti mitigazioni (che saranno individuate e definite nel corso del SIA).

Questa parte conclusiva del SIA potrà essere ulteriormente sintetizzata con una tabella di segnalazione, eventualmente corredata di simboli e/o cromatismi di agevole e immediata interpretazione.

Atmosfera

Per una infrastruttura autostradale il rapporto opera-ambiente si esplica in termini di modificazione della qualità dell'aria lungo il tracciato.

L'interazione nasce dagli impatti derivanti dalle emissioni allo scarico dei veicoli che transitano sul tratto autostradale di progetto.

Da questo punto di vista non è il progetto in sé a causare direttamente gli impatti ma piuttosto sono gli utilizzatori dell'opera ad emettere in atmosfera quantitativi di sostanze inquinanti tali da mutare la qualità dell'aria preesistente il progetto.

In tale contesto non sono percorribili analisi che conducono alla definizione di specifici interventi mitigatori al fine di ridurre i livelli di inquinamento post opera stimati sul territorio, con l'esclusione della previsione di filari arborei-arbustivi per la mitigazione delle ricadute nell'immediata vicinanza della sede stradale e dell'effetto parzialmente mitigativo delle barriere acustiche.

La logica con cui sono stati definiti i livelli cui si faceva riferimento è basata quindi sulla sensibilità del territorio, definita tramite dalla zonizzazione del territorio regionale:

- Agglomerato Bologna;
- Pianura Ovest
- Pianura Est
- Appennino

Il livello di interferenza dipende quindi dalla sensibilità del territorio attraversato secondo lo schema seguente:

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
ATM-I1	Transito dei veicoli	Qualità dell'aria	Attraversamento territorio in zona Appennino	I
			Attraversamento territorio in zona Pianura Ovest/Est	II
			Attraversamento territorio in zona Agglomerato	III

Ambiente Idrico

Come indicato in precedenza le interferenze individuate potranno riguardare:

- IDR-I1 Condizioni di deflusso ed opere di attraversamento;
- IDR-I2 Deflusso delle acque di piattaforma in funzione della qualità delle acque superficiali
- IDR-I3 Deflusso delle acque di piattaforma in funzione della qualità delle acque sotterranee

Entrando quindi nello specifico delle singole interferenze, per quanto riguarda la prima, il criterio che è stato seguito nella definizione dei livelli di interferenza è fondato sulla localizzazione delle opere di attraversamento in relazione alle fasce di inondazione definite dal PAI.

Per quanto riguarda la seconda interferenza, il criterio informatore seguito nella definizione dei livelli di interferenza è quello delle condizioni di prossimità della infrastruttura autostradale ai corpi idrici superficiali.

In ultimo, per quanto attiene la terza interferenza, in questo caso il criterio seguito è stato quello del grado di vulnerabilità della falda.

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
IDR-I1	Opere di attraversamento	Condizioni di deflusso	Ubicazione struttura autostradale in posizione esterna rispetto alle fasce del P.A.I.	0
			Ubicazione struttura autostradale in posizione interna rispetto alle fascia C del P.A.I. e con rischio esondazione 200 anni	I
			Ubicazione struttura autostradale in posizione interna rispetto alle fascia B del P.A.I. e Aree destinate a interventi idraulici	II
			Ubicazione struttura autostradale in posizione interna rispetto alle fascia A del P.A.I.	III
IDR-I2	Deflusso acque di piattaforma	Qualità delle acque superficiali	Sviluppo della linea autostradale a distanza superiore ai 200 m da corso d'acqua	0
			Sviluppo della linea autostradale a distanza inferiore ai 200 m da corso d'acqua	I
			Intersezione di un corso d'acqua	II
			Intersezione di un corso d'acqua significativo	III
IDR-I3	Deflusso acque di piattaforma	Qualità delle acque sotterranee	Interessamento di terreni caratterizzati da basso grado di vulnerabilità	I
			Interessamento di terreni caratterizzati da medio grado di vulnerabilità	II
			Interessamento di terreni caratterizzati da alto grado di vulnerabilità	III

Suolo e Sottosuolo

Tra i diversi aspetti afferenti alla componente Suolo e sottosuolo, non trovandosi in presenza di fenomeni gravitativi di un qualche rilievo, quello che riveste maggiore importanza è rappresentato principalmente dalla sottrazione di suoli e dalla loro tipologia, intesa come attuale destinazione d'uso.

In ragione di tali considerazioni l'interferenza SUO-I1 è stata individuata nell'ampliamento dell'infrastruttura in funzione dell'uso dei suoli e conseguentemente i livelli di interferenza sono stati costruiti in relazione al loro crescente valore.

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
Suolo e sottosuolo SUO-I1	Ampliamento dell'infrastruttura	Uso dei suoli	Occupazione area con suoli artificializzati	I
			Occupazione area con suoli agricoli, o forestali	II
			Occupazione area con suoli agricoli di pregio	III

Vegetazione e flora, Fauna ed Ecosistemi

Nell'ambito della sintesi delle criticità rispetto alla componente Vegetazione, flora e fauna, ed Ecosistemi l'analisi approfondita del progetto e del contesto territoriale attraversato permetterà di valutare le interferenze dell'opera rispetto ai valori naturalistici del territorio. I tre livelli di interferenza per la vegetazione saranno definiti tenendo conto della sensibilità ambientale del territorio interessato e del grado di qualità delle formazioni coinvolte. Tale giudizio sarà espresso sulla base dell'assetto vegetazionale lungo il tracciato. Per la componente ecosistemi i livelli di interferenza dipendono dalla presenza o meno di ambiti tutelati (aree naturali o SIC/ZPS) e di corridoi ecologici (esistenti o di previsione).

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
VEG-I1	Ampliamento dell'infrastruttura	Assetto vegetazionale	Sottrazione di aree prive di vegetazione arboreo-arbustiva	0
			Sottrazione di aree prive di vegetazione naturale, o di vegetazione tutelata	I
			Sottrazione di aree con vegetazione tutelata	II
			Sottrazione di aree con presenza, in particolare, di aree boscate, o di piante monumentali	III
ECO-I1	Ampliamento dell'infrastruttura e opere di attraversamento o dei corsi d'acqua	Continuità dei corridoi ecologici	Interessamento di ambiti privi di qualità ecosistemica	I
			Interessamento di ambiti di qualità ecosistemica, o di corridoi ecologici esistenti, o previsti	II
			Interessamento di ambiti ricadenti in aree tutelate	III

Rumore

Per la sintesi analitica delle aree critiche è stata definita una metodologia che consente di descrivere la situazione globale dell'area dal punto di vista acustico e al contempo adatta alle diverse situazioni morfologiche e di densità abitativa individuate lungo il tracciato.

Le aree critiche sono quelle nelle quali ricadono ricettori che presentano livelli di pressione sonora superiori ai limiti normativi. Poiché il livello di pressione sonora si può ritenere, ai fini della presente schematizzazione, dipendente fondamentalmente dalla distanza ricettore – sorgente, la metodologia prenderà a riferimento il livello di esposizione dei ricettori al rumore, ovvero l'appartenenza dei medesimi alle due fasce A e B.

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
RUM -I1	Transito dei veicoli	Qualità del clima acustico	Assenza di ricettori nelle fasce	0
			Ricettori residenziali in fascia B	I
			Ricettori residenziali in fascia A	II
			Ricettori sensibili nelle fasce di pertinenza	III

Paesaggio e Beni Culturali e Paesaggistici

Per quanto concerne la interferenza PAE11 la lettura è stata operata secondo le specifiche chiavi interpretative del territorio in studio e in base alla sensibilità paesaggistica definita dalla sussistenza di vincoli.

Rispetto a tale condizione è stato valutato il livello di interferenza visiva/percettiva dell'autostrada rispetto ai beni o all'insieme tutelato.

Relativamente alla interferenza PAE12 "Presenze archeologiche", il criterio che presiederà alla definizione dei livelli di interferenza è stato fissato in coerenza con il lavoro condotto nello Studio di Impatto Archeologico: in questo caso la sensibilità dell'area è di tipo "binario", in quanto lo studio individua alcune "Aree di rischio" in un territorio generalmente non problematico per questa componente. Sono stati quindi assegnati solo il livelli "I" e "III".

Componente	Tematiche del rapporto opera-ambiente		Descrizione dei livelli di interferenza	Livello di interferenza
	Azioni di progetto	Bersagli ambientali		
PAE – 11	Ampliamento dell'infrastruttura	Continuità dei segni del paesaggio e interferenze con ambiti tutelati	Interessamento di aree senza alcuna tutela paesaggistica o beni architettonici	I
			Interessamento di aree con vincolo paesaggistico o presenza di beni tutelati entro 100m dall'autostrada ma senza significative interferenze visuali con l'infrastruttura	II
			Interessamento di aree con vincolo paesaggistico o presenza di beni tutelati entro 100m dall'autostrada e significative interferenze visuali con l'infrastruttura	III
PAE – 12	Ampliamento dell'infrastruttura	Presenze archeologiche	Interessamento di aree a basso rischio archeologico	I
			Interessamento di aree a medio rischio archeologico	II
			Interessamento "aree di rischio"	III

La tabella successiva riporta la sintesi delle valutazioni condotte espressa come ripartizione percentuale dell'estensione del tratto oggetto di potenziamento per i quattro livelli di interferenza utilizzati.

In generale il livello di interferenza è raramente elevato: a eccezione della componente archeologica, paesaggio e atmosfera le altre componenti non hanno parti di tracciato ricadenti in Livello III.

La valutazione della rilevanza post operam evidenzia un effetto negativo **NON SIGNIFICATIVO** generalizzato:

- per le componenti ambientali i cui impatti derivano dall'entità dei volumi di traffico (atmosfera, rumore, in parte ambiente idrico) ciò è determinato dalla modesta differenza di traffico atteso tra scenario programmatico e scenario progettuale;
- per le componenti ambientali i cui impatti derivano dalla modifica fisica dell'infrastruttura stradale ciò è determinato dalla tipologia stessa di modifica: essendo un ampliamento sempre in sede, senza varianti planimetriche e altimetriche, la variazione delle pressioni e degli impatti è per forza di cose limitata.

Infine, per quanto riguarda il giudizio sull'efficacia delle mitigazioni, qualora sia stato necessario prevederle (si veda in questo senso l'esito delle analisi ambientali dei capitoli precedenti), questo risulta quasi sempre di *livello alto* (celle con sfondo verde) o, in un numero inferiore di casi, di *livello medio* (celle con sfondo azzurro).

Non sono presenti casi in cui il livello sia stato valutato basso.

Le valutazioni di dettaglio e l'indicazione delle misure di mitigazione è riportata nella successiva tabella completa.

Componente	Assenza interferenza (%)	Livello I (%)	Livello II (%)	Livello III (%)
ATM-I1	0%	0%	79%	21%
IDR-I1	96%	3%	0%	1%
IDR-I2	84%	13%	1%	1%
IDR-I3	0%	100%	0%	0%
SUO-I1	0%	3%	97%	0%
VEG-I1	7%	87%	4%	0%
ECO-I1	0%	75%	4%	19%
RUM-I1	67%	15%	17%	1%
PAE-I1	0%	47%	0%	53%
PAE-I2	0%	87%	0%	13%

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
0+000	0+250	3-		0		0		2-		2-		0		1=		1	barriera acustica	1=		3-	
0+250	0+500	3-		0		0		2-		2-		0		1=		2	barriera acustica	1=		3-	
0+500	0+750	3-		0		0		2-		2-		0		1=		2	barriera acustica	1=		3-	
0+750	1+000	3-		0		0		2-		2-		0		1=		0		1=		1=	
1+000	1+250	3-		0		0		2-		2-		0		1=		0		1=		1=	
1+250	1+500	3-		0		0		2-		2-		0		1=		1	barriera acustica	1=		1=	
1+500	1+750	3-		0		0		2-		2-		0		1=		2	barriera acustica	1=		1=	
1+750	2+000	3-		0		0		2-		2-		0	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1	barriera acustica	1=	filare arbustivo	3-	
2+000	2+250	3-		0		0		2-		2-		2-	filare arbustivo	2-	filare arbustivo	3	barriera acustica	1=	filare arbustivo	3-	
2+250	2+500	3-		0		0		2-		2-		2-	filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	1	barriera acustica	1=	filare e fascia arbustivi	3-	
2+500	2+750	3-		0		0		2-		2-		2-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1	barriera acustica	1=	filare arbustivo	3-	
2+750	3+000	3-		0		0		2-		2-		0	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
3+000	3+250	3-		0		0		2-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
3+250	3+500	3-		0		0		2-		2-		2-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
3+500	3+750	3-		0		0		2-		2-		2-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
3+750	4+000	3-		0		0		2-		2-		1-		1=		1	barriera acustica	1=		1=	
4+000	4+250	3-		0		0		2-		2-			filare		filare	0		1=	filare	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													arbustivo		arbustivo				arbustivo		
4+250	4+500	3-		0		0		2-		2-			filare arbustivo		filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
4+500	4+750	3-		0		0		2-		2-			filare arbustivo		filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
4+750	5+000	3-		0		0		2-		2-	1-		fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		1=	fascia arbustiva	1=	
5+000	5+250	3-		0		0		2-		2-	1-			1-		2	barriera acustica	1=		1=	
5+250	5+500	3-		0		0		2-		2-	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	3	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
5+500	5+750	3-		0		0		1-		2--	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
5+750	6+000	3-		0		0		1-		2-	1-		filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	0		1=	filare e fascia arbustivi	1=	
6+000	6+250	3-		0		0		1-		2-	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
6+250	6+500	3-		0		0		1-		2-	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
6+500	6+750	3-		0		0		1-		2--	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
6+750	7+000	3-		0		0		1-		2-	1-		filare arbustivo	1-	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
7+000	7+250	3-		0		0		1-		2-	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1		1=	filare arbustivo	1=	
7+250	7+500	2-		0		0		1-		2-	1-			1-		2	barriera acustica	1=		1=	
7+500	7+750	2-		0		0		1-		2-	1-		filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													o		o				o		
7+750	8+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	2=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
8+000	8+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	2-	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
8+250	8+500	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		3=	fascia arbustiva	1=	
8+500	8+750	2-		0		0		1-		2-		1-		1=		1		3=		1=	
8+750	9+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
9+000	9+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
9+250	9+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	1		3=	filare e fascia arbustivi	1=	
9+500	9+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1		3=	filare arbustivo	1=	
9+750	10+000	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
10+000	10+250	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
10+250	10+500	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1		3=	filare arbustivo	3-	
10+500	10+750	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1	barriera acustica	3=	filare arbustivo	3-	
10+750	11+000	2-		0		1-		1-		2-		1-		1=		0		3=		3-	
11+000	11+250	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	3-	
11+250	11+500	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	3-	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													o		o				o		
11+500	11+750	2-		0		1-		1-		1-		2-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
11+750	12+000	2-		0		1-		1-		1-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		3=	fascia arbustiva	1=	
12+000	12+250	2-		0		1-		1-		1-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
12+250	12+500	2-		0		1-		1-		1-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
12+500	12+750	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	0		3=	filare e fascia arbustivi	1=	
12+750	13+000	2-		1+	risistemazione alveo	1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
13+000	13+250	2-		1+	risistemazione alveo	2-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
13+250	13+500	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
13+500	13+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1		3=	filare arbustivo	1=	
13+750	14+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
14+000	14+250	2-		0		0		1-		2-		1-		1=		0		3=		1=	
14+250	14+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
14+500	14+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
14+750	15+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
15+000	15+250	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		3=	fascia arbustiva	3-	
15+250	15+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	3-	
15+500	15+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	3-	
15+750	16+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare e fascia arbustivi	3-	filare e fascia arbustivi	0		3=	filare e fascia arbustivi	3-	
16+000	16+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	1		3=	filare arbustivo	3-	
16+250	16+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	1	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
16+500	16+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	2	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
16+750	17+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
17+000	17+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
17+250	17+500	2-		0		0		1-		2-		1-		3-		1		3=		1=	
17+500	17+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
17+750	18+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
18+000	18+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
18+250	18+500	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		3=	fascia arbustiva	1=	
18+500	18+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare	1=	filare	0		3=	filare	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													arbustivo		arbustivo				arbustivo		
18+750	19+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
19+000	19+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	0		3=	filare e fascia arbustivi	1=	
19+250	19+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
19+500	19+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
19+750	20+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
20+000	20+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
20+250	20+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
20+500	20+750	2-		0		0		1-		2-		1-		3=		0		3=		1=	
20+750	21+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	3=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
21+000	21+250	2-		0		1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	3=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
21+250	21+500	2-		0		2-		1-		2-		1-	filare arbustivo	2=	filare arbustivo	1		3=	filare arbustivo	1=	
21+500	21+750	2-		0		1-	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	2	barriera acustica	3=	fascia arbustiva	1=	
21+750	22+000	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
22+000	22+250	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													o		o				o		
22+250	22+500	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare e fascia arbustivi	3-	filare e fascia arbustivi	0		3=	filare e fascia arbustivi	1=	
22+500	22+750	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
22+750	23+000	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
23+000	23+250	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
23+250	23+500	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
23+500	23+750	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
23+750	24+000	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-		3-		0		3=		1=	
24+000	24+250	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
24+250	24+500	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
24+500	24+750	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	3-	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
24+750	25+000	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	fascia arbustiva	3-	fascia arbustiva	0		3=	fascia arbustiva	1=	
25+000	25+250	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	2-	filare arbustivo	2	barriera acustica	3=	filare arbustivo	1=	
25+250	25+500	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
25+500	25+750	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare e fascia	1=	filare e fascia	0		3=	filare e fascia	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													arbustivi		arbustivi				arbustivi		
25+750	26+000	2-		0		0	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		3=	filare arbustivo	1=	
26+000	26+250	2-		1+	risistemazione alveo	1-	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
26+250	26+500	2-		3+	risistemazione alveo	3-	sistema chiuso	1-	sistema chiuso	2-		1-	filare arbustivo	2-	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
26+500	26+750	2-		3+	risistemazione alveo	1-		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
26+750	27+000	2-		1+	risistemazione alveo	0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
27+000	27+250	2-		0		0		1-		2-		1-		1=		0		1=		1=	
27+250	27+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
27+500	27+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
27+750	28+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
28+000	28+250	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		1=	fascia arbustiva	1=	
28+250	28+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
28+500	28+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
28+750	29+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare e fascia arbustivi	1=	filare e fascia arbustivi	0		1=	filare e fascia arbustivi	1=	
29+000	29+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO	
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2
													o		o				o		
29+250	29+500	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
29+500	29+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
29+750	30+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
30+000	30+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
30+250	30+500	2-		0		0		1-		2-		1-		1=		0		1=		1=	
30+500	30+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
30+750	31+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
31+000	31+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
31+250	31+500	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		1=	fascia arbustiva	1=	
31+500	31+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
31+750	32+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
32+000	32+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	2	barriera acustica	1=	filare arbustivo	1=	
32+250	32+500	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	0		1=	fascia arbustiva	1=	
32+500	32+750	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	0		1=	filare arbustivo	1=	
32+750	33+000	2-		0		0		1-		2-		1-	filare	1=	filare	0		1=	filare	1=	

TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		VEGETAZIONE, FLORA E FAUNA ED ECOSISTEMI		RUMORE		PAESAGGIO E BENI CULTURALI		TRATTO		ATMOSFERA		AMBIENTE IDRICO		SUOLO E SOTTOSUOLO		
progressiva iniziale	progressiva finale	ATM-I1	ATM-M1	IDR-I1	IDR-M1	IDR-I2	IDR-M2	IDR-I3	IDR-M3	SUO-I1	SUO-M1	VEG-I1	VEG-M1	ECO-I1	ECO-M1	RUM-I1	RUM-M1	PAE-I1	PAE-M1	PAE-I2	PAE-M2	
													arbustivo		arbustivo				arbustivo			
33+000	33+250	2-		0		0		1-		2-		1-	filare arbustivo	1=	filare arbustivo	1		1=	filare arbustivo	1=		
33+250	33+500	2-		0		0		1-		2-		1-	fascia arbustiva	1=	fascia arbustiva	2	barriera acustica	1=	fascia arbustiva	1=		
33+500	33+750	2-		0		0		1-		2-		1-		1=		0		1=		1=		