

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata n.A1068

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				ORDINATORE
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111465	0000	PD	DG	GEN	00000	00000	R	GEN	0002	- 3	SCALA -

 	PROJECT MANAGER:				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068								n.	data	
									0	DICEMBRE 2017	
									1	SETTEMBRE 2019	
									2	SETTEMBRE 2020	
REDATTO:					VERIFICATO:					3	NOVEMBRE 2020
										4	-

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Fabio Visintin

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO

POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA
“PASSANTE DI BOLOGNA”

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE



Milano, novembre 2020

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO	7
3	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
3.1	PROGETTO STRADALE	8
3.2	GEOTECNICA	9
3.3	IDROLOGIA E IDRAULICA	10
3.4	STRUTTURE.....	18
3.5	MITIGAZIONI ACUSTICHE	19
3.6	RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)	20
3.7	OPERE A VERDE E CENSIMENTO VEGETAZIONALE.....	20
3.8	IMPIANTISTICA	21
3.9	ESPROPRI	22
4	SISMICITA'.....	23
4.1	INQUADRAMENTO SISMICO	23
4.2	STRATEGIA PROGETTUALE	23
4.3	ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA	23
4.4	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	26
4.5	STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	27
5	GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	29
5.1	INTRODUZIONE.....	29
5.2	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	29
5.3	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	34
6	GEOTECNICA	40
6.1	INTRODUZIONE.....	40
6.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	40
6.3	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETA' MECCANICHE	40
7	IDROLOGIA E IDRAULICA	43
7.1	GENERALITA'	43
7.2	IDROGRAFIA	43

7.3	IDROLOGIA	43
7.4	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA.....	48
7.5	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA	50
8	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	56
8.1	ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	56
8.2	PLANO-ALTIMETRIA ATTUALE CON RIFERIMENTO AL DM 05.11.2001	58
9	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO.....	63
9.1	AMPLIAMENTO AUTOSTRADALE	64
9.2	INTERVENTI SULLE CONNESSIONI FUNZIONALI AL SISTEMA TANGENZIALE.....	66
9.3	OTTIMIZZAZIONE DI CONNESSIONI VIABILISTICHE LOCALI.....	79
9.4	VIABILITA' INTERFERITE	80
9.5	GALLERIA SAN DONNINO	82
9.6	SEMI-COPERTURA FONICA A CROCE DEL BIACCO	83
9.7	CAVALCAVIA FERROVIARI.....	84
9.8	VIADOTTO RENO	87
9.9	PONTE SUL FIUME SAVENA	89
10	MITIGAZIONI AMBIENTALI E OPERE DI INSERIMENTO TERRITORIALE PAESAGGISTICO.....	90
10.1	I CRITERI DEL PROGETTO: L'INFRASTRUTTURA COME PATRIMONIO PER IL TERRITORIO.....	93
10.2	GLI ELEMENTI DEL PROGETTO	95
10.3	PORTE.....	98
10.4	PARCHI.....	99
10.5	PERCORSI.....	101
10.6	PASSAGGI	102
10.7	ELEMENTI E OPERE D'ARTE.....	104
10.7.1	BARRIERE ACUSTICHE.....	104
10.7.2	GALLERIA FONICA SAN DONNINO	107
10.7.3	SEMIGALLERIA FONICA CROCE DEL BIACCO	109
10.7.4	CAVALCAVIA	111
10.8	CARATTERIZZAZIONE DELLO SPAZIO URBANO	116
10.8.1	RIVESTIMENTI SOTTOVIA	116
10.8.2	ARREDO URBANO.....	120

10.8.3	ILLUMINAZIONE	124
11	OPERE A VERDE E CENSIMENTO VEGETAZIONALE.....	127
12	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	135
12.1	ILLUMINAZIONE DELL'ASSE DELLA TANGENZIALE	135
12.2	ILLUMINAZIONE DELLE RAMPE DEGLI SVINCOLI AUTOSTRADALI E DELLA TANGENZIALE.....	137
12.3	SISTEMA DI INFORMAZIONE ALL'UTENZA	138
12.4	ILLUMINAZIONE DEI TRATTI DI VIABILITÀ ORDINARIA INTERFERITA	138
12.5	ILLUMINAZIONE PISTE CICLABILI	139
12.6	GALLERIA FONICA SAN DONNINO	140
12.7	PARCO SAN DONNINO	143
12.8	VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE REFLUE.....	144
12.9	STAZIONI METEO ED IMPIANTI RADIO IN ITINERE.....	144
13	CANTIERIZZAZIONE	145
13.1	AREA CB01	145
13.2	AREA CB02.....	148
13.3	AREA CO01	149
13.4	AREA CO02	150
13.5	AREA CO03	151
13.6	AREA CO04	152
13.7	AREE DI SUPPORTO	152
13.8	FASIZZAZIONE DEI LAVORI.....	153
14	ARCHEOLOGIA.....	155
14.1	VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO - PD 2017.....	155
14.2	DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA	155
14.3	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	155
14.4	PRESCRIZIONI SOPRINTENDENZA	156
14.5	POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA. PASSANTE DI BOLOGNA – PD 2020	157
14.6	CONCLUSIONI.....	158
15	GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO	159
15.1	IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	160
15.2	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO	160

15.3	CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	187
15.4	COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	193
15.5	BILANCIO DEI MATERIALI	193
15.6	DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO.....	196
16	ESPROPRI.....	198
17	INTERFERENZE.....	201

1 PREMESSA

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro.

Nel corso degli anni il sistema è stato potenziato ed attualmente la sezione trasversale dell'Autostrada presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio, 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica (aperta nel 2008) fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro, 2 corsie per senso di marcia più emergenza sul Raccordo Autostradale di Casalecchio. La sezione trasversale delle complanari presenta 2 corsie per senso di marcia più emergenza.

I livelli di servizio, valutati nelle ore di punta di un giorno feriali medio, mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

Al fine di risolvere queste criticità e stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano, è stato sottoscritto in data 15 Aprile 2016 l'Accordo per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di Bologna".

2 IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- a) ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna dallo svincolo 3 allo svincolo 13 della complanare con le seguenti specifiche:
 - realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'A14, fatta eccezione per alcuni punti singolari;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per alcuni punti singolari;

- b) Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:
 - Potenziamento della intermedia di Pianura ;
 - Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross;
 - Realizzazione del lotto 3 del Lungo Savena;
 - Collegamento Via del Triumvirato – Via del Chiù (in alternativa al Lotto 2 – Rastignano).

Fanno parte del presente progetto le opere indicate al punto a).

3 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il progetto in esame è stato sviluppato nel rispetto delle vigenti normative. In dettaglio, i documenti normativi presi a riferimento sono di seguito dichiarati.

3.1 PROGETTO STRADALE

Il progetto è stato sviluppato coerentemente con quanto previsto dal DM n. 67/S del 22.04.2004 di modifica delle "Norme geometriche e funzionali per la costruzione delle strade" ed in attesa di una norma specifica per i progetti di adeguamento delle strade esistenti, prendendo a riferimento i criteri progettuali contenuti nella norma non cogente DM del 5.11.2001, prot. 6792.

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale (ricependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di coerenza per le nuove intersezioni.

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale. In particolare, sono state adeguate ai criteri di norma le lunghezze delle corsie specializzate di diversione e di immissione.

Barriere di sicurezza

La progettazione delle barriere di sicurezza verrà redatta in conformità alle normative vigenti e ai documenti di seguito elencati:

- A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004.
"Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- A2. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04).
"Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- A3. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223. (G:U: n. 63 del 16.03.92).

Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.

- A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..
Nuovo codice della Strada.
- A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..
Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- A7. Autostrade per l'Italia - Spea
"Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA", Rev. Maggio 2012.
- A8. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 *"Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".*
- A9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 *"Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".*
- A10. Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":
-UNI EN 1317-1:2010: *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";*
-UNI EN 1317-2:2010: *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";*
-UNI EN 1317-3:2010: *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";*
-UNI ENV 1317-4:2003 *"Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";*
-UNI EN 1317-5:2012 *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".*
- A11. DM 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011)
"Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

3.2 GEOTECNICA

I documenti normativi di riferimento in materia geotecnica sono di seguito richiamati:

- Circolare 21 gennaio 2019, n7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al

decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Gazzetta Ufficiale del 11.02.2019 n. 5, supplemento ordinario n.35.

- Decreto Ministeriale del 18 gennaio 2018: “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.42 del 20-02-2018, Supplemento Ordinario n.8
- D.M. 14.01.2008, “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circ. Min. II.TT. 02.02.2009, n. 617, “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008”.
- EN 1997 Eurocodice 7 “Geotechnical Design”.
- EN 1997 Part 1: General rules.
- EN 1997 Part 2: Standards for laboratory testing
- EN 1997 Part 3: Standards for field testing.
- ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”.
- ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.
- CNR UNI 10006 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- CNR B.U., anno XXVI, n° 146 “Determinazione dei moduli di deformabilità Md e Md’ mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- CNR UNI 10009 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, 2012.

3.3 IDROLOGIA E IDRAULICA

Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

- RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

- Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.

- DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

- L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

- DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni.

- L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

- L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

- L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

- DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

- L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

- DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

- DPR 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

- DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

- Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.

- DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

- L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

- DL 152/99

“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.

- DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

- L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

- DL 152/06

riprende integralmente il 258/00.

L'articolo 39 del succitato decreto legislativo stabilisce, inoltre, che "...le regioni disciplinano:....b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni...", art.39 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto ... siano convogliate e opportunamente trattate...", art. 39 comma 3.

- DM 14/01/2008

"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" Il decreto si compone di due articoli e precisamente dell'articolo 1 con cui viene approvato il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni ad eccezione delle tabelle 4.4.III e 4.4.IV e del Capitolo 11.7. Le nuove norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 settembre 2005.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione." Successivamente con il DM 06/05/2008 "Integrazioni al decreto 14 gennaio 2008" sono stati approvati il capitolo 11.7 e le tabelle 4.4.III e 4.4.IV del testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni allegato al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

- Decreto n. 131 del 16/06/2008

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

- Decreto n. 56 del 14/04/2009

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia

ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

- Decreto n. 49/2010

Prevede lo strumento di Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) che dà attuazione alla direttiva europea 2007/60/CE. Il PGRA viene adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume PO con delibera n. 4 del 17/12/2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017. Il PGRA individua e programma le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

- NTC2018-Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.

Ai fini del rispetto della compatibilità idraulica, riportata nel paragrafo C5.1.2.3 della Norma, si intende per alveo la sezione occupata dal deflusso della portata di piena, ovvero quella caratterizzata da un tempo di ritorno pari a $T_r=200$ anni. Ciò non esclude la possibilità di scegliere valori di portata maggiori che dovranno però essere adeguatamente motivati e giustificati. Nel caso di tombini con funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i $2/3$ dell'altezza di sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m. La Norma definisce inoltre di garantire un franco normale minimo di 1,50 m tra sottotrave dell'attraversamento e il pelo libero.

Normativa regionale

- LR 27/74

Regolamenta gli interventi in materia di opere idrauliche nei corsi d'acqua dell'Emilia-Romagna.

- Delibera giunta regionale 14 febbraio 2005 n° 286

Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (artc. 39, DLgs 11 maggio 1999 n°152).

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Tale decreto ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il DL 152/99.

- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n° 1860

Tale delibera 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".

Autorità di Bacino

L'autorità di bacino competente per il territorio è l'Autorità di Bacino del Fiume Reno.

Il territorio è interessato dal:

- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del Fiume Reno, Torrente Idice, Sillaro e Santerno;
- Piano Stralcio per il bacino del torrente Samoggia;
- Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile - Savena abbandonato.

L'Autorità di Bacino del Reno è stata istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.15). La pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001, del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, ha sancito l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

L'Autorità di Bacino del Reno ha adottato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Reno, torrente Idice, Sillaro e Santerno con delibera del C.I. n 1/1 del 06.12.2002; il PAI è stato poi approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta dell'Emilia Romagna con deliberazione n. 567 del 07.04.2003 e pubblicato nel Bollettino Ufficiale Regionale n. 70 (PII) del 14.05.2003.

L'Autorità di Bacino del Reno ha adottato il progetto di revisione del torrente Samoggia con delibera del C.I. n 1/1 del 26.07.2007; il PAI è stato poi pubblicato nel BU della Regione Emilia-Romagna e sulla GU della Repubblica Italiana del 16.08.07; il Piano Stralcio è stato definitivamente adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno con Delibera n. 1/1 del 23.04.2008; pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n. 74 del 07.05.2008, approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna con deliberazione n.1925 del 17.11.2008 e pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n. 213 (PII) del 17.12.2008.

L'Autorità di Bacino del Reno ha adottato il Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile - Savena abbandonato con delibera del C.I. n. 2/1 del 28.09.1999; il PAI è stato poi approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta dell'Emilia Romagna con deliberazione n.129 del 08.02.2000 e pubblicato nel Bollettino Ufficiale Regionale n.48 (PII) del 22.03.2000.

I contenuti di ciascun PAI si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti, ed interventi e misure non strutturali (norme

di uso del suolo e regole di comportamento). In particolare, le misure non strutturali comprendono la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali ai cui vincoli si fa riferimento per la progettazione delle opere autostradali in argomento.

I PAI hanno come obiettivo prioritario la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Per quanto riguarda il controllo degli apporti d'acqua il territorio del bacino del Fiume Reno e Idice è normato dall'articolo 20 delle Norme del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico.

In particolare tale norma impone la realizzazione di *sistemi di raccolta* delle acque per un volume complessivo di 500 mc/ha di superficie impermeabilizzata.

L'area è interessata anche dall'articolo 20 delle Norme del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del Torrente Samoggia, il quale prevede la suddivisione del territorio in tre aree:

1. Realizzazione di *sistemi di raccolta* delle acque per un volume complessivo di 500 mc/ha di superficie impermeabilizzata;
2. Realizzazione di *sistemi di raccolta* delle acque per un volume complessivo di 200 mc/ha di superficie impermeabilizzata;
3. Realizzazione di *sistemi di raccolta* delle acque per un volume complessivo di 100 mc/ha di superficie impermeabilizzata.

Il progetto in esame ricade all'interno del territorio di pianura per il quale vale il punto numero 1.

L'art. 27 delle Norme impone il potenziamento delle tecniche di autodepurazione dei canali di sgrondo e dei fossi autostradali in accordo alla "*Direttiva per la costituzione, mantenimento e manutenzione della fascia di vegetazione riparia, per la manutenzione del substrato dell'alveo e per il potenziamento dell'autodepurazione dei canali di sgrondo e dei fossi stradali*" di cui alla delibera n.1/5 del 17.04.2003 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e in vigore dal 15.05.03 e successive modifiche e integrazioni.

Infine l'area è interessata anche dall'articolo 5 delle Norme del Piano Stralcio per il sistema Navile-Savena abbandonato.

In particolare tale norma impone la realizzazione di *vasche di raccolta* delle acque per un volume complessivo di 500 mc/ha di superficie impermeabilizzata.

Altri strumenti di pianificazione territoriale

A scala regionale, uno strumento di pianificazione territoriale non trascurabile e strettamente legato agli interventi previsti in progetto è il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, il PTA, conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento

regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della Regione, e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo. Il Piano di Tutela delle Acque è stato approvato in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005. Sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme.

Un altro strumento normativo molto importante è il Piano Territoriale Regionale (PTR) che contiene la programmazione con la quale si delinea la strategia di sviluppo del territorio regionale. Il PTR definisce, inoltre, gli indirizzi e le direttive per la pianificazioni di settore, per i Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP) e per gli strumenti di programmazione negoziata.

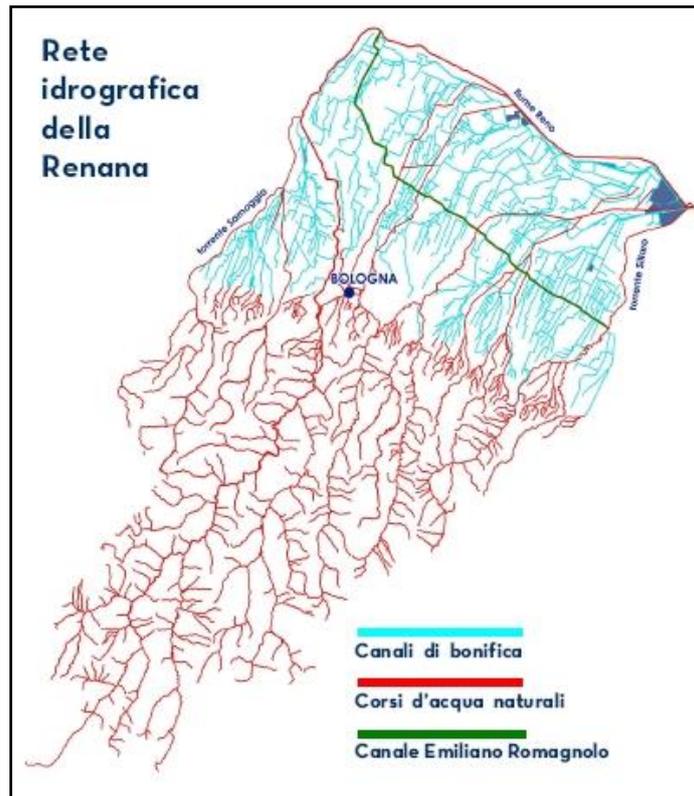
Dalla disamina normativa emerge, in Regione Emilia Romagna, la necessità di trattare l'aliquota relativa alla prima pioggia delle acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali, qualora le stesse vengano immesse in corpi idrici superficiali significativi e di interesse così come definiti nel PTA, e, comunque, sulla base di esigenze di tutela stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (PTCP). Le misure di trattamento previste comprendono bacini di sedimentazione, disoleatura, sistemi di fitodepurazione, fasce filtro/ fasce tampone.

Consorzi di Bonifica

Il Consorzi di Bonifica interessati dall'ampliamento di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna sono i seguenti:

- Consorzio di Bonifica Renana;
- Consorzio della Chiusa di Casalecchio e del Canale di Reno

Nella figura seguente si riportano gli ambiti territoriali del Consorzio di Bonifica Renana che si estendono dal fiume Reno fino al confine con la regione Toscana, nella direzione Nord - Sud, e all'incirca dal comune di Calcara al comune di San Pietro Terme nella direzione Est - Ovest.



Rete idrografica Bonifica Renana

Si rammenta comunque che, nonostante il sistema autostradale e tangenziale ricada all'interno dell'area d'interesse del Consorzio di Bonifica Renana, la piattaforma stradale sia esistente che di progetto non scarica mai in corpi idrici di interesse per il Consorzio sopraddetto.

Nella progettazione si rispetteranno tutti i vincoli imposti dai consorzi sui corsi d'acqua di propria competenza.

3.4 STRUTTURE

Le analisi strutturali e le relative verifiche sono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente Normativa italiana e da quella europea (Eurocodici).

In particolare si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;

- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018: Norme tecniche per le costruzioni 2018 (NTC2018)
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
- UNI EN 1991 Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1991 Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991 Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1991 Parte 2: Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1993 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio
- UNI EN 1993 Parte 2: Ponti di acciaio
- UNI EN 1994 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
- UNI EN 1994 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- UNI EN 1998 Parte 2: Ponti

3.5 MITIGAZIONI ACUSTICHE

I documenti normativi di riferimento in materia di mitigazioni acustiche sono di seguito richiamati:

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- L. 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. 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".
- D.Lgs. 9 agosto 2005, n. 194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".
- L.R. n. 13 del 10/08/01 "Norme in materia di inquinamento acustico".

- Deliberazione n. VII/8313 seduta del 8 marzo 2002 “Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”.

3.6 RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)

I documenti normativi di riferimento in materia di rifiuti sono di seguito richiamati:

- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.
- D.M. 10 agosto 2012, n. 161 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”

3.7 OPERE A VERDE E CENSIMENTO VEGETAZIONALE

I documenti normativi di riferimento in materia di opere a verde e censimento vegetazionale sono di seguito richiamati:

- D.lgs. 34/2018 “T esto unico in materia di foreste e filiere forestali”;
- Decreto Legislativo 30/04/1992 e s.m.i. “Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada”;
- Codice Civile, art. 892 “Distanze per gli alberi” e art. 893 “Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi”.
- LR 4 settembre 1981, n. 30 “Incentivi per lo sviluppo e la valorizzazione delle risorse forestali, con particolare riferimento al territorio montano. Modifiche ed integrazioni alle leggi regionali 25 maggio 1974, n. 18 e 24 gennaio 1975, n. 6”;
- LR 21/2011 “legge finanziaria regionale adottata a norma dell'articolo 40 della legge regionale 15 novembre 2001, n. 40 in coincidenza con l'approvazione del bilancio di previsione della Regione Emilia-Romagna per l'esercizio finanziario 2012 e del bilancio pluriennale 2012-2014”;
- DGR 549/2012 “Approvazione dei criteri e direttive per la realizzazione di interventi compensativi in caso di trasformazione del bosco, ai sensi dell'art. 4 del DLgs 227/01 e dell'art. 34 della L.R. 22 dicembre 2011, n. 21”;
- Piano Strutturale Comunale (PSC) del Comune di Bologna (P.G. N.: 148289/2008, N. O.d.G.: 133/2008, N. Archivio: 67, data Seduta Giunta: 17/06/2008, data Seduta Consiglio: 14/07/2008, data pubblicazione: 16/07/2008);
- Comune di Bologna “Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato” (OdG. n.: 143, Pg. n.: 27795/2016, data seduta: 14/03/2016, data inizio vigore: 8/06/2016);

- Comune di San Lazzaro di Savena “Regolamento comunale per la tutela del verde” (Approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 23 del 24.03.2009).

3.8 IMPIANTISTICA

I documenti normativi di riferimento in materia impiantistica sono di seguito richiamati:

- D.Lgs. 264 del 5 ottobre 2006 “Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea”;
- Legge n° 186 del 01/03/1968 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche;
- D.M. n° 37 del 22/01/08 "Regolamento [...] recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- Legge n° 791 del 18/10/1977 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici;
- D.M. 14/09/2005 (G.U. n.295 del 20/12/2005) “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”;
- D.Lgs. n° 81 del 2008 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza");
- D.P.R. n° 320 del 20 marzo 1956 “Norme per la prevenzione degli infortuni e l’igiene del lavoro in sotterraneo”.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-20: Impianti elettrici nelle gallerie stradali;
- CEI 20-67: Guida all’uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV;
- UNI 11248: Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3; Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4: Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI 11095: Illuminazione gallerie stradali (per quanto concerne i sottovia carrabili);
- Legge della Regione Toscana sull’inquinamento luminoso: Legge Regionale n. 000037 del 21/03/2000 Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso;
- UNI 10779, o normative internazionali quali NFPA, per la definizione dei parametri di dimensionamento della rete incendio
- Tabella CEI UNEL 35026: Descrive la portata di corrente in regime permanente per la posa interrata per cavi elettrici aventi tensioni di esercizio fino a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.;

- Tabella CEI UNEL 35377: Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7OR-0,6/1kV;
- Tabella CEI UNEL 35752: Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo NO7V-K;

Sono state inoltre recepite le parti più significative delle disposizioni Ministeriali e dell'ANAS sopraelencate.

Tali documenti hanno rappresentato la base per il dimensionamento delle apparecchiature e dell'impiantistica dei servizi tecnologici.

3.9 ESPROPRI

I documenti normativi di riferimento in materia di espropri sono di seguito richiamati:

- Dpr 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (abrogazione art. 37 dpr 327/2001);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 Giugno 2011 (Dichiarazione di Incostituzionalità dei Valori Agricoli Medi - G.U. I^a s.s. n. 26 del 15.06.2011);
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 388 del 22.12.2012 (Dichiarazione di Incostituzionalità del art 37 comma 7 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i.).

4 SISMICITA'

4.1 INQUADRAMENTO SISMICO

L'inquadramento sismico dell'area di interesse è stato redatto in accordo alle prescrizioni fornite dalle NTC2018. Nel seguito verrà descritto brevemente il quadro sismologico dell'area, definendo successivamente l'azione sismica di progetto. I comuni interessati dal presente progetto sono il comune di Bologna e San Lazzaro di Savena.

L'area oggetto di studio è situata nella zona 913 (Appennino Emiliano Romagnolo) della modello di zonazione ZS9 del territorio italiano la cui magnitudo di è pari a 6.14 (vedi Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV - "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica- Rapporto Conclusivo" (Aprile 2004).

4.2 STRATEGIA PROGETTUALE

La strategia progettuale, d'intesa con la Committente è riportata nei paragrafi successivi.

Vita Nominale pari a $V_N = 50$ anni

Classe d'Uso IV \Rightarrow coefficiente d'uso $\Rightarrow C_U = 2.0$.

Vita utile di riferimento: $V_R = (V_N) \cdot (C_U) = 100$ anni

4.3 ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA

Le accelerazioni orizzontali massime convenzionali su suolo di categoria A, riferite ai Comuni interessati dal presente progetto, sono riportate nelle tabelle contenute nel presente paragrafo, insieme ai principali parametri di interesse necessari per la definizione dell'azione sismica.

Nelle tabelle con T_R (in anni) e a_g (in g) si indica rispettivamente il tempo di ritorno e l'accelerazione di picco su suolo di categoria A.

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento V_R (vedi § 2.4 delle NTC DM 14 Gennaio 2008) e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (funzione dello stato limite considerato, Tabella 4-1), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R attraverso l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Stati limite di esercizio (P_{VR})	Stati limite ultimi (P_{VR})
SLO - Stato limite di operatività (81%)	SLV- Stato limite di salvaguardia (10%)
SLD - Stato limite di danno (63%)	SLD – Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Tabella 4-1 -Definizione degli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e relative probabilità di superamento PVR.

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (vedi Allegato B delle NTC DM 14 Gennaio 2008) non contempli il periodo di ritorno corrispondente al V_R e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} fissate in progetto, il valore del generico parametro p (a_g, F_o, T^*_c) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- T_{R1}, T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

I valori dei parametri a_g, F_o, T^*_c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori dei parametri a_g, F_o e T^*_c , in funzione del periodo di ritorno T_R . I valori dei parametri a_g, F_o, T^*_c sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.

SLU	a_g (g)	F_o (-)	T*_c (s)
SLO	0.072	2.481	0.275
SLD	0.088	2.473	0.285
SLV	0.212	2.436	0.315
SLC	0.263	2.451	0.321

*Tabella 4-2 - Comune di Bologna - Valori dei parametri a_g, F_o, T*_c al variare del tempo di ritorno TR*

SLU	a_g (g)	F_o (-)	T*_c (s)
SLO	0.076	2.462	0.274
SLD	0.093	2.460	0.283
SLV	0.219	2.409	0.317
SLC	0.267	2.449	0.328

*Tabella 4-3 - Comune di San Lazzaro di Savena - Valori dei parametri a_g, F_o, T*_c al variare del tempo di ritorno TR*

4.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Sulla base delle informazioni dedotte dalle campagne geognostiche eseguite è stato possibile individuare, in funzione delle progressive la categoria di suolo. Nella Tabella 4-4 è riportata la suddivisione effettuata.

da progressiva	a progressiva	Categoria di suolo
km 8+750 (inizio intervento)	10+800	B
10+800	14+300	C
14+300	15+000	D
15+000	19+000	C
19+000	21+000	B
21+000	21+600 (fine intervento)	C

Tabella 4-4 – Categorie di suolo in funzione della progressiva.

Nel seguito le definizioni per le categorie riscontrate lungo il tracciato secondo le Norme Tecniche 2018:

Tipo B: - "...depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità" ($360 < V_{s,30} < 800 \text{m/s}$)

Tipo C - "...depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti" ($180 < V_{s,30} < 360 \text{m/s}$)

Tipo D - "...depositi a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti" ($V_{s,30} < 180 \text{m/s}$).

4.5 STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Le analisi sono state svolte attraverso l'impiego di metodi empirici che, tenendo conto della composizione granulometrica dei materiali attraversati dalla punta del penetrometro statico (CPT), consentono di valutare il coefficiente di sicurezza nei confronti della liquefazione (FL) come rapporto tra la resistenza ciclica "Cyclic Resistance Ratio" (CRR) e la sollecitazione ciclica "Cyclic Stress Ratio" (CSR). Il metodo si considera applicabile fino a profondità pari a circa 20 m. Successivamente è stato stimato l'indice di potenziale di liquefazione (LPI). I valori interpretativi dell'indice sono riportati in tabella.

Indice del potenziale di liquefazione LPI	Suscettibilità alla liquefazione
$0 \leq LPI \leq 1$	Nulla
$1 < LPI \leq 2$	Basso
$2 < LPI \leq 5$	Moderato
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$LPI > 15$	Molto alto

Tabella 4-5 – Correlazione tra i valori dell'indice di potenziale di liquefazione e la suscettibilità alla liquefazione per il sito (Sonmez, 2003).

I risultati riassunti nella Tabella 4-6 evidenziano come, lungo il tracciato interessato dagli interventi, il potenziale di liquefazione (LPI) sia nullo o basso.

Fanno eccezione le due verticali, CPT27 e CPT28, in cui il valore di (LPI) risulta essere da "moderato" e "alto". Le due verticali sono localizzate in corrispondenza della progressiva km 15+000. Nelle successive fasi progettuali verranno eseguite ulteriori verticali di indagine al fine di meglio caratterizzare il potenziale di liquefazione nell'area.

Nel tratto compreso tra le progressive km 18+420 e fine tratto non sono presenti prove penetrometriche statiche (CPTU) che hanno permesso di eseguire una valutazione puntuale. Si tenga presente, però, che:

- i livelli di falda sono intorno ai 10m di profondità,
- i valori di resistenza alla punta nelle prove penetrometriche dinamiche (SPT) eseguite in foro, nei materiali granulari presenti (unità B), sono superiori a 40colpi/piede,

- il potenziale di liquefazione diminuisce al crescere della profondità

pertanto si può affermare di essere in corrispondenza di aree in cui il valori di (LPI) è nullo o basso. Anche in questo caso, nelle successive fasi progettuali si prevede di eseguire prove integrative al fine di meglio caratterizzare il potenziale di liquefazione nell'area.

Prova	Progr.	Cat. Suolo	a_{max} (g)	falda (m)	LPI	suscettibilità
CPTE103	11+400	C	0.295	-10	<1	nullo
CPTE104	13+600	D	0.343	-5	<1	nullo
CPT43	14+160				1.19	basso
CPTE105	14+200				1.51	basso
CPTE106	14+520				1.47	basso
CPT33	14+620				1.04	basso
CPT32	14+680				<1	nullo
CPT30	14+640				1.34	basso
CPT29	14+840				1.65	basso
CPT28	14+980				11.11	alto
CPT27	15+040				3.82	moderato
CPTE108	17+800				C	0.295
CPT25	18+280	<1	nullo			
CPT24	18+400	<1	nullo			
CPT26	18+420	<1	nullo			

Tabella 4-6 – Risultati delle analisi di suscettibilità eseguite.

5 GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

5.1 INTRODUZIONE

In questo ambito si riportano le informazioni relative alle indagini geognostiche ed alla descrizione geologico-geomorfologica ed idrogeologica del tracciato oggetto del progetto definitivo per il potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna (Passante di Bologna).

Per quanto riguarda invece tutti gli aspetti di inquadramento e di approfondimento tematico si rimanda alle specifiche relazioni di progetto.

5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella del progetto, è risultato indispensabile utilizzare dati provenienti da sondaggi geognostici e da pozzi. In prima fase si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili (presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame) per una fascia molto più ampia di quella riportata nelle planimetrie allegate al presente progetto.

Tutte le informazioni utili recuperate sono state riportate negli elaborati cartografici in scala 1:5000 in funzione della loro ubicazione plano-altimetrica e con simbologia differente in relazione alla tipologia di indagine.

Indagini bibliografiche pregresse

La consultazione delle stratigrafie fornite dal Servizio Geologico Regionale ha riguardato le verticali d'indagine relative al progetto CARG ed alla realizzazione di pozzi per acqua ad uso pubblico / privato: tale documentazione consiste per lo più di stratigrafie di difficile interpretazione, in quanto molto vecchie e talora derivanti da perforazioni realizzate a distruzione di nucleo (ricostruzione granulometrica derivata dall'analisi del cutting e dei fanghi). Le descrizioni sono frequentemente risultate sommarie (soprattutto per quanto attiene agli strati più superficiali e significativi ai fini della progettazione) e povere di quegli elementi indispensabili per una inequivocabile attribuzione alle unità geologiche (fuso granulometrico, colore ed alterazione dei granuli). Inoltre, non sono corredate da prove geotecniche (SPT, prove di permeabilità, etc.). Tali stratigrafie si sono comunque rivelate utili nel momento in cui sono state definite le correlazioni tra le indagini geognostiche appositamente realizzate per il progetto.

Il Servizio Geologico Regionale ha fornito le risultanze di alcuni sondaggi geognostici e prove penetrometriche di più recente esecuzione e tutelate da vincolo di riservatezza; pertanto, questi dati sono stati consultati ma non rappresentati in chiaro.

Infine, particolare riguardo meritano anche i dati stratigrafici (e relativi dati idrogeologici) messi a disposizione dal Gruppo Hera e riguardanti il “campo pozzi di Borgo Panigale” ed il “campo pozzi di Tiro a segno”.

Indagini geognostiche pregresse (dal 1984 al 2015)

- La consultazione delle stratigrafie e delle fotografie delle cassette catalogatrici (ove disponibili) ha riguardato numerosi ambiti di indagini geognostiche pregresse:
- Progetto per la Tangenziale di Bologna (1984, 1986, 1999, 2000);
- Progetto per il prolungamento della Complanare di Bologna (1996);
- Progetto per la 3^a corsia della A14 tra Bologna S. Lazzaro ed Osteria Grande (1984);
- Progetto definitivo delle Opere Compensative per la 4^a corsia della A14 tra Bologna S. Lazzaro e diramazione per Ravenna (2010); si specifica che è stata eseguita una prospezione sismica in foro di tipo Cross Hole nei sondaggi OC3S2-OC3S2bis;
- Progetto definitivo ed esecutivo per la realizzazione del People Mover di Bologna (indagini di Fase 1 del 2009-2010 e di Fase 2 del 2010);
- Progetto preliminare del Passante Nord di Bologna (2014-2015).

Indagini geognostiche Passante (2016-2017)

Ai fini della di una corretta modellazione è stata realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) che viene di seguito sintetizzata:

- n. 26 sondaggi geognostici verticali (sigla PBxx) di cui n. 23 eseguiti a carotaggio continuo e n. 3 eseguiti a distruzione di nucleo, spinti a profondità massima di 50m, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, prove d'acqua Lefranc e prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali; i sondaggi sono stati completati mediante installazione di tubi piezometrici e/o celle casagrande e di tubi in PVC per Down Hole;

- n. 13 pozzetti esplorativi superficiali (PZ-PBxx) spinti a profondità massima di 4m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, prove di densità e prelievo di campioni rimaneggiati ed ambientali;
- n. 8 pozzetti ambientali (PZ-AMB-Mx) realizzati in area “Michelino” mediante escavatore e spinti a profondità massima di 3m da p.c., con prelievo di campioni ambientali;
- n. 10 pozzetti ambientali (PZ-AMBxx) realizzati mediante trivella elettromeccanica e spinti a profondità massima di 1,5m da p.c., con prelievo di campioni ambientali;
- n. 8 prospezioni sismiche in foro di tipo Down Hole eseguite nei sondaggi PB3(DH), PB6(DH), PB10(DH), PB12(DH), PB17(DH), PB21(DH), PB24(DH), PB26(DH);
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi; si è trattato di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti), prove meccaniche (triassiali, edometri e tagli) e prove meccaniche dinamiche (colonna risonante, taglio torsionale ciclico e prova triassiale ciclica a sforzo controllato - prova a liquefazione);
- Prove di stabilizzazione a calce eseguite su campioni di grosso volume prelevati in 3 pozzetti superficiali;
- Prove chimiche eseguite su campioni di acqua prelevati dai piezometri per la determinazione del tenore in solfati e cloruri;
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi, nei pozzetti superficiali geotecnici e negli specifici pozzetti ambientali.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica, dall'ingegnere responsabile dell' ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

Per le risultanze delle indagini ambientali si rimanda agli specifici elaborati AMB-MAM.

Indagini ambientali integrative (2017)

Ai fini della di una ulteriore verifica di tipo ambientale, sono stati realizzati n. 27 pozzetti ambientali (IA-xx) mediante trivella elettromeccanica, spinti a profondità massima di 1m da p.c., con prelievo di campioni ambientali e successiva analisi chimica di laboratorio.

Per le risultanze delle indagini ambientali si rimanda agli specifici elaborati AMB-MAM.

Indagini geognostiche collegamento svincolo Lazzaretto – Asse attrezzato (2017)

Ai fini della di una corretta caratterizzazione del nuovo asse viario in oggetto è stata concepita una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) che consta delle seguenti indagini:

- n. 3 sondaggi geognostici verticali (sigla L0, L3, L4) spinti a profondità massima di 35m, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, prove d'acqua Lefranc e prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali; i sondaggi sono stati completati mediante installazione di tubi piezometrici e/o celle casagrande;
- n. 5 pozzetti esplorativi superficiali (PZ-Lxx) spinti a profondità massima di 3,80m da p.c., con esecuzione di prove di carico su piastra, prove di densità e prelievo di campioni rimaneggiati ed ambientali;
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi; si è trattato di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti) e prove meccaniche (triassiali, edometri e tagli);
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi e nei pozzetti superficiali.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica, dall'ingegnere responsabile dell' ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

Per le risultanze delle indagini ambientali si rimanda agli specifici elaborati AMB-MAM.

Indagini geognostiche Passante (2017-2018)

Al fine di affinare il modello geologico-geotecnico dell'area di intervento è stata realizzata una apposita campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) che viene di seguito sintetizzata:

- n. 10 sondaggi geognostici verticali (sigla PBxx) eseguiti a carotaggio continuo, spinti a profondità massima di 50 m, con esecuzione di prove in foro tipo SPT, prove d'acqua Lefranc e prelievo di campioni indisturbati, rimaneggiati ed ambientali; i sondaggi sono stati completati mediante installazione di tubi piezometrici e/o celle casagrande;
- n. 9 pozzetti esplorativi superficiali (PZ-lxx) spinti a profondità massima di 4 m, con esecuzione di prove di carico su piastra, prove di densità e prelievo di campioni;
- n. 5 prove penetrometriche statiche (CPTUx) spinte a profondità massima di 38,5 m, di cui 2 prove con esecuzione di pre-foro (PVC cementato);
- Prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi geognostici e dai pozzetti esplorativi; si è trattato di prove di caratterizzazione fisica (granulometrie e limiti), prove meccaniche (triassiali, edometri e tagli);
- Prove chimiche ambientali (analisi chimiche di laboratorio) eseguite su campioni di terreno prelevati nei sondaggi.

Le indagini geognostiche sono state eseguite, come previsto dalla norma vigente, sulla base di un progetto redatto in maniera multidisciplinare dalla figure indicate qui di seguito: dal geologo responsabile dell'ufficio geologia (GEO) per quanto riguarda la componente geologica, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio opere all'aperto (APE) per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle terre, dall'ingegnere responsabile dell'ufficio idraulica (IDR) per quanto riguarda l'idrologia sotterranea e dall'ingegnere responsabile del monitoraggio ambientale (MAM) per quanto riguarda la caratterizzazione chimica delle acque e delle terre da scavo.

Per le risultanze delle indagini ambientali si rimanda agli specifici elaborati identificabili mediante l'acronimo AMB-MAM.

5.3 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Nell'ambito del presente capitolo si descrivono, procedendo dall'inizio alla fine dell'intervento lungo l'asse del Passante, gli elementi geologici-geomorfologici riferiti alle diverse sezioni di tracciato.

I litotipi distinti nell'ambito del profilo geologico sono tre (suddivisi in funzione della composizione granulometrica prevalente):

- argille e/o limi prevalenti (terreni prettamente coesivi)
- sabbie, sabbie limose, sabbie limoso-argillose (terreni sabbiosi con contenuto di matrice fine variabile)
- ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose (terreni prettamente granulari)

Queste "macrocategorie" sono rappresentative dal punto di vista del modello del sottosuolo della pianura bolognese, poiché la composizione granulometrica dei terreni varia notevolmente anche per piccoli intervalli e non consente la definizione di categorie più specifiche che genererebbero una moltitudine di partizioni non significative. Nonostante queste semplificazioni, a causa della natura fortemente eteropica dei depositi cartografati, la forma e l'estensione delle lenti di materiale riportate in profilo longitudinale deve essere assunta come verosimile ma non come l'unica possibile.

L'intero tracciato si sviluppa sui terreni afferenti al subsistema di Ravenna (AES8) ed all'Unità di Modena (AES8a), che è contenuta in AES8 con limiti non conformi e che ne costituisce il tetto stratigrafico. Si rammenta che, come già specificato in precedenza, la differenziazione su base pedologica ed archeologica di AES8a con il sottostante Subsistema AES8 non ha in generale un riscontro di tipo litotecnico; inoltre lo spessore indicato nei documenti CARG per l'Unità di Modena è di alcuni metri (sempre inferiore a 10m), pertanto non correlabili direttamente con variazioni delle caratteristiche litotecniche riscontrabili a profondità maggiori. Per questi motivi non si è ritenuto opportuno evidenziare tale differenziazione nell'ambito del profilo geologico di progetto ma si è riportata una distinzione tra corpi a diversa granulometria, aspetto che assume grande importanza dal punto di vista geotecnico.

Viceversa, ad una profondità nell'ordine dei 10-15m dal piano campagna si ipotizza il passaggio a depositi riconducibili al Subsistema di Villa Verucchio (AES7), che a sua volta risultano sovrapposti al Subsistema di Bazzano (AES6). Per la descrizione litostratigrafica dei terreni attraversati si rimanda alle stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti raccolti negli specifici elaborati allegati al presente progetto.

Da inizio intervento fino alla progr. Km 11+000 c.a.

Da inizio intervento fino alla progr. 9+100 c.a. i terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti alla classe granulometrica prevalentemente coesiva, cioè a depositi costituiti principalmente da argille e limi; si tratta perciò di terreni compressibili all'interno dei quali è frequente il ritrovamento di materiale organico e di residui carboniosi. A profondità maggiori i sondaggi geognostici ed i pozzi RER evidenziano la presenza di un orizzonte più grossolano (sabbie con ghiaia/ghiaiose e ghiaie prevalenti) dello spessore anche superiore ai 50m. In questo ambito ricade l'ampliamento del viadotto di interconnessione dell'Autostrada A1.

Dalla progr. 9+100 c.a. fino alla progr. 10+100 c.a. i terreni attraversati risultano, sia superficialmente che in profondità, prevalentemente granulari: si tratta evidentemente di depositi correlabili all'attività deposizionale del Fiume Reno. In questo ambito ricade l'ampliamento del sottovia di Via Triumvirato e del viadotto sul Reno (spalla Nord).

Dalla progr. 10+100 c.a. fino alla progr. 11+000 c.a. i terreni attraversati nel primo sottosuolo risultano appartenenti a depositi coesivi. In questo ambito ricade l'ampliamento del viadotto sul Reno (spalla Sud) e di due sottovia (via Agucchi, via Zanardi).

Si evidenzia che, in corrispondenza del Viadotto Autostradale sul F. Reno esistente, sono presenti estese aree di riporto (in parte dovute evidentemente alla costruzione del viadotto stesso) recentemente soggette a rimodellazione (attività della cava di inerte, a oggi chiusa, e lavori per la monorotaia "Peole Mover"), con cospicui accumuli di materiale antropico. Tali depositi vengono inoltre costantemente rielaborati dalle alluvioni di piena del Fiume stesso.

Dal punto di vista geomorfologico, la carreggiata sud dalla progr. 9+300 c.a. alla progr. 9+700 c.a. si affianca ad una vasta area di cava ritombata, mentre la carreggiata nord si trova nei pressi di un ampio settore depresso sempre riferibile ad una ex cava. Inoltre, dalla progr. 10+200 alla progr. 10+400 il tracciato interferisce direttamente con un'area ritombata (vedi i pozzetti della serie PZ-L). Nei pressi del Viadotto sul Reno, si ricorda quanto descritto nel capitolo geomorfologico, cioè la presenza di fenomeni erosionali con scalzamento al piede delle scarpate fluviali (erosione di sponda), l'approfondimento dell'alveo (erosione di fondo) con conseguente scalzamento al piede delle pile in alveo del viadotto stesso e la presenza di fenomeni di ruscellamento concentrato al di sotto dell'impalcato, che danno origine ad erosioni superficiali attive profonde fino a qualche decimetro.

Dalla progr. Km 11+000 c.a. alla prog. Km 14+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto registra un aumento, all'interno degli estesi corpi granulari, dei livelli fini e compressibili (granulometria limoso - argillosa prevalentemente), ciò anche in profondità. In questo ambito ricade l'ampliamento del viadotto Navile-Battiferro ed il rifacimento di

alcuni cavalcavia stradali/ferroviari (via Benazza, linea Bologna-Verona, linea Bologna-Padova, via Colombo).

Dal km 13+200 c.a. alla fine del tratto considerato risulta superficialmente presente, in eteropia con i depositi coesivi, un livello di sabbia limoso-argillosa dello spessore di 5-10m. In questo ambito è previsto il prolungamento di tre sottovia (via Erbosa, dell'Arcoveggio, via di Corticella).

Dal punto di vista geomorfologico il tracciato, dalla progr. 12+500 c.a. alla progr. 13+200 c.a., interferisce con una vasta area di cava di argilla ritombata, peraltro in corrispondenza degli ultimi 150 m il tratto risulta morfologicamente depresso.

Dalla progr. Km 14+000 c.a. alla prog. Km 16+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto risulta prevalentemente caratterizzato, sia superficialmente che in profondità, da depositi compressibili (granulometria prevalentemente di natura limoso - argillosa), ai quali si interpongono lenti di sabbie/sabbie limose e di ghiaie. In questo ambito è previsto il prolungamento di una serie di sottovia (Svincolo A13/Arcoveggio, via Ferrarese, via Zambellini, via Zambecari).

Dalla progr. Km 16+000 c.a. alla prog. Km 19+000 c.a.

Dal punto di vista granulometrico il tratto in oggetto risulta caratterizzato, sia superficialmente che in profondità, da prevalenti depositi compressibili (granulometria prevalentemente di natura limoso - argillosa), ai quali si interpongono lenti di vario spessore di sabbie/sabbie limoso - argillose e lenti prevalentemente ghiaiose. Nei primi 900 m del tratto considerato dominano i depositi compressibili (in questo ambito è previsto il rifacimento del cavalcavia di V.le Europa); si osserva in profondità un aumento della componente granulare mano a mano che si procede verso la fine del tratto in oggetto: in questo ambito è previsto il rifacimento di una serie di cavalcavia (via San Donato, via del Terrapieno), il prolungamento di due sottovia (diramazione via Scandellara, via Scandellara) e la realizzazione della nuova galleria con sistemazione a verde "San Donnino" (L=440m), a cui segue la realizzazione di una galleria fonica (L=103m) .

Dalla progr. Km 19+000 c.a. alla prog. Km 20+000 c.a.

In questa tratta il terreno attraversato è caratterizzato, al di sotto di 5-6m di terreno compressibile, da un cospicuo e continuo corpo di materiale granulare (spessore anche di 20m) costituito da prevalenti ghiaie sabbiose con ciottoli. Al di sotto di questo corpo granulare si rinvencono altri depositi prevalentemente argilloso-limosi. In questo ambito è previsto l'ampliamento del viadotto di via Masserenti ed il prolungamento di due sottovia (via Rivani, via Due Madonne), nonché la realizzazione della nuova galleria fonica "Croce del Biacco".

Dalla progr. Km 20+000 c.a. a fine intervento

Nell'ambito di quest'ultima porzione di tracciato il corpo granulare descritto nel precedente settore si assottiglia di spessore (6-10m c.a.), risultando comunque confinato da terreni in cui le argille sono prevalenti. Inoltre, sono state rinvenute alcune lenti di sabbia/sabbia limosa e sabbia argillosa a varie profondità.

In questo ambito è previsto il prolungamento di una serie di sottovia (Opera Idraulica, via Vighi, S. Lazzaro) e l'ampliamento del Ponte sul fiume Savena.

Dalla progr. 20+350 c.a. alla progr. 20+600 c.a. il tracciato interferisce con un'area di cava di argilla ritombata morfologicamente depressa, l'ex cava che prosegue a tergo della carreggiata Sud fino alla progr. 21+350 c.a.; dalla progr. Km 20+900 fin quasi a ridosso del Torrente Savena si osserva altresì la presenza di un rilievo collinare antropico connesso ad una discarica di rifiuti solidi urbani a oggi ripristinata dal punto di vista paesaggistico. L'accumulo del materiale antropico di rifiuto (attraversato dal sondaggio PB28 per c.a. 7m) si appoggia sopra c.a. 3m di argilla limosa.

Pertanto, dai dati a disposizione, lungo il profilo (realizzato 35m a sinistra dell'asse di tracciamento della Tangenziale Nord, quindi in carreggiata opposta rispetto alla discarica) si ipotizza la presenza di terreni prevalentemente coesivi passanti intorno ai 10m a ghiaie in matrice sabbiosa e, dai 15m c.a., ad argille.

Si evidenzia infine la presenza, al di sotto dell'impalcato del ponte sul Fiume Savena, di fenomeni di ruscellamento concentrato.

La superficie piezometrica

La morfologia della superficie piezometrica della prima falda, ricostruita sulla base delle misure effettuate nel periodo agosto/settembre 2020, è rappresentata nelle specifiche tavole idrogeologiche unitamente alla superficie piezometrica ricostruita sulla base dei dati registrati nel periodo settembre/ottobre 2016. Risulta opportuno puntualizzare che non si tratta della "falda di progetto", la quale deve essere definita dal punto di vista ingegneristico tenendo conto sia delle caratteristiche delle opere progettate (il livello considerato deve tener conto di un adeguato fattore di sicurezza) sia delle escursioni stagionali della falda, sia di una verosimile cautela nei confronti del trend degli innalzamenti/abbassamenti (il livello considerato dipende dalla vulnerabilità dell'opera in questione). La ricostruzione dell'andamento della tavola d'acqua è stata effettuata con l'ausilio di software dedicati per l'analisi spaziale dei dati (geostatistica), basati sul metodo di regressione kriging, che permette di interpolare grandezze nello spazio minimizzando l'errore quadratico medio.

L'esame delle letture piezometriche, eseguite all'interno dei fori di sondaggio ha portato all'individuazione di due falde distinte e sovrapposte (si veda il profilo idrogeologico):

- falda superficiale principale;
- falda superficiale a carattere locale.

La profondità media della falda più superficiale, espressione del complesso dei corpi acquiferi situati all'interno dei depositi detritici e detritico-alluvionali prevalentemente ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi a permeabilità molto elevata (zona Reno e Savena sopra descritte), oscilla mediamente tra i 15÷20 m dal p.c. con quote piezometriche comprese tra un massimo di 40 m s.l.m. registrate nei quadranti orientali e quote minime di 15 m s.l.m. registrate nella zona aeroportuale. Il gradiente idraulico medio si attesta sul 4÷5 ‰.

Come evidenziato, tra le pk 13+800 e 17+400 circa, cioè in corrispondenza delle verticali di indagine PB19 e PB20, è stato riscontrato che i livelli di falda dei complessi acquiferi A1 e A0 risultano situati a quote comparabili. Si ipotizza la presenza di un acquifero costituito da corpi semipermeabili variamente articolati e poco isolati sia arealmente che verticalmente.

Nelle zone a bassa permeabilità globale si collocano, invece, filtrazioni idriche localizzate nei depositi isolati più marcatamente granulari, posti all'interno dell'ammasso prevalentemente limoso-argilloso che, correlate, restituiscono una superficie piezometrica che oscilla intorno ai 5÷20 m dal p.c., con una quota piezometrica variabile tra i 30 e i 40 m s.l.m.

Le falde sono captate da numerosi pozzi, sia pubblici che privati e con vari utilizzi (potabile, agricolo ed industriale); tali emungimenti perturbano l'andamento della tavola d'acqua in vari settori. Si ricorda inoltre che per la ricostruzione della superficie piezometrica non è stato considerato il livello piezometrico dinamico misurato in tali pozzi. Ad ogni buon conto, le aree a maggior depressione piezometrica risultano localizzate in corrispondenza delle maggiori centrali di pompaggio (aeroporto e campo pozzi HERA "Tiro al Segno"); tale fenomeno è da attribuirsi essenzialmente al disequilibrio causato dagli emungimenti in rapporto alla possibilità di ricarica.

L'andamento della falda superficiale principale, da inizio intervento ad appena oltre il Fiume Reno, è caratterizzato da un innalzamento del gradiente piezometrico, ciò probabilmente legato alla presenza del passaggio litologico tra gli acquiferi ghiaiosi del Reno e gli acquiferi sabbiosi e limosi dell'interconoide. Infatti, esiste una notevole coincidenza tra la posizione geografica di questa struttura idrogeologica ed il limite tra interconoide e Reno. Nell'area di progetto più a est, infatti, la falda si sviluppa maggiormente in acquiferi sabbioso-limosi e in depositi fini (argille e argille-limose) passanti nuovamente, verso est, ad acquiferi sabbioso-ghiaiosi del Savena.

Sulla base dei dati piezometrici a oggi disponibili (serie di misure tra 13,6m e 16,0m da p.c. registrate nel tempo nel piezometro PB5 realizzato appena ad ovest del corso d'acqua) appare non evidente il fenomeno di alimentazione della falda da parte del Fiume Reno in quanto probabilmente

sovrapposto al forte richiamo d'acqua dei campi pozzi ubicati nelle vicinanze (si veda la depressione piezometrica riportata in planimetria idrogeologica nei pressi del campo pozzi "Tiro a segno").

Inoltre, appare probabile la presenza di una zona di ricarica coincidente con l'attuale corso del Savena abbandonato, parzialmente obliterata dall'interferenza operata dall'alto piezometrico posto nel settore a ovest di Bologna in corrispondenza dell'intersezione tra l'opera in progetto e l'alveo del fiume Savena attuale. Le zone di ricarica principale degli acquiferi coincidono con i settori di apice delle conoidi e con le dispersioni in alveo da parte dei maggiori corsi d'acqua.

Come anticipato, lungo alcune tratte del profilo idrogeologico è stato possibile correlare i dati piezometrici disponibili ipotizzando la presenza di una falda locale ancora più superficiale, evidentemente legata alla presenza di sedimenti limo-argillosi che hanno determinato locali innalzamenti dell'acquifero; in particolare i tratti sono i seguenti:

- tra progr. km 11+100 c.a. e 12+000 c.a.;
- tra progr. km 13+700 c.a. e 15+450 c.a., in cui ricadono i prolungamenti dei sottovia di Via di Corticella, degli svincoli A13/Arcoveggio, di Via Ferrarese, di Via Zambellini e di Via Zambeccari;
- tra progr. km 16+900 c.a. e 19+350 c.a., in cui ricadono i prolungamenti dei sottovia di Via Scandellara e del sottovia di Via Masserenti, la realizzazione della nuova galleria con sistemazione a verde "San Donnino" e successiva nuova galleria fonica;
- tra progr. km 20+550 c.a. e 21+700 c.a., in cui ricadono i prolungamenti dei sottovia di Via Vighi e del sottovia di S. Lazzaro, nonché l'ampliamento del Ponte sul Fiume Savena.

Si sottolinea, ai fini progettuali, che l'andamento della superficie piezometrica proposta è, per quanto accurata, il risultato di una interpolazione statistica sviluppata a partire da dati puntuali e, come tali, discontinui. Si sottolinea, inoltre, che la quota piezometrica tracciata in sezione, laddove non fossero presenti misure dirette dei livelli di falda lungo il profilo delle opere in progetto, deriva dalla interpolazione lineare delle quote piezometriche più vicine identificate sul modello statistico elaborato.

Si ribadisce, inoltre, l'esistenza di un forte legame tra l'escursione nel tempo della falda e le situazioni al contorno come la variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi, ad es. connesso ad un cambio d'uso del territorio con conseguente sostanziale diminuzione dei pompaggi. Tale scenario potrebbe perciò ridurre ulteriormente le soggiacenze.

6 GEOTECNICA

6.1 INTRODUZIONE

Nel presente capitolo vengono esaminati gli aspetti geotecnici del progetto preliminare delle opere di ampliamento della tangenziale di Bologna. Si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica effettuata nell'ambito della progettazione esecutiva del potenziamento del nodo di Bologna del 2004.

6.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione geotecnica delle opere, progettazione definitiva e successivi approfondimenti per esecutivo, avverrà conformemente alle prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 (NTC).

6.3 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETA' MECCANICHE

Sulla base della caratterizzazione geotecnica condotta nell'ambito del progetto esecutivo di lavori di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna, è possibile distinguere:

- la formazione superiore (Unità geotecnica "A"), presente a partire da piano campagna in spessori variabili da pochi metri sino a 40 m di profondità, costituita prevalentemente da argille e limi debolmente sabbiosi a consistenza da soffice a media; in alcuni tratti lungo il tracciato la percentuale di sabbia aumenta fino a diventare la componente prevalente;
- la formazione di base (Unità geotecnica "B"), costituita da ghiaie e ghiaietto in matrice sabbiosa/limosa; il terreno costituente la formazione si presenta molto addensato e i valori di NSPT risultano frequentemente "a rifiuto".

Attualmente è in fase di esecuzione una campagna geognostica al fine di confermare le caratteristiche dei materiali presenti in corrispondenza dei singoli interventi e i rapporti stratigrafici locali e le caratteristiche dinamiche dei terreni ai fini della classificazione sismica (NTC208). Le fondazioni previste per le opere maggiori sono di tipo profondo costituite da pali trivellati il cui diametro e lunghezza saranno stabiliti con maggiore dettaglio a valle della campagna geognostica. In alcuni tratti, nella formazione superiore sono presenti intercalazioni di lenti di ghiaia molto addensata, che si presentano con spessori massimi dell'ordine di 6-8 m.

Pur con qualche indeterminatezza, legata alla definizione dell'estensione trasversale e degli spessori delle lenti superficiali o profonde di ghiaia molto addensata, è possibile individuare, lungo il tracciato oggetto dell'ampliamento, dei tratti che risultano omogenei per sequenza stratigrafica; la Tabella 6-1

illustra sinteticamente le stratigrafie individuate e riportate nel dettaglio nei profili longitudinali allegati al progetto.

Da progressiva	A progressiva	Note Stratigrafia
km 8+900	km 10+200	Le ghiaie addensate della formazione B sono pressoché affioranti, è presente un riporto dello spessore di circa 2 ÷ 3 m da p.c..
km 10+200	km 11+000	Lo spessore della formazione A in questo tratto ha uno spessore medio di circa 4 metri a partire dal p.c.; al di sotto è presente la formazione B
km 11+000	km 12+300	Lo spessore della coltre superficiale A passa da circa 5 m ai 18÷20m dal piano campagna; al di sotto è presente la formazione B.
km 12+300	km 13+100	lo spessore della coltre superficiale A è dell'ordine di 18 ÷ 20m; tra le profondità di $\cong 10$ e $\cong 16$ m da p.c. è presente un livello di ghiaie molto addensate
km 13+100	km 14+160 (sondaggio S60)	lo spessore della formazione A varia da 15 a 20 m da p.c.; al di sotto la formazione B
km 14+160	km 14+700	lo spessore della coltre superficiale A è dell'ordine di 40 m da p.c.
km 14+700	km 15+570 (sondaggio S3B)	lo spessore della coltre superficiale A è presumibilmente superiore a 40 m da p.c.; tra le profondità di $\cong 10$ e $\cong 18$ m da p.c. è presente un livello di ghiaie molto addensate.
km 15+570	km 17+500	lo spessore della coltre superficiale A è presumibilmente superiore a 40 m da p.c
km 17+500	km 18+500	lo spessore della coltre superficiale tende a diminuire dai $\cong 40$ m da p.c. nel tratto iniziale sino ai $\cong 30$ m nel tratto finale.
km 18+500	km 19+300	lo spessore della coltre superficiale è dell'ordine di 25÷30 m da p.c.; tra le profondità di $\cong 8$ e $\cong 16$ m da p.c. è presente un livello di ghiaie molto addensate.
km 19+300	km 20+000	lo spessore della formazione superficiale varia da 5 a 8 m da p.c.; al di sotto si estende uno strato di sabbie molto addensate con spessori di 20-25 m
km 20+000	km 22+300	lo spessore della formazione superficiale varia da 5 a 15 m da p.c.; al di sotto della formazione A si incontra uno strato di ghiaie dello spessore di $\cong 8-12$ m.

Tabella 6-1 – Stratigrafie di riferimento per tratti omogenei lungo il tracciato.

Dall'esame dei risultati delle indagini pregresse è risultata evidente l'utilità delle prove penetrometriche statiche ai fini della caratterizzazione delle coltri superficiali e delle verticali di indagine, caratterizzate sino a 30-40 m di profondità da una fitta alternanza dei livelli granulari e livelli coesivi, come ad esempio nel tratto compreso fra le progressive km 14+000 e km 18+500.

Come risulta dal profilo stratigrafico-geotecnico i livelli di falda sono generalmente profondi, oltre 10 m da p.c., e solo tra la progr. km 13+500 e progr. km 15+500 la falda è prossima al piano campagna. I parametri caratteristici individuati sono riportati nel seguito.

Unità Geotecnica "A" (argilli e limi debolmente sabbiosi)

Peso naturale	(γ)	=	19	kN/mc
Coesione drenata	(c')	=	0	kPa
Angolo di resistenza al taglio drenato	(φ')	=	26÷28	(°)
Coesione non drenata	(c_u)	=	50÷100	(kPa)
Modulo elastico drenato	(E)	=	5÷8	(MPa)
Modulo elastico non drenato	(E_u)	=	20÷25	(MPa)
Resistenza alla punta in prove CPT	(q_c)	=	1÷2	(MPa)

Unità Geotecnica "B" (sabbie e ghiaie)

Peso naturale	(γ)	=	20	kN/mc
Coesione drenata	(c')	=	0	kPa
Angolo di resistenza al taglio drenato	(φ')	=	35÷38	(°)
Densità relativa	(D_R)	=	60÷80	(%)
Modulo elastico drenato	(E)	=	40÷50	(MPa)
Resistenza alla punta in prove SPT	(N)	=	30÷Rifiuto	(colpi/piede)

7 IDROLOGIA E IDRAULICA

7.1 GENERALITA'

Nell'ambito del Progetto Definitivo di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra borgo Panigale e San Lazzaro, tra la progressiva Km 8+750 (inizio intervento) e la progressiva Km 22+100 (fine intervento), viene effettuata un'analisi degli elementi idrologici ed idraulici principali.

Il progetto conterrà quindi aspetti legati alla risoluzione delle interferenze e la progettazione del drenaggio stradale. Nel presente capitolo, pertanto, si individuano il reticolo idrografico interferente, le metodologie idrologiche e le tipologie d'intervento da applicare nella progettazione delle sistemazioni idrauliche e del sistema drenante di piattaforma.

7.2 IDROGRAFIA

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.

Il reticolo idrografico naturale è costituito principalmente dal Fiume Reno, dal torrente Savena e dal Canale Navile-Savena Abbandonato. Per tutte le interferenze è previsto un attraversamento tramite ponti o viadotti.

Il regime idraulico del Reno e del Savena è quello di un'asta naturale, soggetta alla zonizzazione dell'Autorità di Bacino (fasce PAI) del fiume Reno.

7.3 IDROLOGIA

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 in Figura 2, per le quali valgono i valori dei parametri della curva di crescita riportati nella Tabella 1.

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

Figura 2: Zone omogenee con riferimento regime di frequenza delle piogge intense.

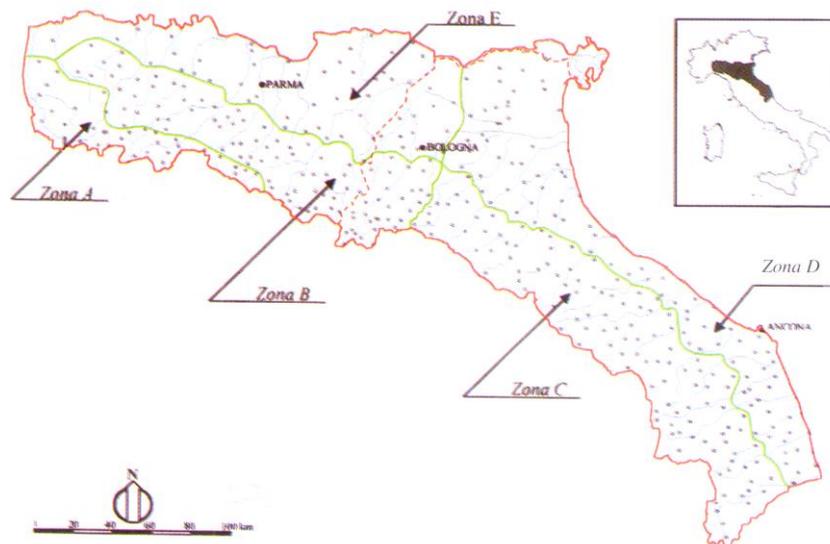


Tabella 1: Parametri delle curve di crescita relative al modello TCEV per le varie durate

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 \geq 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 \geq 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 \geq 12 ore ed 1

La curva di crescita si ricava invertendo l'espressione (3.1) scritta in funzione del tempo di ritorno, mentre la pioggia indice viene calcolata mediante la (3.2):

$$P(x) = \exp \left[- \lambda_1 \exp(-x \eta) - \lambda \lambda_1^{1/\theta} \exp(-x \eta / \theta) \right] \quad (3.1)$$

$$\mu = m_1 \cdot d \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)} \quad (3.2)$$

$m(h24)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione di durata d(24 ore);

m_G = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;

m_1 = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;

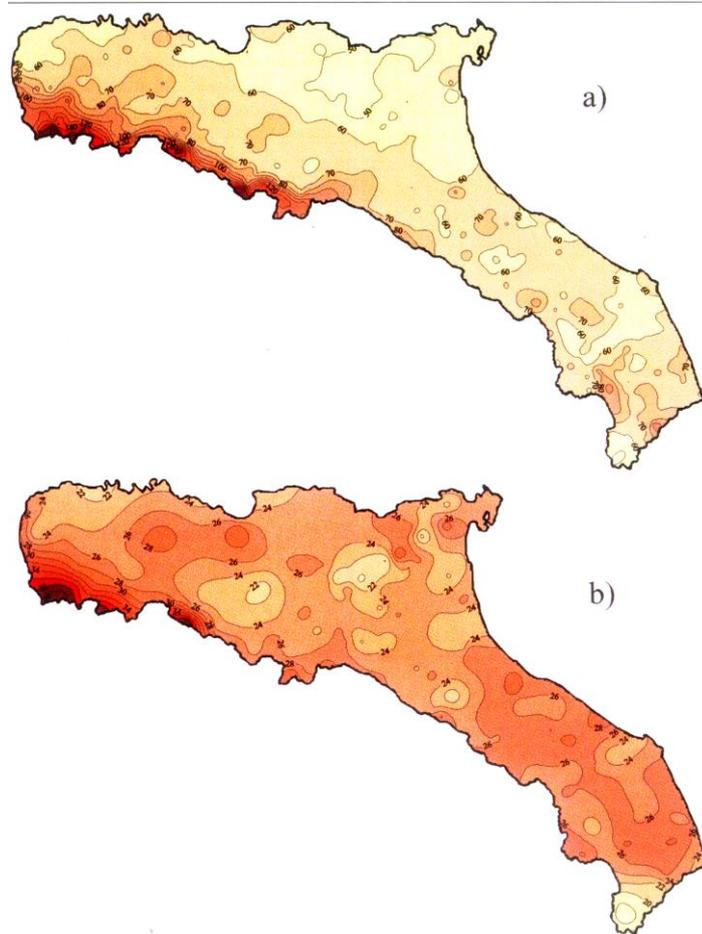
$\gamma = m_G / m(h24) = 0.89$ nella regione esaminata.

Per la determinazione dei parametri m_1 e m_G si fa riferimento alle isolinee riportate in Figura 3.

In conclusione, si ricava che il parametro a delle LSPP è pari al prodotto del coefficiente m_1 per la curva di crescita, mentre il parametro n è pari a:

$$n = \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)} \quad (3.3)$$

Figura 3: Isolinee delle altezze medie di pioggia massime annuali della durata di 1 giorno (a) e 1 ora (b).



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 γ , che, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, assume il valore di 0.89.

Dalle formule sopra riportate, 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.

Tabella 2: 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
0.32

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corrivazione superiori all'ora. Per determinare le leggi di pioggia valide per eventi di breve durata, utilizzate per il dimensionamento del **sistema di drenaggio**, si è 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 3: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R e durate inferiori all'ora

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

n
0.515

7.4 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

La metodologia che si è adottata per la determinazione delle caratteristiche idrologico-idrauliche dei corsi d'acqua d'interesse è la seguente:

- ove l'Autorità di Bacino competente, nell'ambito del PAI o di altro strumento normativo, o altro Ente competente in materia, indica i valori ufficiali delle grandezze idrologico-idrauliche ricercate, o fornisce una metodologia approvata per la loro determinazione, si sono utilizzati tali valori e metodologie ufficiali.
- ove l'Autorità di Bacino competente o altro Ente, non fornisce alcuna indicazione circa la caratterizzazione idrologico-idraulica dei corsi d'acqua d'interesse, le grandezze di riferimento sono state calcolate utilizzando i metodi dell'idrologia classica desunti dalla letteratura specifica.
- in accordo con l'Autorità di Bacino competente, ove non è possibile determinare le portate con i metodi dell'idrologia classica a causa della complessità del reticolo, è stata determinata una portata compatibile, cioè la massima portata transitabile all'interno del corso d'acqua in esame.

Interferenze idrografiche principali

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche principali, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale nonché l'Ente competente per territorio:

Tabella 4.: Interferenze idrografiche principali

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento [Km]	Ente competente
Fiume Reno	9+900	Autorità di Bacino del Fiume Reno
Canale Navile - Battiferro	13+000	Autorità di Bacino del Fiume Reno
Torrente Savena	21+330	Autorità di Bacino del Fiume Reno

Gli interventi in progetto prevedono, per l'attraversamento del fiume Reno, la realizzazione di due nuovi viadotti distinti e la conseguente sistemazione del corrispondente tratto fluviale. Questi due nuovi viadotti saranno sorretti da una serie di pile con un ingombro minore rispetto l'attuale che ricadranno in parte all'interno della golena laterale esistente ed in parte nell'alveo di magra del Reno. Per il superamento del Canale Navile – Battiferro è previsto l'adeguamento degli impalcati esistenti. Infine per l'attraversamento del torrente Savena è prevista la costruzione di un nuovo ponte di luce maggiore rispetto all'esistente.

Ogni intervento sarà realizzato in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e sarà finalizzato a non incrementare l'attuale grado di rischio.

Interferenze idrografiche secondarie

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche secondarie e la progressiva relativa all'attraversamento autostradale nonché il Consorzio di Bonifica competente per territorio:

Tabella 5.: Interferenze idrografiche principali

Corso d'acqua	Progressiva attraversamento [Km]	Ente competente
Canale Ghisiliera	11+330	Consorzio della Chiusa di Casalecchio e del Canale di Reno
Canale Savena Abbandonato	15+750	Autorità di Bacino del Fiume Reno
Rio Zinella	21+832	Autorità di Bacino del Fiume Reno

I manufatti di attraversamento (ponticelli, scatolari) verranno ampliati a seconda dei casi in modo simmetrico o asimmetrico. Gli ampliamenti saranno realizzati in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare il rischio idraulico.

Si specifica che, per quanto riguarda il Savena Abbandonato, la tratta oggetto di intervento non è presa in considerazione nel Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino; in questo tratto infatti il corso d'acqua ha la sola funzione di colatore fognario delle aree urbane limitrofe.

Interventi di sistemazione idraulica

L'ampliamento dei manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), posti sui corsi d'acqua principali e secondari, 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 tre tipologie principali:

- A. ricalibratura dell'alveo e sistemazione del fondo e delle sponde mediante scogliere in massi di cava di opportuna pezzatura eventualmente rinverditi;
- B. ricalibratura dell'alveo e rivestimento di fondo e sponde mediante gabbioni e/o materassi eventualmente rinverditi;
- C. risezionamento dell'alveo in terra ed inerbimento delle sponde mediante idrosemina.

7.5 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.

Requisiti prestazionali

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;
- garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di 500m³/(ha) di nuova superficie impermeabilizzata;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso 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 gli embrici, le cunette triangolari, le canalette 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 sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi inerbiti e rivestiti) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente e possono essere diretti o presidiati.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. La sezione corrente dell'infrastruttura si divide, 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).

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio (marginale o centrale) e della sezione corrente dell'infrastruttura, secondo lo schema riportato nella seguente tabella; tale schematizzazione resta, comunque, passibile di modifiche laddove esigenze locali del sistema di drenaggio, dell'infrastruttura o dei recapiti le dovessero richiedere.

Tipo di drenaggio	Sezione autostradale	Elemento di drenaggio
centrale	trincea / rilevato	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
marginale	trincea	canaletta triangolare con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
	rilevato	embrici con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede e recapito finale nel reticolo con o senza presidio
	rilevato con barriera fonoassorbente	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nel fosso al piede mediante pozzetto e recapito nel reticolo con o senza presidio
	rilevato con muro di sostegno	canaletta grigliata con scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante e scarico finale nel reticolo con o senza presidio
centrale / marginale	galleria fonica L<500m	canaletta o caditoie con griglia carrabile e scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante
	galleria fonica L>500m	caditoie sifonate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante
	viadotto	caditoie grigliate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante

Tutti gli elementi sono stati dimensionati per tempo di ritorno pari a 25 anni.

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche

Per quanto concerne il controllo quantitativo degli scarichi, i fossi sono stati dimensionati in modo da consentire il recupero di 500 mc/ettaro di nuova superficie pavimentata come prescritto dalle Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del fiume Reno.

La laminazione all'interno dei fossi sarà garantita da manufatti terminali di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita. Ove non sarà possibile prevedere fossi al piede dei rilevati (per mancanza di spazio, in trincea, ...) si prevedranno collettori di grandi dimensioni sotto la piattaforma (circolari o scatolari) o vasche dedicate, con manufatti di controllo terminali.

Per quanto riguarda invece il controllo qualitativo degli scarichi, in ottemperanza alla normativa vigente, il sistema di drenaggio autostradale è stato suddiviso in due categorie: sistema aperto e sistema chiuso.

Il sistema di drenaggio che prevede lo scarico dell'acqua di piattaforma nel recettore finale tramite manufatti per il controllo qualitativo dell'acqua dilavante la piattaforma è denominato "sistema chiuso" mentre il sistema di drenaggio che prevede lo scarico libero dell'acqua di piattaforma nel recettore finale, senza l'interposizione di presidi idraulici per il trattamento delle acque meteoriche, è denominato "sistema aperto".

Gli ambiti in cui è previsto il sistema di tipo chiuso (costituito dal fosso che funge da sedimentatore e dal manufatto di controllo che funziona da disoleatore) sono stati definiti come segue:

1. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "*significativi*" e di "*interesse*" inseriti nel PTA;
2. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali sono definiti obiettivi di qualità secondo le Norme del PTA;
3. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali si indicano esigenze di tutela e vincoli stabiliti dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – PTCP);
4. zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura – aree di ricarica (articolo 5.2 delle Norme di Attuazione del PTCP).

Inoltre all'interno delle zone di ricarica delle acque sotterranee il sistema di drenaggio, oltre ad essere chiuso, sarà caratterizzato da fossi rivestiti in cls per impedire l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Secondo il PTA i corsi idrici superficiali significativi risultano essere i seguenti:

- fiume Reno;
- canale Navile – Savena Abbandonato;
- torrente Savena in quanto affluente del torrente Idice.

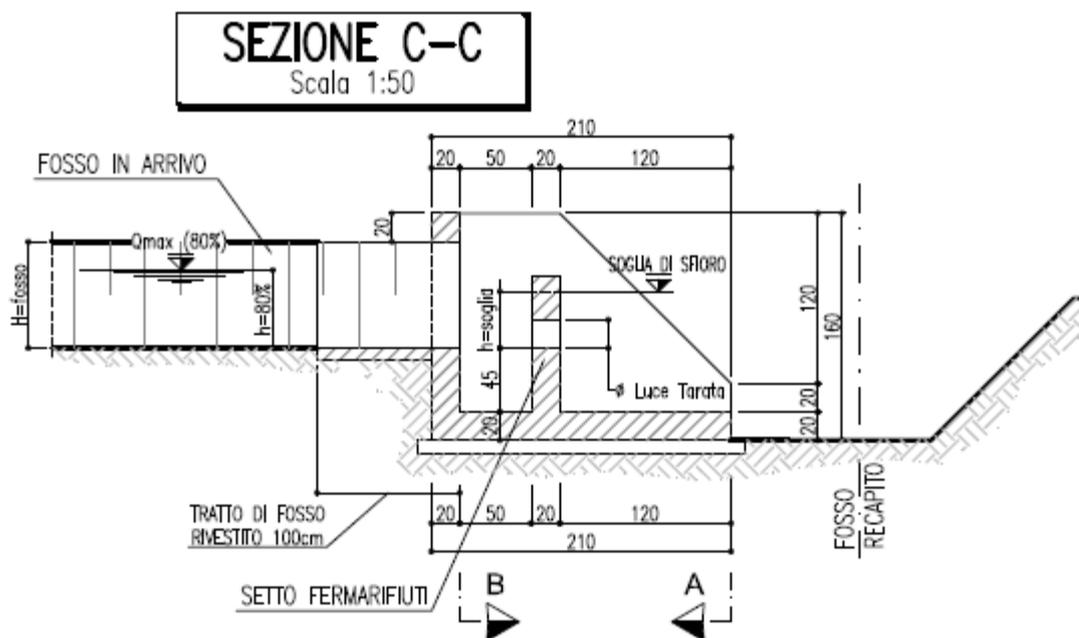
Di seguito si riporta le tratte in cui è previsto il sistema aperto o chiuso e dove verranno realizzati i fossi rivestiti a protezione delle aree di ricarica:

- da inizio intervento (Progr. 8+750) fino alla progressiva 13+190: sistema chiuso con fossi rivestiti (zona di protezione);
- parte centrale dalla progressiva 13+190 alla 17+280: sistema aperto con fossi inerbiti (zona non vincolata) ad esclusione degli scarichi nel Savena Abbandonato in cui il sistema risulta chiuso;

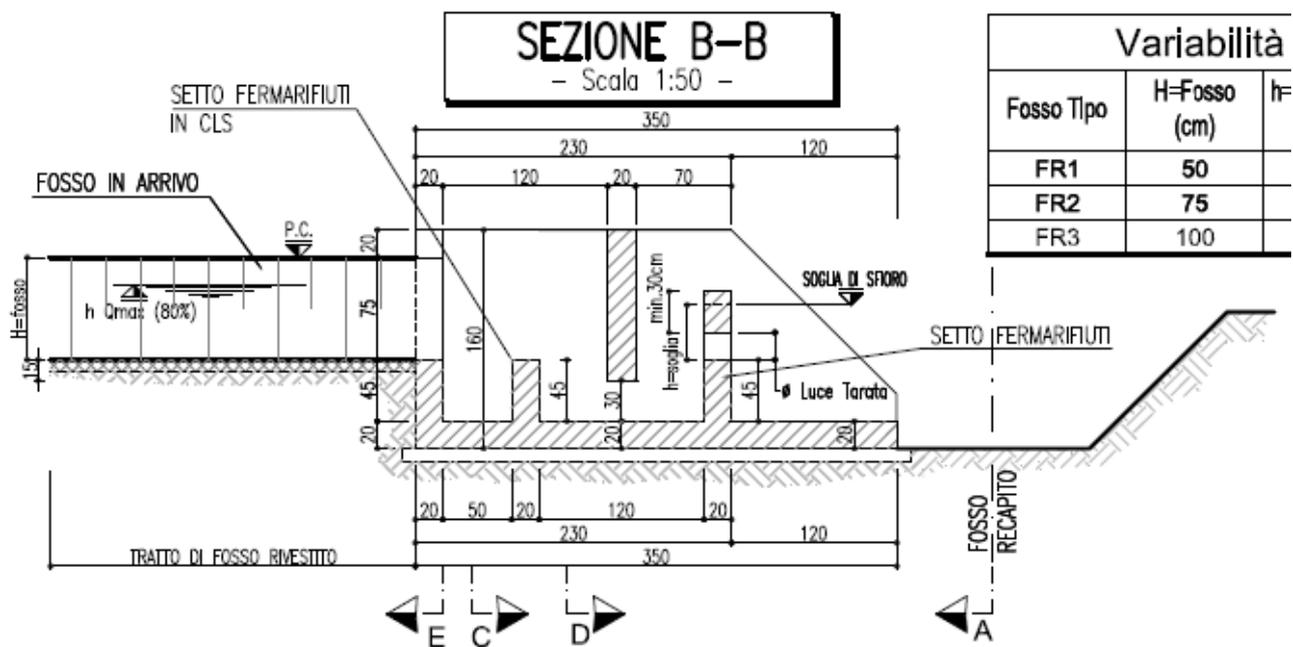
- tratta dalla progressiva 17+280 al ponte sul Savena (prog. 21+330): sistema chiuso con fossi rivestiti (zona di protezione);
- tratta terminale oltre il ponte Savena (prog. 21+330) e sino a fine intervento: sistema chiuso con fossi inerbiti (zona non vincolata). Il sistema di drenaggio risulta chiuso in quanto tutte le acque vengono convogliate al torrente Savena e al Rio Zinella.

Il sistema di drenaggio risulta sempre chiuso ogni qualvolta lo scarico avviene nei recettori idrici principali e secondari.

I manufatti di controllo sopra menzionati potranno essere attrezzati per il solo controllo quantitativo (sistema aperto) o per entrambi gli scopi, effettuando un controllo quali-quantitativo (sistema chiuso); per maggiori dettagli vedi figure seguenti.



Manufatto per il controllo quantitativo



Manufatto per il controllo quali – quantitativo

8 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

8.1 ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

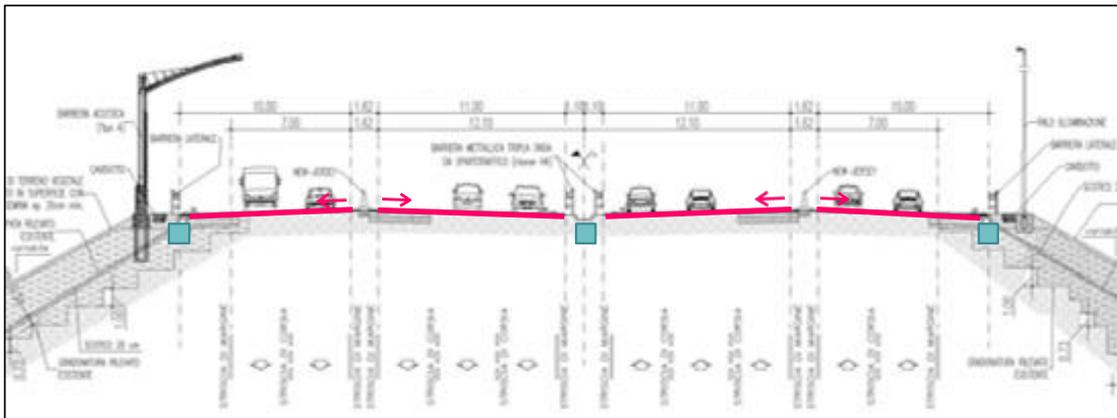
Sezione tipo esistente

La sezione esistente in rettilineo è del tipo ad "ali di gabbiano", ovvero con una pendenza dell'autostrada verso l'interno, generalmente intorno al 2%, e con una pendenza delle complanari verso l'esterno, pari all'incirca al 2.5%.

La piattaforma pavimentata del sistema ha una larghezza complessiva pari a circa 47.4 m, così organizzata:

- A14: 3 corsie da 3.50 m per senso di marcia
- Margine interno A14: variabile, con un minimo di 3.20 m
- Complanari: 2 corsie 3.50 m + emergenza 3.00 m per senso di marcia
- Spartitraffico + banchina complanare: 1.60 m per senso di marcia

SEZIONE TIPO ESISTENTE IN RETTIFILO



Sezione tipo autostrada esistente in rettilineo

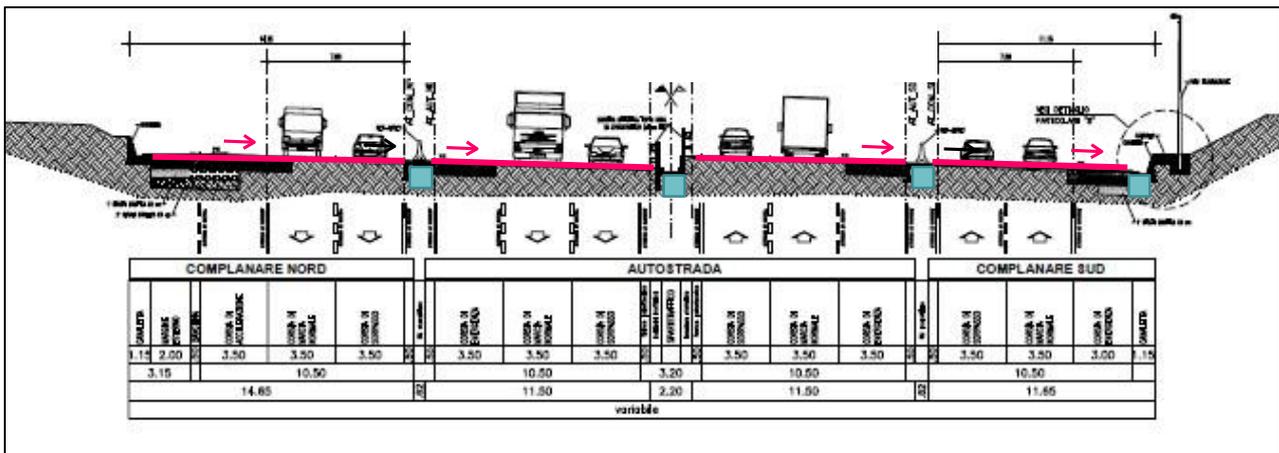
Tale configurazione viene mantenuta anche sulle opere d'arte.

La raccolta dell'acqua di piattaforma, separata tra le due sedi, avviene in spartitraffico per l'A14 e al bordo laterale per le complanari.

Nei tratti in rettilineo dunque, l'eventuale aumento della larghezza delle corsie di marcia sull'A14, o comunque un intervento di adeguamento delle pendenze trasversali risulterebbe estremamente impattante in termini realizzativi e di interferenze sul traffico poiché implicherebbe:

- l'adeguamento del sistema di smaltimento centrale delle acque di piattaforma (alla canaletta in spartitraffico convergerebbero infatti le eventuali corsie aggiuntive);
- la ricostruzione delle opere d'arte relative alle complanari, per realizzare le variazioni di pendenza trasversale;
- l'adeguamento dei di franchi altimetrici in corrispondenza degli attraversamenti.

SEZIONE TIPO ESISTENTE IN CURVA



Sezione tipo autostrada esistente in curva

In curva la sezione presenta pendenza unica con sistema di smaltimento delle acque indipendente tra A14 e complanare. La raccolta dell'acqua di piattaforma, separata tra le due sedi, avviene al margine di ciascuna carreggiata, con convogliamento al bordo laterale delle complanari mediante tubazioni trasversali interrate.

Anche in questo caso, la sostenibilità tecnica dell'intervento e la necessità di contenere l'entità e la durata della interferenze al traffico in fase di cantiere, impongono soluzioni che non modifichino il sistema di raccolta dell'acqua in spartitraffico dell'A14.

Il progetto ha pertanto verificato che la canaletta centrale in spartitraffico sia compatibile con il contributo della sola corsia di emergenza aggiuntiva (relativa alla carreggiata autostradale esterno curva). Il sistema di raccolta per il pavimentato delle complanari e della carreggiata autostradale interno curva dovrà invece essere potenziato, non prevedendo in ogni caso lavorazioni nel margine interno e sulle carreggiate dell'A14.

8.2 PLANO-ALTIMETRIA ATTUALE CON RIFERIMENTO AL DM 05.11.2001

In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale attuale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità
- In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Elem	Progr. Inizio (m)	Progr. Fine (m)	Lungh. (m)	Tipo Elem.	Parametro	Vs	ic	Vp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	8,528.054	9,784.517	1256.463	R				140.0
2	9,784.517	9,907.324	122.807	AT	350.00			140.0
3	9,907.324	10,315.133	407.809	C	997.50	SX	6.85	140.0
4	10,315.133	10,427.640	112.506	AT	335.00			140.0
5	10,427.640	11,100.912	673.273	R				140.0
6	11,100.912	11,207.579	106.667	AT	400.00			140.0
7	11,207.579	12,361.897	1154.318	C	1500.00	DX	5.28	140.0
8	12,361.897	12,468.563	106.667	AT	400.00			140.0
9	12,468.563	13,229.809	761.246	R				140.0
10	13,229.809	13,331.059	101.250	AT	450.00			140.0
11	13,331.059	13,563.189	232.130	C	2000.00	DX	4.39	140.0
12	13,563.189	13,664.439	101.250	AT	450.00			140.0
13	13,664.439	13,989.896	325.457	R				140.0
14	13,989.896	14,102.396	112.500	AT	450.00			140.0
15	14,102.396	14,298.785	196.390	C	1800.00	DX	4.70	140.0
16	14,298.785	14,401.507	102.722	AT	430.00			140.0
17	14,401.507	15,711.765	1310.258	R				140.0
18	15,711.765	16,415.122	703.357	C	1500.00	DX	5.28	140.0
19	16,415.122	16,828.634	413.512	R				140.0
20	16,828.634	16,948.634	120.000	AT	300.00			135.5
21	16,948.634	17,203.175	254.542	C	750.00	DX	7.00	126.1
22	17,203.175	17,293.309	90.133	AT	260.00			133.1
23	17,293.309	17,343.628	50.319	R				137.0
24	17,343.628	17,475.873	132.245	AT	360.00			139.5
25	17,475.873	17,543.873	68.000	C	980.00	SX	6.93	131.6
26	17,543.873	17,591.057	47.184	AC	340.00			126.2
27	17,591.057	17,763.246	172.190	C	700.00	SX	7.00	122.5
28	17,763.246	17,887.568	124.321	AT	295.00			132.3
29	17,887.568	19,152.572	1265.004	R				140.0
30	19,152.572	19,310.987	158.416	AT	400.00			140.0
31	19,310.987	19,745.833	434.846	C	1010.00	SX	6.80	140.0
32	19,745.833	19,874.150	128.317	AT	360.00			140.0

33	19,874.150	21,656.969	1782.819	R				140.0
34	21,656.969	21,816.969	160.000	AT	400.00			140.0
35	21,816.969	22,113.175	296.206	C	1000.00	SX	6.84	140.0
36	22,113.175	22,228.775	115.600	AT	340.00			140.0
37	22,228.775	22,908.643	679.868	R				140.0

Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente

Se ne evince che l'asse esistente risulta sostanzialmente compatibile, in termini estetici e cinematici con una categorizzazione funzionale dell'asse della A14 come "Autostrada Urbana" (DM2001), mentre le difettosità più rilevanti si hanno rispetto al criterio ottico delle curve a raggio variabile (clotoidi).

In tabella vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse autostradale:

- In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo considerato utilizzando l'abbreviazione D = dosso per i raccordi convessi e S = sacche per i raccordi concavi.
- Nelle colonne (7 e 8) sono indicate le pendenze longitudinali
- In colonna (10) è indicato il valore del raccordo altimetrico.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)
1	S	8,560	8,560	8,560	0.00	-0.06	0.07	0.12	0
2	S	8,626	8,589	8,662	73.17	0.07	0.80	0.73	10000
3	D	8,862	8,816	8,907	90.14	0.80	-0.10	0.90	10000
4	S	8,938	8,907	8,970	63.11	-0.10	0.12	0.23	27780
5	S	9,066	9,032	9,100	67.96	0.12	0.80	0.68	10000
6	D	9,141	9,100	9,181	81.48	0.80	0.04	0.76	10665
7	S	9,302	9,289	9,316	27.15	0.04	0.09	0.05	50000
8	D	9,549	9,513	9,586	73.19	0.09	-0.05	0.15	50000
9	S	9,659	9,645	9,672	26.84	-0.05	0.21	0.27	10000
10	D	9,680	9,680	9,680	0.00	0.21	0.07	0.14	0
11	D	9,700	9,700	9,700	0.00	0.07	0.00	0.08	0
12	S	9,720	9,720	9,720	0.00	0.00	0.02	0.02	0
13	D	9,740	9,740	9,740	0.00	0.02	-0.01	0.03	0
14	D	9,760	9,760	9,760	0.00	-0.01	-0.07	0.06	0
15	S	9,780	9,780	9,780	0.00	-0.07	-0.03	0.04	0
16	S	9,800	9,800	9,800	0.00	-0.03	0.06	0.09	0
17	D	9,820	9,820	9,820	0.00	0.06	-0.07	0.13	0
18	D	9,840	9,840	9,840	0.00	-0.07	-0.11	0.05	0
19	S	9,860	9,860	9,860	0.00	-0.11	-0.06	0.05	0
20	D	9,880	9,880	9,880	0.00	-0.06	-0.14	0.07	0
21	D	9,899	9,899	9,899	0.00	-0.14	-0.24	0.10	0
22	S	9,919	9,919	9,919	0.00	-0.24	-0.11	0.12	0
23	D	9,939	9,939	9,939	0.00	-0.11	-0.14	0.03	0

24	D	9,959	9,959	9,959	0.00	-0.14	-0.16	0.03	0
25	D	9,978	9,978	9,978	0.00	-0.16	-0.20	0.03	0
26	S	9,998	9,998	9,998	0.00	-0.20	-0.19	0.00	0
27	D	10,018	10,018	10,018	0.00	-0.19	-0.34	0.14	0
28	D	10,038	10,038	10,038	0.00	-0.34	-0.47	0.13	0
29	S	10,058	10,058	10,058	0.00	-0.47	-0.35	0.12	0
30	S	10,077	10,077	10,077	0.00	-0.35	-0.34	0.01	0
31	S	10,097	10,097	10,097	0.00	-0.34	-0.20	0.14	0
32	D	10,117	10,117	10,117	0.00	-0.20	-0.26	0.05	0
33	D	10,141	10,141	10,141	0.00	-0.26	-0.32	0.06	0
34	S	10,156	10,156	10,156	0.00	-0.32	-0.25	0.06	0
35	D	10,226	10,195	10,256	61.71	-0.25	-0.41	0.15	40000
36	S	10,321	10,278	10,364	85.47	-0.41	-0.12	0.28	30000
37	D	10,364	10,364	10,365	0.90	-0.12	-0.12	0.00	37829
38	S	10,366	10,366	10,366	0.00	-0.12	-0.12	0.00	37829
39	D	10,367	10,366	10,369	2.76	-0.12	-0.13	0.01	37827
40	D	10,369	10,367	10,370	2.75	-0.13	-0.14	0.01	37829
41	D	10,370	10,370	10,370	0.00	-0.14	-0.14	0.00	37829
42	D	10,371	10,370	10,373	2.75	-0.14	-0.15	0.01	37827
43	D	10,373	10,373	10,373	0.00	-0.15	-0.15	0.00	37830
44	D	10,374	10,373	10,375	2.76	-0.15	-0.15	0.01	37830
45	S	10,375	10,375	10,375	0.00	-0.15	-0.15	0.00	37829
46	D	10,377	10,375	10,378	2.75	-0.15	-0.16	0.01	37829
47	S	10,378	10,378	10,378	0.00	-0.16	-0.16	0.00	37829
48	D	10,380	10,380	10,380	0.00	-0.16	-0.16	0.00	37829
49	D	10,381	10,380	10,382	2.75	-0.16	-0.17	0.01	37829
50	D	10,382	10,381	10,384	2.75	-0.17	-0.17	0.01	37829
51	D	10,384	10,384	10,384	0.00	-0.17	-0.17	0.00	37829
52	D	10,385	10,384	10,386	2.75	-0.17	-0.18	0.01	37827
53	D	10,386	10,386	10,386	0.01	-0.18	-0.18	0.00	37829
54	D	10,388	10,386	10,389	2.75	-0.18	-0.19	0.01	37827
55	S	10,389	10,389	10,389	0.00	-0.19	-0.19	0.00	37830
56	S	10,391	10,391	10,391	0.00	-0.19	-0.19	0.00	37827
57	D	10,392	10,389	10,395	5.51	-0.19	-0.20	0.01	37827
58	S	10,393	10,392	10,395	2.76	-0.20	-0.20	0.01	37830
59	D	10,395	10,393	10,396	2.75	-0.20	-0.20	0.01	37827
60	D	10,396	10,395	10,397	2.75	-0.20	-0.21	0.01	37829
61	D	10,397	10,397	10,397	0.00	-0.21	-0.21	0.00	37827
62	D	10,399	10,397	10,400	2.76	-0.21	-0.22	0.01	37829
63	S	10,400	10,400	10,400	0.01	-0.22	-0.22	0.00	37829
64	S	10,402	10,402	10,402	0.00	-0.22	-0.22	0.00	37829
65	D	10,403	10,400	10,406	5.51	-0.22	-0.23	0.01	37829
66	S	10,404	10,404	10,405	1.03	-0.23	-0.23	0.00	37829
67	D	10,589	10,577	10,601	23.29	-0.23	-0.25	0.02	100000
68	D	10,698	10,672	10,724	52.35	-0.25	-0.36	0.10	50000
69	D	10,915	10,812	11,017	204.79	-0.36	-0.73	0.37	55000
70	D	11,155	11,111	11,198	86.38	-0.73	-0.82	0.09	100000
71	S	11,273	11,259	11,287	28.44	-0.82	-0.79	0.03	100000
72	D	11,560	11,537	11,583	45.62	-0.79	-1.24	0.46	10000

73	S	11,607	11,583	11,631	48.10	-1.24	-0.28	0.96	4995
74	D	11,655	11,631	11,679	47.98	-0.28	-0.76	0.48	10000
75	D	11,780	11,744	11,816	71.75	-0.76	-1.00	0.24	30000
76	S	11,856	11,837	11,874	36.60	-1.00	-0.63	0.37	10000
77	S	11,924	11,913	11,936	22.39	-0.63	-0.41	0.22	10000
78	D	11,956	11,936	11,977	41.87	-0.41	-0.59	0.18	23255
79	D	12,263	12,211	12,315	103.53	-0.59	-0.72	0.13	80000
80	S	12,488	12,432	12,544	112.69	-0.72	1.16	1.88	6000
81	S	12,889	12,821	12,956	134.46	1.16	1.44	0.29	46990
82	D	12,991	12,956	13,026	70.24	1.44	0.91	0.53	13200
83	S	13,056	13,026	13,086	60.28	0.91	1.03	0.11	52775
84	S	13,164	13,154	13,174	20.11	1.03	1.11	0.08	25000
85	S	13,254	13,233	13,275	41.95	1.11	1.19	0.08	50000
86	D	13,303	13,283	13,323	40.35	1.19	1.11	0.08	50000
87	S	13,498	13,476	13,520	43.76	1.11	1.39	0.28	15490
88	D	13,568	13,520	13,617	97.30	1.39	0.91	0.49	20000
89	D	13,768	13,701	13,835	133.96	0.91	-0.43	1.34	10000
90	S	13,861	13,846	13,876	29.67	-0.43	-0.14	0.30	10000
91	D	13,956	13,943	13,969	26.50	-0.14	-0.27	0.13	20000
92	S	14,253	14,136	14,370	234.09	-0.27	0.46	0.73	32000
93	S	14,410	14,398	14,422	23.73	0.46	0.62	0.16	15000
94	D	14,521	14,491	14,550	58.91	0.62	0.23	0.39	15180
95	S	14,567	14,550	14,585	34.51	0.23	0.58	0.35	10000
96	S	14,667	14,652	14,681	28.55	0.58	0.86	0.29	10000
97	D	14,714	14,681	14,748	66.75	0.86	0.35	0.51	13130
98	S	14,841	14,764	14,918	154.07	0.35	0.63	0.27	56735
99	D	15,052	14,966	15,137	170.99	0.63	-0.90	1.53	11200
100	S	15,505	15,419	15,591	171.82	-0.90	0.16	1.06	16150
101	D	15,711	15,680	15,743	63.27	0.16	-0.13	0.29	21540
102	S	15,777	15,743	15,811	68.15	-0.13	0.44	0.57	12000
103	D	15,866	15,811	15,921	109.91	0.44	-0.05	0.49	22510
104	S	16,109	16,070	16,149	78.99	-0.05	0.22	0.27	28860
105	D	16,192	16,149	16,235	86.46	0.22	-0.35	0.58	15000
106	S	16,271	16,235	16,306	71.02	-0.35	0.02	0.38	18770
107	S	16,460	16,433	16,488	55.10	0.02	0.25	0.22	25000
108	D	16,617	16,548	16,686	137.14	0.25	-0.08	0.32	42800
109	S	16,712	16,686	16,739	53.40	-0.08	0.10	0.17	30890
110	D	16,959	16,926	16,992	66.05	0.10	-0.56	0.66	10000
111	S	17,035	17,012	17,058	45.81	-0.56	0.75	1.31	3500
112	D	17,122	17,084	17,159	74.27	0.75	0.44	0.31	24000
113	D	17,360	17,336	17,384	48.86	0.44	0.19	0.24	20000
114	S	17,494	17,450	17,539	88.99	0.19	0.68	0.49	18270
115	S	17,553	17,539	17,568	28.86	0.68	1.19	0.52	5600
116	D	17,762	17,737	17,787	49.88	1.19	0.86	0.33	15000
117	S	17,832	17,796	17,869	73.48	0.86	1.60	0.73	10000
118	D	17,923	17,891	17,956	64.86	1.60	1.27	0.32	20000
119	D	18,087	18,063	18,110	47.21	1.27	1.18	0.09	50000
120	S	18,288	18,211	18,365	153.92	1.18	1.49	0.31	50000
121	D	18,605	18,390	18,821	431.14	1.49	0.29	1.20	36000

122	S	18,912	18,821	19,003	181.74	0.29	0.41	0.12	151390
123	D	19,106	19,042	19,169	127.69	0.41	0.09	0.32	40000
124	S	19,286	19,194	19,379	185.13	0.09	0.32	0.23	80000
125	D	19,554	19,521	19,587	66.30	0.32	-0.01	0.33	20000
126	D	19,913	19,796	20,030	234.07	-0.01	-0.79	0.78	30000
127	S	20,353	20,152	20,553	400.10	-0.79	0.04	0.83	48000
128	D	20,659	20,556	20,761	204.62	0.04	-0.37	0.41	50000
129	S	20,914	20,857	20,971	113.94	-0.37	-0.18	0.19	60000
130	S	21,224	21,166	21,282	116.14	-0.18	0.55	0.73	16000
131	D	21,331	21,287	21,375	87.78	0.55	-0.33	0.88	10000
132	S	21,412	21,375	21,449	74.34	-0.33	-0.06	0.26	28090
133	D	21,646	21,631	21,662	30.93	-0.06	-0.13	0.06	50000
134	D	21,826	21,735	21,918	183.70	-0.13	-0.70	0.58	31845
135	S	22,038	21,978	22,099	120.41	-0.70	0.10	0.80	15000
136	D	22,119	22,099	22,140	41.67	0.10	-0.31	0.41	10120
137	S	22,231	22,201	22,261	59.53	-0.31	0.08	0.40	15000
138	S	22,264	22,264	22,264	0.00	0.08	0.24	0.16	0

Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente

Il tracciato altimetrico è caratterizzato da livellette a bassa pendenza e da raccordi altimetrici con valori di raggio da modesto ad ampio. In particolare lungo tutti i raccordi altimetrici i valori dei raggi sono sempre superiori a quelli minimi calcolabili in funzione delle velocità desumibili dal diagramma di velocità costruito secondo le specifiche del DM2001 nell'ipotesi di strada di categoria "A-Autostrada Urbana" e le velocità compatibili risultano sempre superiori ai 120 km/h in condizioni di pavimentazione bagnata.

9 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Inoltre, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, sono stati individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termini trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

La scelta del potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna è il frutto di un lungo lavoro di progettazione e di confronto con gli Enti territoriali e si propone di soddisfare una molteplicità di obiettivi: migliorare le condizioni di circolazione sulla rete esistente, migliorare la sicurezza stradale, riorganizzare lo spazio territoriale adiacente fortemente urbanizzato nell'ottica di miglioramento dell'inserimento territoriale/paesaggistico dell'opera, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

Al fine di limitare i quotidiani fenomeni di crisi e restituire alle complanari la prerogativa di servire il traffico di scambio tra la città ed il suo territorio esterno ad un idoneo livello di servizio, vengono previsti, a corredo dell'ampliamento in sede delle complanari, puntuali interventi di miglioramento delle adduzioni dalle viabilità ordinarie.

Tali opere prevedono la riconfigurazione degli svincoli, il potenziamento funzionale delle rampe e degli altri elementi dei nodi oltre alla rigeometrizzazione di alcune intersezioni sul tessuto urbano.

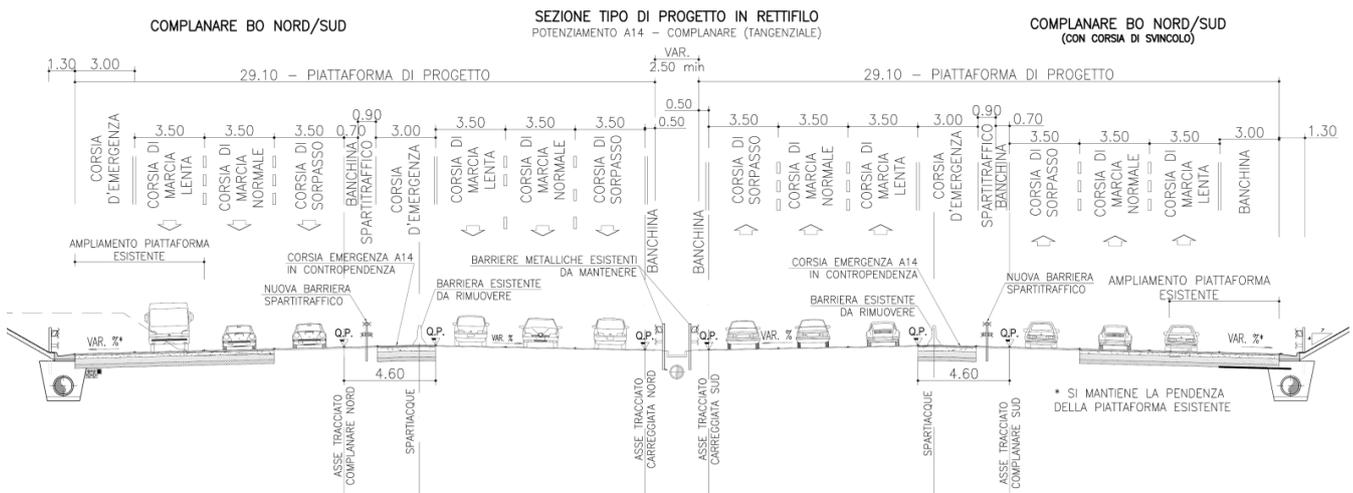
9.1 AMPLIAMENTO AUTOSTRADALE

Il progetto prevede di minimizzare al massimo l'impatto sul territorio aumentando tuttavia la sicurezza stradale, pertanto la soluzione tipologica adottata prevede:

- mantenimento della larghezza delle corsie di marcia dell'A14 e del margine interno esistenti;
- mantenimento delle pendenze esistenti in corrispondenza delle piattaforme (A14 e complanari), pertanto l'emergenza in A14 corrispondenza dei rettifili sarà opposta rispetto a quella delle corsie.

In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà pari a 6,50 m per lato, realizzando una piattaforma di larghezza complessiva pari a 60,4 m, così organizzata:

- A14: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Complanari: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3,50 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 1,60 m per senso di marcia



Sezione tipo corrente

Nel tratto a cavallo dell'interconnessione con l'A13, nello specifico tra il km 14+150 e il km 16+200, lo studio di traffico ha suggerito la necessità di prevedere l'ampliamento a quattro corsie più emergenza delle complanari.

In tale configurazione, l'ampliamento del pavimentato sarà pari a 10,00 m per lato, realizzando una piattaforma di larghezza complessiva pari a 67,4 m, così organizzata:

- A14: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Complanari: 4 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3,20 m

- Spartitraffico + banchina Complanare: 1,60 m per senso di marcia



Sezione tipo corrente tra le progressive km 14+150 e il km 16+200

In alcuni ambiti singolari del tracciato, al fine di minimizzare l’impatto sulle opere infrastrutturali interferenti con il sedime esistente nonché le interferenze con immobili e attività presenti lungo l’asse, sono state previste riduzioni puntuali della sezione di progetto.

Si prevede infine la sostituzione della totalità delle barriere esistenti nello spartitraffico tra le carreggiate centrali, con nuovi dispositivi rispondenti alle vigenti normative. L’intervento prevede inoltre la “bonifica” dell’intero cassonetto e il rifacimento della regimazione idraulica prevista nel margine interno (collettori e pozzetti).

9.2 INTERVENTI SULLE CONNESSIONI FUNZIONALI AL SISTEMA TANGENZIALE

Al fine di limitare i quotidiani fenomeni di crisi e restituire alle complanari la prerogativa di servire il traffico di scambio tra la città ed il suo territorio esterno ad un idoneo livello di servizio, vengono previsti, a corredo dell'ampliamento in sede delle complanari, puntuali interventi di miglioramento delle adduzioni dalle viabilità ordinarie.

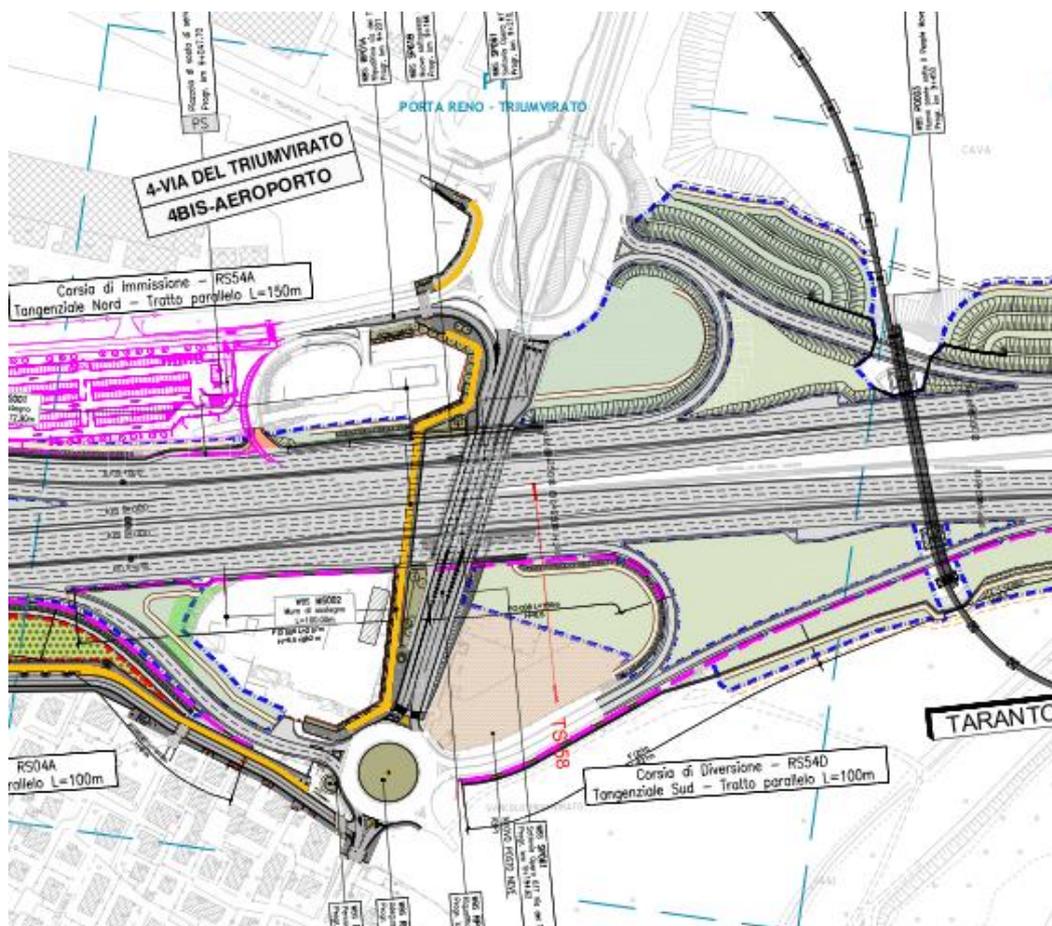
Tali opere prevedono la riconfigurazione degli svincoli, il potenziamento funzionale delle rampe e degli altri elementi dei nodi oltre alla rigeometrizzazione di alcune intersezioni sul tessuto urbano.

Svincolo n. 4 e 4 bis - Aeroporto

A seguito di una simulazione specifica del carico di traffico che impegna le manovre di svincolo, è stata prevista la dismissione di una delle due rampe di uscita dalla complanare nord e di una delle due rampe di ingresso della complanare sud, che attualmente creano conflitti in termini di manovre di cambio corsia e accodamenti per il ridotto sviluppo delle corsie specializzate.

Il funzionamento complessivo dello svincolo è assicurato da interventi di potenziamento che garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di fluidificazione del traffico assunti alla base del progetto. Nello specifico questi interventi riguardano il raddoppio delle rampe di uscita sia in complanare nord che in complanare sud e le ottimizzazioni previste in termini di geometria degli innesti sulle rotatorie con in particolare il raddoppio delle corsie di ingresso alla rotatoria sud dei rami provenienti da Sud ed Ovest.

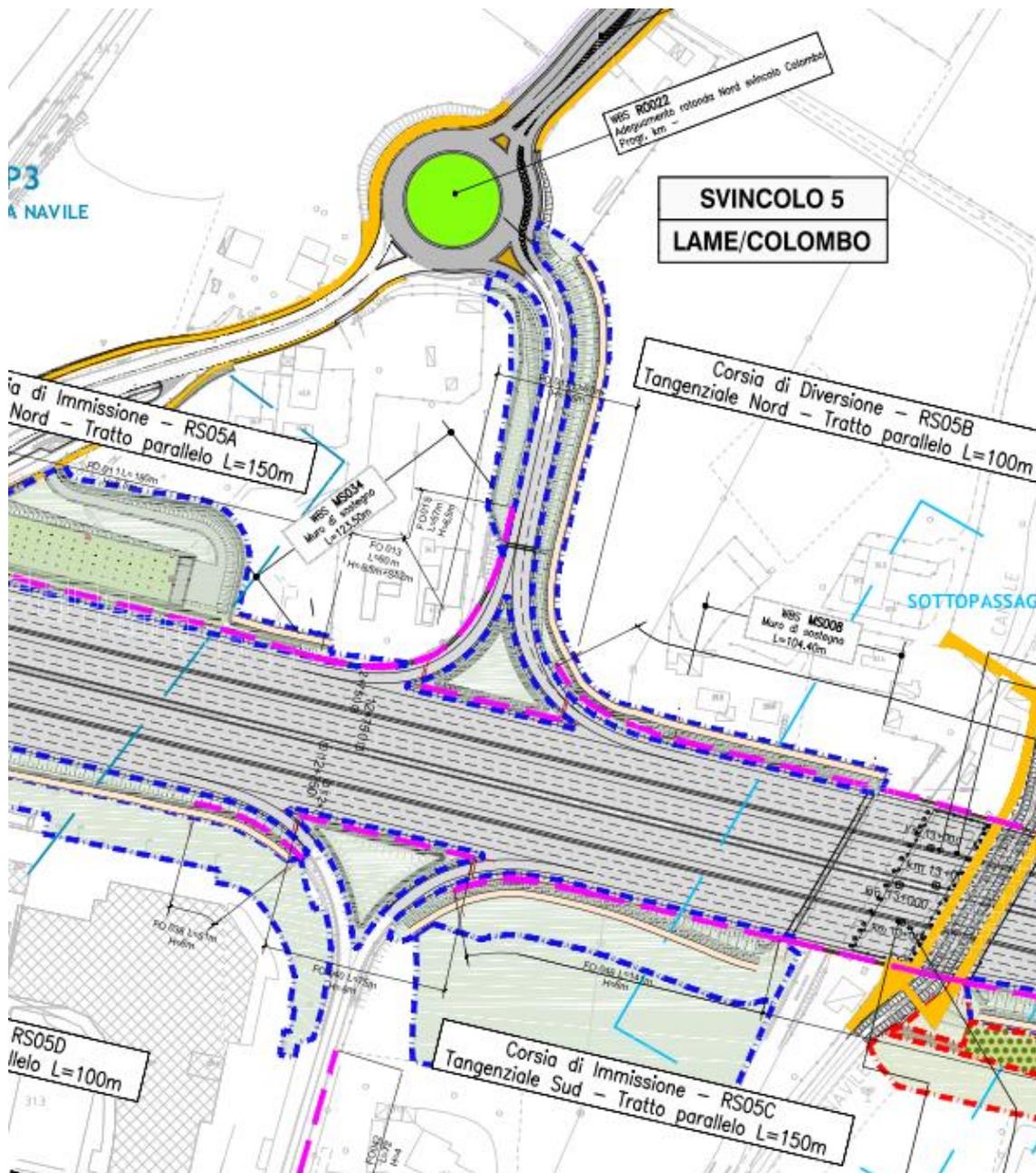
Inoltre, a seguito del rifacimento del Ponte Reno (demolizione e ricostruzione), è prevista la riconfigurazione delle rampe di immissione sud e diversione nord dello svincolo 4bis.



Stralcio planimetrico svincolo di Aeroporto

Svincolo n. 5 – Lame/Colombo

Si prevede il raddoppio della rampa di uscita nord che collega la tangenziale alla rotonda di presente sulla via Colombo. Contestualmente viene attuata una riconfigurazione geometrica dei tratti terminali delle restanti rampe, necessario per raccordarsi all'ampliamento della sede autostradale, ed il potenziamento dell'intersezione con circolazione a rotatoria anche mediante l'inserimento di tre nuovi shunt.



Stralcio planimetrico svincolo n.5 Lame

Svincolo n.6 - Castelmaggiore

Si prevede l'ampliamento del raggio della rotatoria in uscita dallo svincolo in carreggiata nord con un diametro esterno pari a 50m, corona giratoria di larghezza 9m e banchine laterali da 1m; si prevede inoltre di deviare verso sud la rampa eliminando l'innesto in rotatoria.

A tale scopo viene inserito un nuovo shunt nella stessa direzione avente corsia da 4m con banchine laterali in sinistra e destra rispettivamente pari ad 1m e 1.50m (al quale si aggiungono gli allargamenti relativi alla corretta iscrizione dei veicoli in curva e alla visibilità). L'ampliamento della rotatoria esistente ha comportato l'adeguamento dei rami a nord della stessa che mantengono tuttavia l'attuale configurazione geometrica ed altimetrica. In uscita dallo svincolo in carreggiata sud è previsto l'adeguamento delle rampe, sia immissione che uscita; questo ha comportato conseguentemente l'adeguamento dell'innesto in rotatoria nonché degli shunt esistenti.



Stralcio planimetrico svincolo Castelmaggiore

SVINCOLO 9 – SAN DONATO

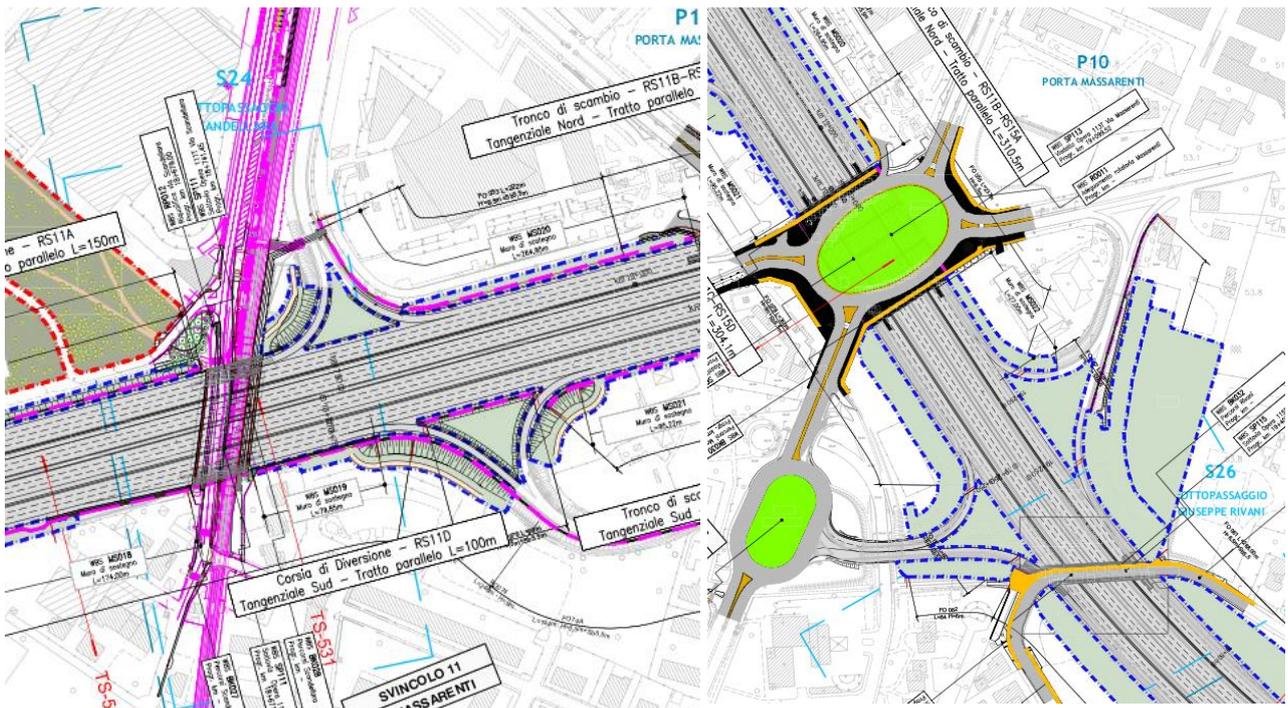
Il progetto prevede la chiusura totale dello svincolo 9, realizzando contestualmente una nuova bretella di collegamento con lo svincolo 8-8bis per assorbire la conseguente redistribuzione di traffico.



Stralcio planimetrico svincolo San Donato

Svincolo n. 11 – Via Masserenti e n.11bis - Via Lenin

Il progetto prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e il raddoppio della rampa di uscita 11 bis in rotatoria mediante l'inserimento di un'ulteriore corsia da 3.50m sulla destra con conseguente ampliamento della piattaforma esistente.

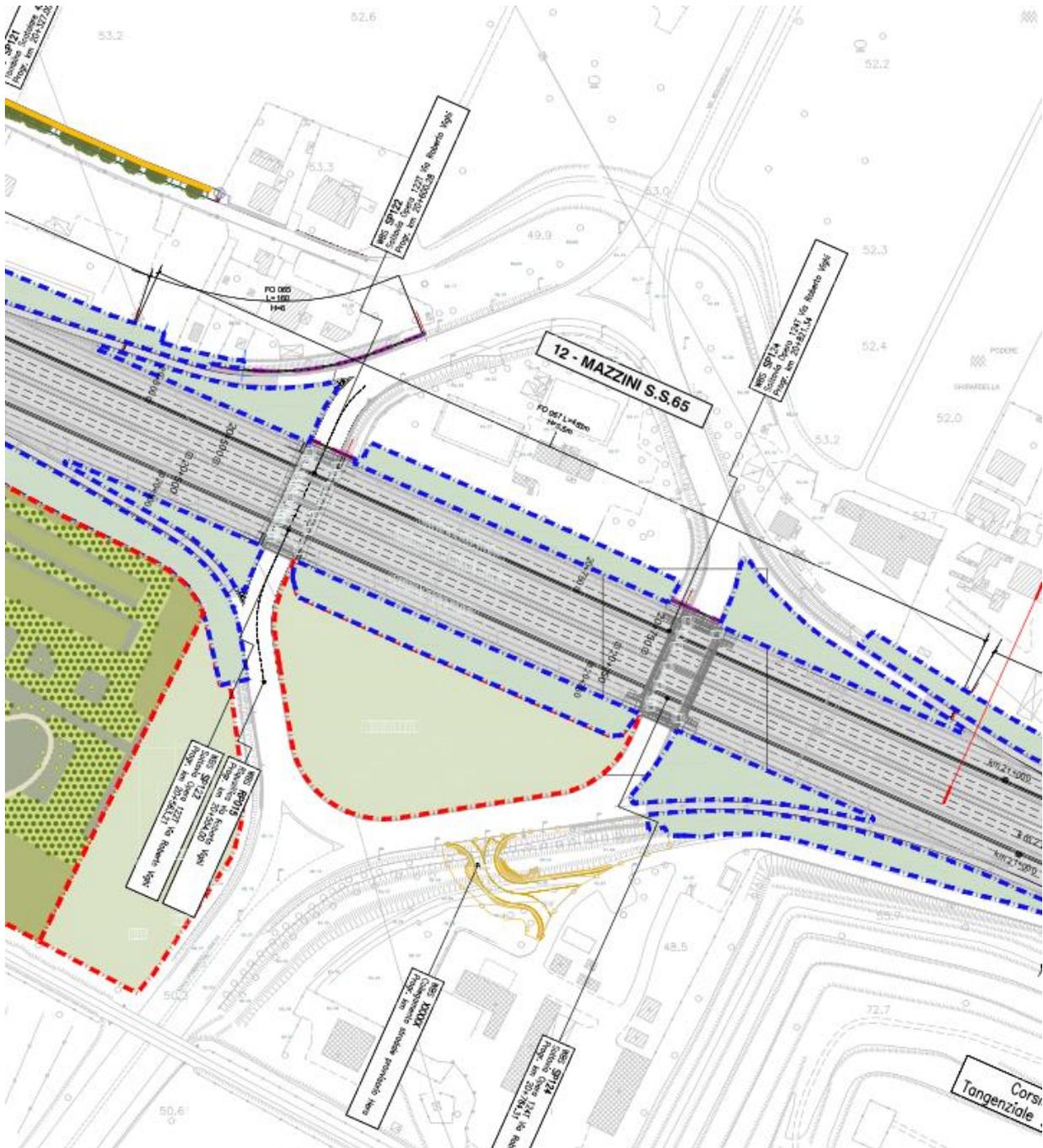


Stralcio planimetrico svincoli 11 e 11bis

Nello stesso ambito si prevede un intervento locale su via Mattei mediante prolungamento dello spartitraffico esistente e realizzazione di rotatoria di diametro esterno pari a 50 m sull'intersezione con via Martelli.

Svincolo n. 12 – Via Mazzini

Il progetto non prevede il potenziamento delle rampe esistenti ma solo l'adeguamento delle stesse alle mutate geometrie autostradali, pertanto l'intervento è limitato ai soli tratti adiacenti alla complanare.



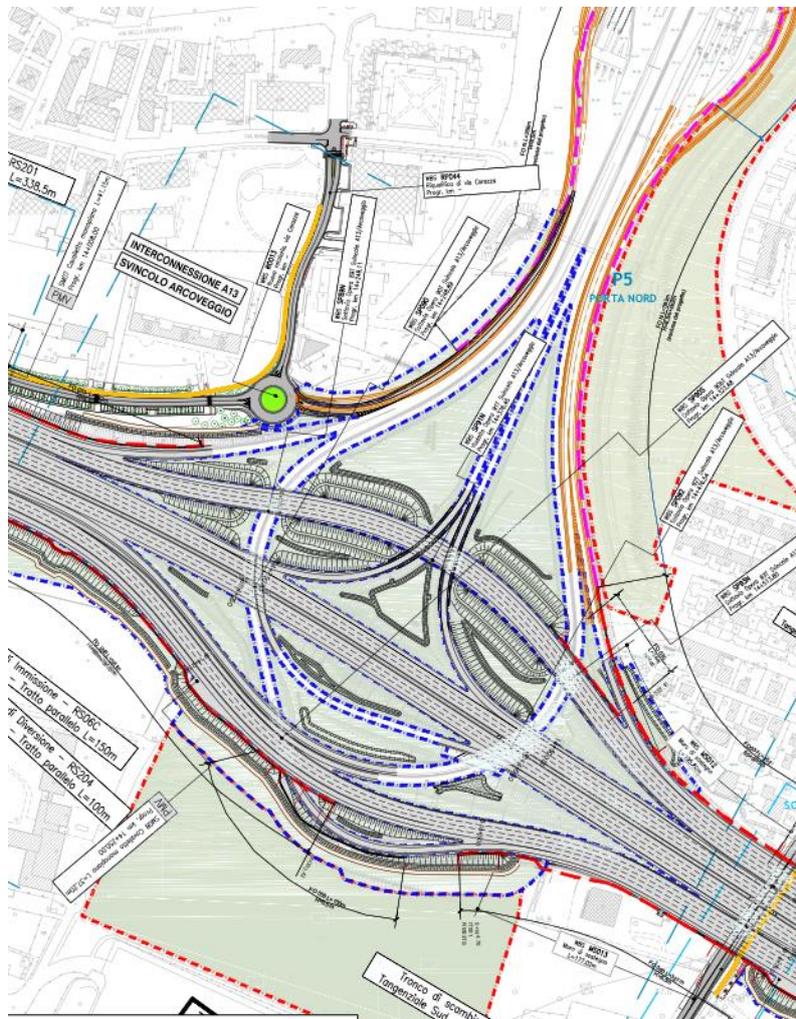
Stralcio planimetrico svincolo Mazzini

Interconnessione A13 Arcoveggio

Lo svincolo di questione svolge la funzione di interconnettere l'autostrada A13 con l'A14 e la tangenziale di Bologna.

La progettazione, a causa della mutata larghezza del sistema A14 e tangenziale, riguarda essenzialmente tre zone di intervento:

- I tratti finali delle rampe, dove si ha un adeguamento di tipo planimetrico, dovuto all'ampliamento dei tracciati autostradali
- Nuova rampa di uscita su via Corazza che si attesta sull'attuale ramo di svincolo interconnessione A13 – tangenziale in direzione Milano
- Le zone di intersezione a livelli sfalsati tra le rampe e il sistema autostradale, dove l'ampliamento del sistema autostradale bolognese, impone alle rampe di svincolo una riprofilatura altimetrica al fine di garantire un franco altimetrico adeguato.



Stralcio planimetrico "Interconnessione A13"

9.3 OTTIMIZZAZIONE DI CONNESSIONI VIABILISTICHE LOCALI

Sono stati integrati in progetto, al fine di migliorare l'adduzione al sistema tangenziale e la mobilità sul territorio, i seguenti interventi sulle connessioni viabilistiche locali.

- Adeguamento rotatorie via Corticella Sud e Nord
- Adeguamento rotatoria via Zambecari
- Adeguamento rotatoria via Malossi
- Adeguamento rotatoria nord svincolo Colombo
- Adeguamento via Colombo-Intersezione Ca' Rosa
- Nuova rotatoria via Terraioli
- Nuova rotatoria via Mattei-Martelli
- Nuova rotatoria via Corazza e riqualifica viabilità esistente
- Nuova rotatoria tra via Marco Polo e via Vasco de Gama
- Nuova rotatoria tra via Giuriolo e via dell'Arcoveggio;

Il progetto prevede, inoltre, in località "Case Nuove" una Variante alla SS64 Ferrarese per migliorare l'accessibilità al nucleo abitato mediante segregazione dall'asse principale della strada del traffico pedonale e degli accessi privati (portati su carreggiata sussidiaria).

9.4 VIABILITA' INTERFERITE

Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture (cavalcavia e sottovia) che devono essere adeguate per essere rese compatibili con l'ampliamento in sede del sistema autostrada/tangenziale. Pertanto, il ripristino funzionale di tali relazioni è subordinato all'adeguamento delle strutture suddette.

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IN CAVALCAVIA

Per le opere di attraversamento in cavalcavia, la cui struttura non è adeguata all'allargamento autostradale, è prevista la demolizione e la ricostruzione.

Il progetto prevede la demolizione e ricostruzione, dei seguenti cavalcavia stradali:

1. Via Benazza (progr. km 11+603) – rifacimento in sede
2. Via Cristoforo Colombo (progr. km 12+507) – rifacimento in sede (traslazione)
3. Via del terrapieno – svincolo 10 (progr. km 17+850) – rifacimento in sede (traslazione)
4. Via San Donato (progr. km 17+039) – rifacimento in sede per fasi

Per tali opere è previsto l'adeguamento a norma della sezione stradale, l'inserimento di marciapiedi e percorsi ciclabili, riqualifica delle barriere di sicurezza.

I cavalcavia stradali esistenti di Viale Europa (progr. km 16+417) e di svincolo Fiera, la cui luce è compatibile con l'ampliamento, non saranno ricostruiti. In corrispondenza delle opere saranno comunque sostituite le barriere di sicurezza esistenti.

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IN SOTTOVIA

L'adeguamento degli attraversamenti in sottovia sarà invece realizzato tramite prolungamento degli stessi con la naturale conseguenza che il franco libero tra l'intradosso dell'impalcato e il piano pavimentato risultasse, in funzione delle pendenze della piattaforma autostradale, inferiore a quello esistente riducendo di fatto il livello di servizio precedentemente garantito nonché le condizioni di sicurezza della circolazione.

Visto e considerato che i franchi attuali, nei sottopassi autostradali esistenti, risultano essere inferiori, nella maggioranza dei casi, ai 5m prescritti dalla normativa, visto che il pieno rispetto della norma porterebbe ad interventi assai impattanti e difficilmente applicabili in virtù dei forti vincoli presenti sul territorio, ed al fine di garantire condizioni di circolazione analoghe a quanto oggi presente, si è deciso di intervenire riprofilando la livelletta stradale esistente in modo tale che il franco di progetto libero minimo sia pari o superiore a quello dello stato di fatto. L'intervento di riprofilatura altimetrica è stato svolto nel pieno rispetto della normativa vigente in materia di andamento altimetrico dell'asse in virtù delle velocità di progetto dello stato di fatto, desunta dalla cartellonistica esistente. Si allega tabella riassuntiva riportante i franchi liberi di progetto ed esistenti nonché le velocità sul quale sono state svolte le verifiche altimetriche.

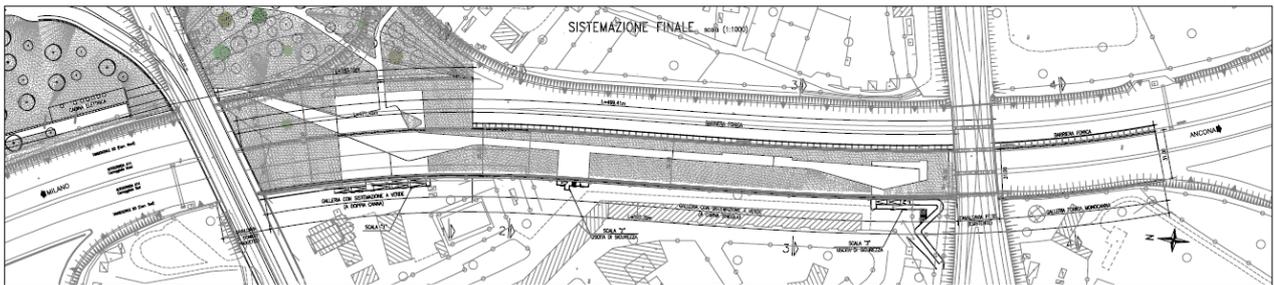
Nome	km P.K.	FRANCO MINIMO ESISTENTE	FRANCO LIBERO DI PROGETTO		DELTA	LIMITE DI VELOCITA' ATTUALE	VELOCITA' DI PROGETTO
			LATO NORD	LATO SUD			
Sottovia Aeroporto via del Trionvirato	9+201	5,00	5,03	5,04	0,03	50	60
Sottovia Via Zanardi	10+814	4,40	4,54	4,41	0,01	50	60
Sottovia Via dell'Arcoveggio	13+470	4,68	5,41	4,71	0,03	50	60
Sottovia Svincolo Castemaggiore Via di Corticella - Ramo Ovest	13+807	4,39	4,40	4,55	0,01	50	60
Sottovia Svincolo Castemaggiore Via di Corticella - Ramo Est	13+807	4,33	4,40	4,51	0,07	50	60
Sottovia via Ferrarese	14+701	4,50	4,55	4,53	0,03	50	60
Sottovia Via Zambellini Via Stalingrado - Ramo Ovest	15+004	4,40	4,42	4,41	0,01	50	60
Sottovia Via Zambellini Via Stalingrado - Ramo Est	15+004	4,41	4,43	4,43	0,02	50	60
Sottovia Via Zambecconi	15+227	4,12	4,17	4,20	0,05	30	40
Sottovia Via Scandellara	18+679	5,95	6,07	5,69	-0,26	30	40
Viadotto Via Masserenti	19+046	4,80	4,88	5,04	0,08	50	60
Sottovia Via Rivani	19+341	4,64	4,71	4,74	0,07	50	60
Sottovia Via Due Madonne	19+822	4,46	4,57	4,67	0,11	50	60
Sottovia Accesso Sito Cogenerazione	21+310	4,36	4,38	4,36	0,00	20	30
Sottovia Via Caselle	21+785	4,69	4,70	4,71	0,01	50	60

Franchi liberi e velocità di progetto

9.5 GALLERIA SAN DONNINO

La nuova galleria fonica San Donnino va a sostituire e prolungare una copertura fonica attualmente esistente tra il cavalcavia stradale di via San Donato alla pk 17+440 e il cavalcavia ferroviario alla pk 17+515.

La nuova galleria si estenderà dalla sezione in adiacenza al cavalcavia stradale San Donato fino in adiacenza al cavalcavia ferroviario con un prolungamento ulteriore di 103 m oltre quest'ultimo cavalcavia.



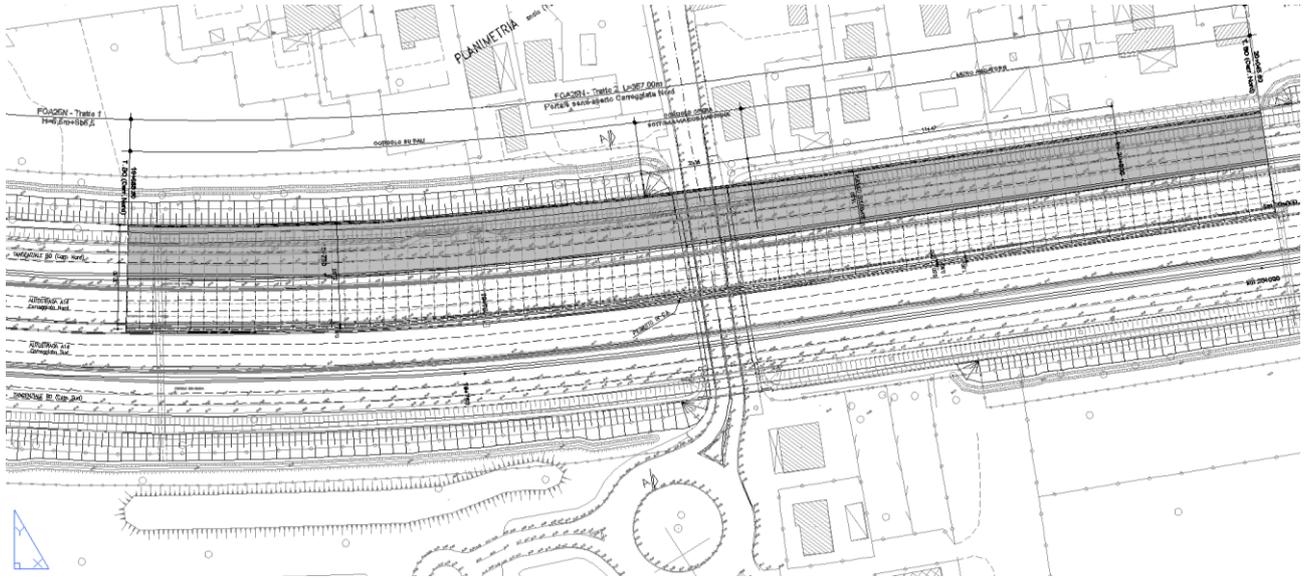
Planimetria generale galleria fonica San Donnino

Nella tratta compresa tra i due cavalcavia, sulla copertura fonica sarà realizzato un parco pubblico accessibile da vari punti del contorno dell'opera.

La sezione trasversale della galleria, che ne determina la copertura, è estesa su tutte e 4 le vie di corsa dal cavalcavia San Donato per i primi 180 m circa, poi prosegue coprendo le carreggiate sud (A14 + tangenziale).

9.6 SEMI-COPERTURA FONICA A CROCE DEL BIACCO

La semi-copertura fonica in oggetto sarà realizzata nel quartiere Croce de Biacco di Bologna sulla carreggiata Nord di tangenziale a A14 dalla pk 19+600 circa alla pk 20+036 circa per un'estensione totale pari a 436 m.



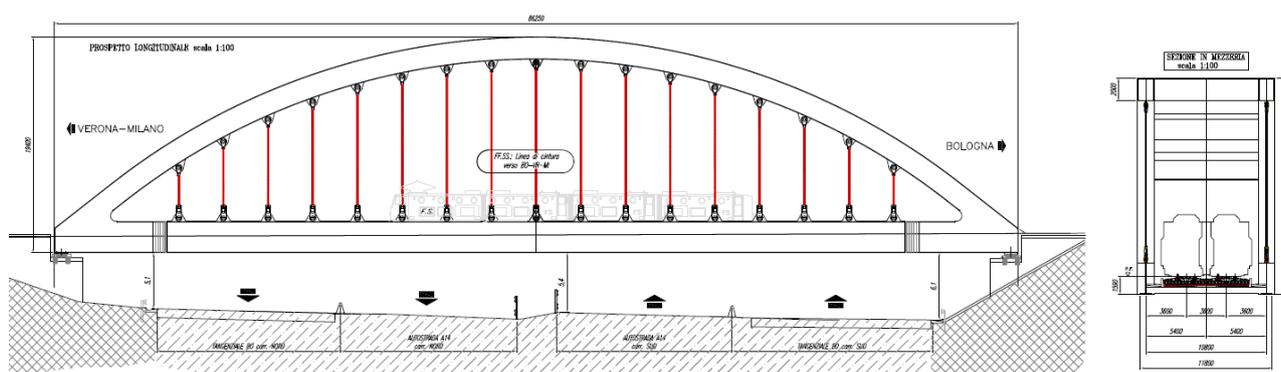
Planimetria intervento

La struttura è realizzata con portali insistenti sulla tangenziale e autostrada A14 in direzione Nord.

La copertura fonica necessaria ed effettivamente prevista sulla galleria fonica in oggetto è disposta sulla parete verticale in esterno tangenziale e sui primi 16.50 m orizzontali laterali esterni.

9.7 CAVALCAVIA FERROVIARI

Lungo il tracciato del sistema tangenziale sono individuabili due ambiti specifici in cui il potenziamento interferisce con attraversamenti ferroviari esistenti di cui si prevede la demolizione e ricostruzione. I tre nuovi impalcati avranno le stesse sezioni tipologiche come illustrato in figura.



sezione longitudinale e trasversale dei cavalcavia ferroviari

IMPALCATI

La tipologia strutturale adottata è quella di trave Langer (o arco a spinta eliminata) a passaggio inferiore e pareti controventate superiormente.

Il ponte è costituito da 1 campate in semplice appoggio. La lunghezza della travata fra gli assi appoggi, è di 85 m, mentre l'interasse fra le pareti è di 10.80 m.

Su ciascuna parete l'arco è collegato alla trave principale attraverso 17 pendini a passo 4,00 m.

La travata viene dimensionata con i sovraccarichi relativi a due binari rettilinei per ponti di categoria A.

L'arco é costituito da una sezione a cassone di altezza 2,0 m, con piattabanda superiore $\neq 1500 \times 35$ mm, piattabanda inferiore $\neq 1500 \times 35$ mm e due anime da $\neq 35$ mm; l'altezza in chiave dell'arco è di 17 m (distanza asse catena-asse arco).

Le travi sono realizzate con una sezione a doppio T di altezza 2,80 m, con piattabanda superiore $\neq 1000 \times 40$ mm, piattabanda inferiore $\neq 1000 \times 40$ mm ed anima $\neq 20$ mm; in corrispondenza dell'incastro con l'arco lo spessore d'anima diventa pari a 40 mm.

Il piano di sostegno all'armamento ferroviario è realizzato con un impalcato a travi in acciaio HEB 600 annegate in una soletta in cls di spessore minimo pari a 650 mm (l'estradosso è sagomato per assecondare le pendenze trasversali del 1,5%); l'estradosso della soletta prevede un manto di impermeabilizzazione con sovrastante massetto di protezione.

I muretti di contenimento della massicciata e la soletta stessa presentano fori $\phi 130$ per lo scolo delle acque.

Il collegamento arco-impalcato avviene mediante il concio speciale di estremità che prevede un collegamento delle anime dell'arco all'anima della trave-catena.

L'arco è collegato alla trave impalcato tramite pendini costituiti da barre tonde in acciai speciali S460 NL di diametro nominale $\phi 130$ mm.

Ogni strallo è collegato mediante perni all'arco attraverso un capocorda fisso ed all'impalcato attraverso capocorda regolabile che permette di ottenere la giusta monta nell'impalcato.

Fasi di montaggio degli impalcati

Per tutti gli impalcati lo stoccaggio dei conci è previsto a terra, in una zona adiacente all'autostrada, 4 km più avanti in direzione Ancona rispetto alla zona di montaggio.

Le fasi previste sono le seguenti:

- 1) L'impalcato viene preassemblato in sezioni della lunghezza di un concio nella zona di stoccaggio degli elementi sopradescritta. Ogni sezione è composta dalle travi catena collegate con tutti i traversi intermedi.
- 2) Queste sezioni di impalcato vengono trasportate nottetempo nella zona di montaggio, sfruttando delle chiusure parziali delle corsie di tangenziale e autostrada.

3) La zona di assemblaggio dell'impalcato è stata preparata predisponendo 4 pile provvisorie nelle fasce disponibili tra le corsie della tangenziale e dell'autostrada ed alcuni altri appoggi temporanei intermedi.

4) Mediante l'utilizzo di gru di grande portata la varie sezioni di impalcato vengono sollevate e posizionate in quota. Saranno previsti giunti provvisori di montaggio per consentire più rapidi collegamenti tra le sezioni al fine di garantire la riapertura dell'autostrada il giorno successivo.

5) Terminato il montaggio dell'impalcato, sempre per conci, vengono sollevati i due archi, sfruttando l'appoggio di 4 torri provvisorie, costruite estendendo le pile provvisorie che sorreggono l'impalcato.

6) Terminato il montaggio dell'arco vengono montati tutti i pendini. La struttura viene poi calata dalla pile provvisorie.

7) Si procede con i getti di soletta, la posa del ballast e delle finiture.

SPALLE

In progetto le spalle risultano realizzate attraverso uno scatolare a doppia canna confezionato fuori opera e successivamente spinto sotto la sede ferroviaria in posizione definitiva. Successivamente viene interrotto il traffico ferroviario e rimosso il rilevato tra le due spalle e varato il ponte sul tracciato definitivo.

La spalla ferroviaria in fase di varo presenta una sezione trasversale a due canne di dimensioni interne 6,10 x 5,00 mt e 3,70 x 3,59 mt con uno sviluppo di canna pari a 15,40 mt in asse al tracciato. In fase definitiva vengono realizzati tre muri interni e due blocchi di fondazione esterni poggianti su pali di grosso diametro, tale sistema deve sostenere in fase finale i carichi derivanti dall'impalcato.

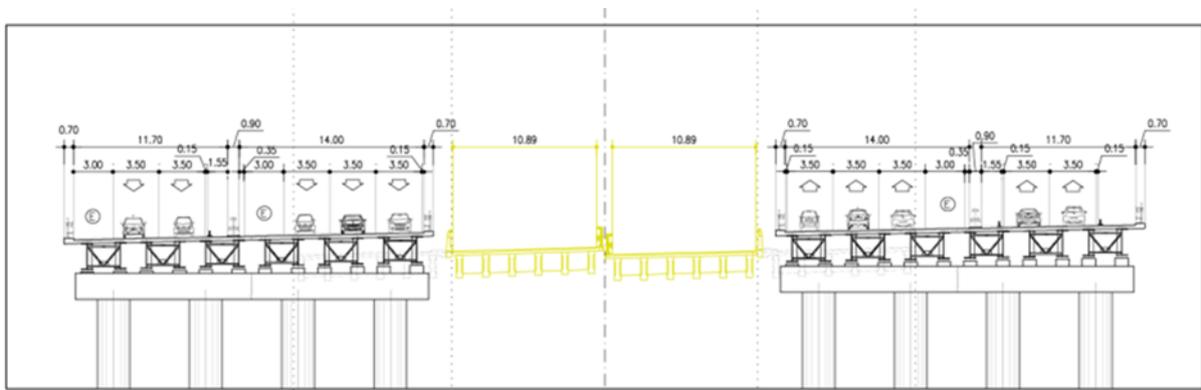
9.8 VIADOTTO RENO

Il progetto prevede una variante plano-altimetrica dell'attuale tracciato con creazione di una "varice". E' prevista la realizzazione di due ponti nuovi di cui in prima fase si realizza la parte, che ospiterà le tangenziali, completamente esterna all'attuale sedime. In seconda fase è previsto il completamento dei ponti e la solidarizzazione di fondazioni, pulvini e impalcati. Si procederà quindi con l'apertura al traffico in configurazione definitiva e la successiva demolizione dei ponti dell'autostrada esistenti.



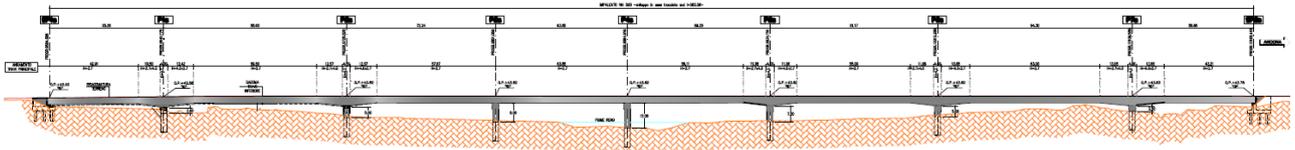
nuovo Viadotto Reno, planimetria stradale

Le pile sono state inclinate secondo il flusso della corrente e allineate fra loro nelle pile più centrali. Solo le due pile dell'asse sud verso la spalla est (da una parte e l'altra dell'argine) sono inclinate diversamente per diminuire l'inclinazione reciproca tra pila ed asse tracciato.



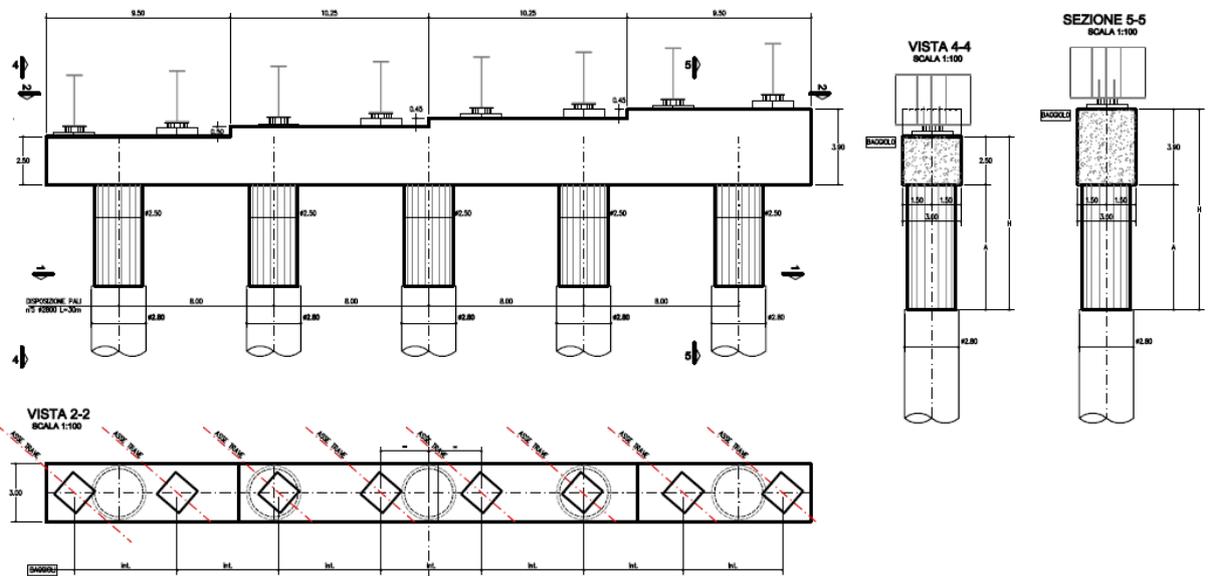
nuovo viadotto Reno, sezione trasversale

Si prevedono due nuovi impalcati in sezione mista acciaio-calcestruzzo, le luci delle campate intermedie variano da circa 63 m a 95 m, mentre le campate di riva hanno una luce pari a circa 55 m.



nuovo viadotto Reno, profilo longitudinale

I fusti pila sono collegati in sommità da un pulvino avente sezione trasversale rettangolare 3.00 m x 2.50 m.

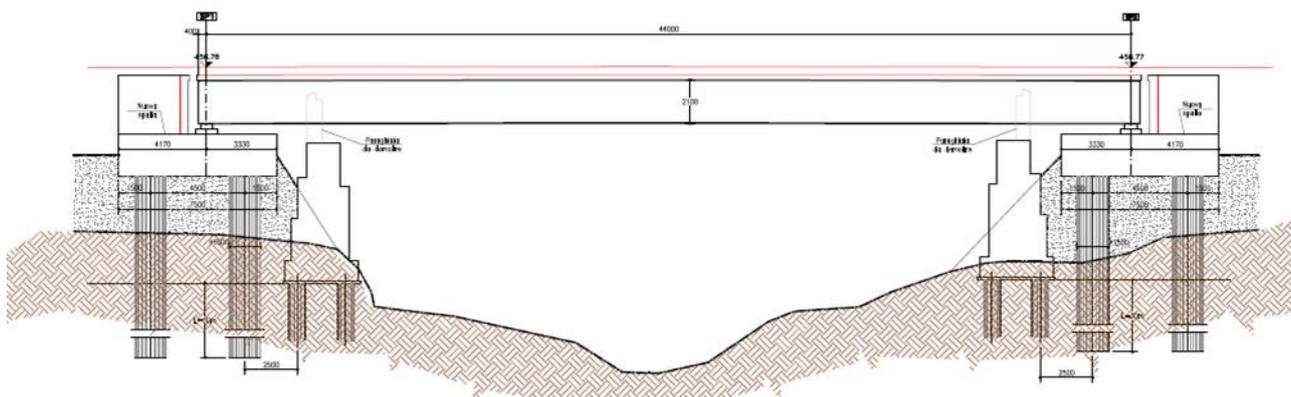


nuovo Viadotto Reno, pali-pila

Ciascuna fondazione è costituita da cinque pali pila di diametro pari a 2.80 m

9.9 PONTE SUL FIUME SAVENA

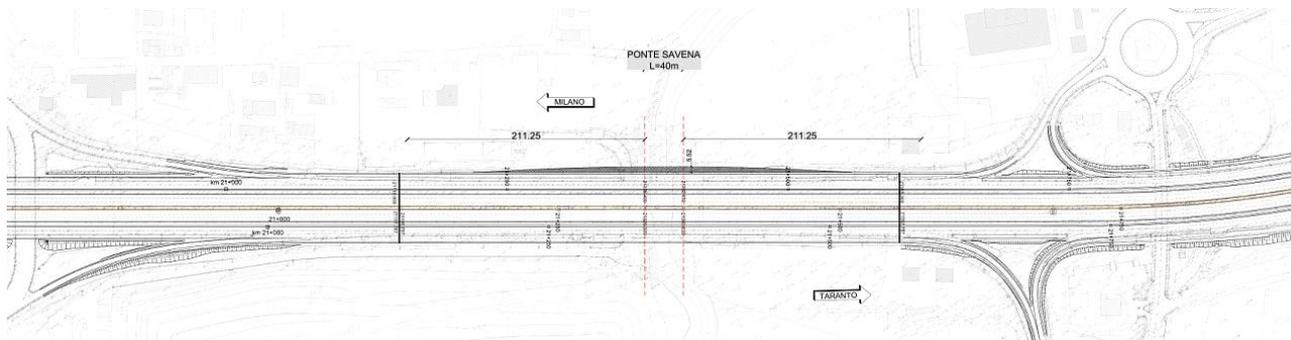
Si realizzeranno due nuovi impalcati (a sezione mista acciaio-clt con soletta collaborante), uno a sostegno della carreggiata nord (A14 + TG.LE), uno a sostegno della carreggiata sud (A4 + TG.LE). La nuova luce di calcolo è pari a 44m (contro i 32m dell'attuale) e sono sostenuti da 22 travi (12 carreggiate nord – 10 carreggiate sud) di altezza pari a 2,1m.



nuovo viadotto Savena, profilo longitudinale

Si prevede di non riutilizzare le spalle esistenti, costruendone delle nuove (sostenute da una doppia fila di pali di $D=1,5m$) dietro alle attuali, e demolendole successivamente.

Per poter garantire l'esecuzione nelle condizioni di traffico minime concordate, è necessario realizzare un maggior ampliamento sul lato della carreggiata nord, atto ad ospitare la tangenziale nord nel periodo di costruzione. Questo maggior ampliamento, in configurazione finale verrà utilizzato inserendo un tronco di scambio e «zebrando» la parte pavimentata in eccesso.



nuovo viadotto Savena, planimetria stradale

10 MITIGAZIONI AMBIENTALI E OPERE DI INSERIMENTO TERRITORIALE PAESAGGISTICO

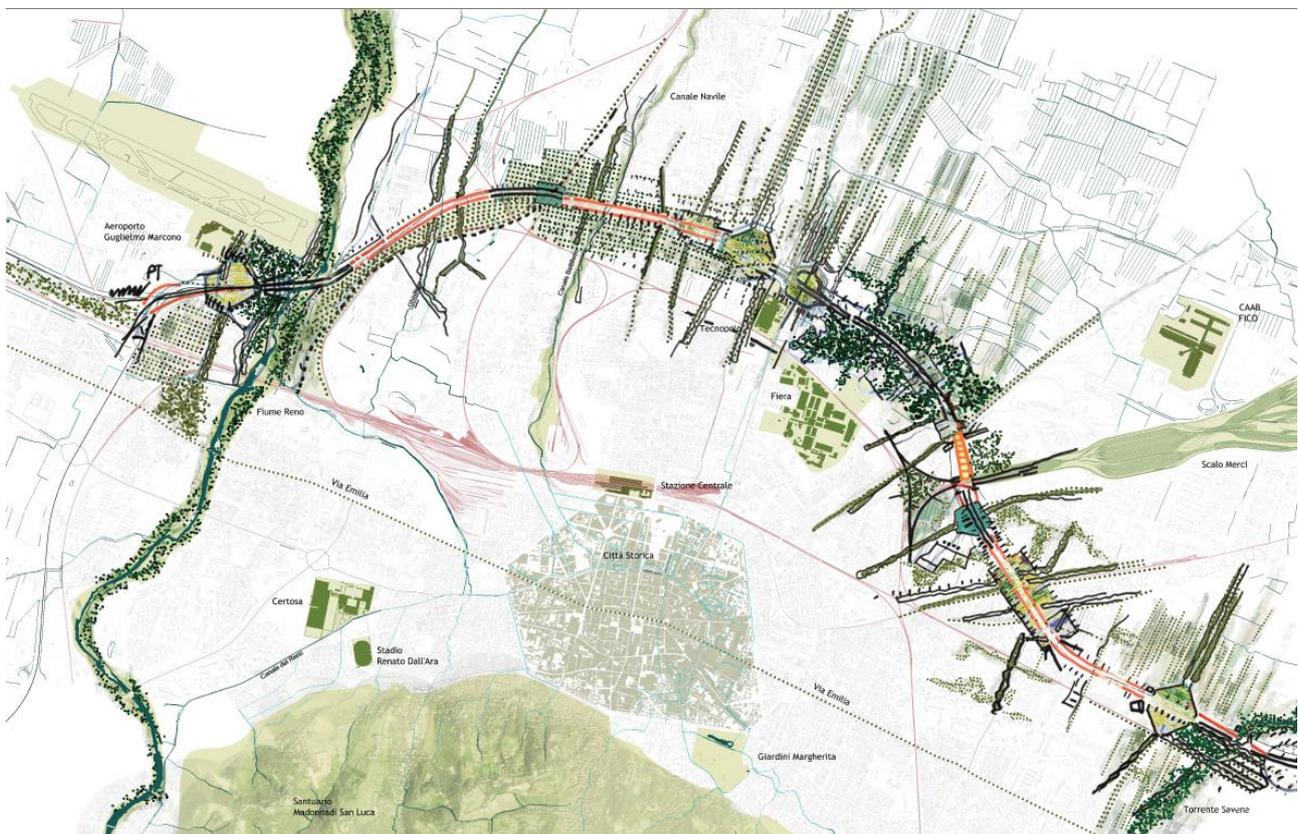
Il sistema tangenziale e autostradale di Bologna è stato sottoposto a un importante intervento infrastrutturale tramite la terza corsia dinamica aperta al traffico nel corso dell'anno 2008. Nell'ambito della realizzazione della terza corsia dinamica, l'infrastruttura è stata provvista di sistema di mitigazioni dell'impatto acustico.

L'intervento allo studio, pur non generando nuova mobilità, favorisce una migliore distribuzione degli spostamenti di traffico urbano che in parte potrà trasferirsi dalla viabilità urbana alle complanari inducendo benefici generalizzati sulla mobilità dell'intero contesto metropolitano in termini di fluidificazione del traffico e di velocità di percorrenza.

Di seguito vengono sinteticamente descritte le soluzioni adottate in termini di 'ambientamento e contestualizzazione' dell'infrastruttura all'interno dell'ambito urbano e metropolitano.

Il progetto preliminare sviluppato da ASP1 in coerenza con l'accordo dell'aprile 2016 è stato oggetto del percorso di confronto pubblico, svoltosi nei mesi di giugno-ottobre 2016. A valle di questo percorso il progetto preliminare è stato aggiornato, implementato e poi rivisto durante la redazione del progetto definitivo.

Il progetto architettonico e paesaggistico descritto di seguito è l'involuppo alle prescrizioni di VIA e Conferenza di Servizi.



Il potenziamento della tangenziale e del nodo bolognese rappresenta un'opportunità a scala territoriale per qualificare la città e per i quartieri che attorno ad essa gravitano: significa ripensare il nodo viabilistico, in termini di contributo territoriale, allo sviluppo e alla riqualificazione della città. L'infrastruttura è dunque immaginata come:

- un eco-sistema continuo, longitudinale all'infrastruttura (continuità ambientali, di flussi e di risorse), pur dovendo fare i conti in alcuni tratti con una discontinuità forzata;
- un mosaico formato da figure diverse (Porte, Passaggi, Percorsi, Parchi, Opere d'Arte) tutte inserite nella cornice di un Parco Territoriale della Tangenziale di Bologna;
- un'opportunità per riconfigurare nuove geografie e nuove connessioni tra territori fisicamente contigui ma per cesure strutturali tra loro sempre distanti.

L'intervento di inserimento architettonico e paesaggistico sviluppato persegue i seguenti obiettivi generali:

- 1) spostare lo sguardo e l'accento dal lavoro viabilistico a quello di riqualificazione e ridi-segno della città pubblica che gravita attorno all'infrastruttura;
- 2) garantire la ricostruzione o il mantenimento delle continuità territoriali e di ecosistema (parchi fluviali, biodiversità);
- 3) cambiare il paradigma percettivo dell'infrastruttura: dall'infrastruttura alla città (la percezione dei valori della città da chi la attraversa o si accinge ad accedervi) e viceversa dalla città verso l'infrastruttura (la visione dell'infrastruttura dalla città, lontano e vicino, come elemento unitario e "mimetico" al contesto urbano. Una visione territoriale di suggestione è quella che immagina "la collina scendere in città, abbracciandola anche a nord attraverso il Parco Territoriale della nuova Tangenziale");
- 4) Costruire un'infrastruttura oltre che per la mobilità viaria anche per il transfer dei dati e per un sistema integrato di raccolta, sensorializzazione e comunicazione dati (autostrada di 5a generazione). Il sistema delle Porte come punto di ingresso e uscita dall'infrastruttura rappresenta i punti nevralgici in cui concentrare le info-mobilità dell'inteso sistema urbano e metropolitano del traffico.

La strategia per l'inserimento paesaggistico e ambientale dell'ampliamento della autostrada e tangenziale di Bologna vuole definire un nuovo tassello in grado di influire sullo sviluppo del territorio, dove si potranno promuovere processi di sviluppo e di trasformazione a partire dalle sue eccellenze storiche e tecnologiche.

L'obiettivo principale dell'intervento è lo sviluppo equilibrato e sostenibile dell'intervento e dei suoi legami con il territorio alla macroscala, considerandone aspetti naturali, culturali e di percezione sociale, come indicato dalla Convenzione Europea del Paesaggio. Secondo tale accezione, il paesaggio è una risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dei territori e per la qualità della vita delle comunità che li abitano, e comprende aspetti sociali, culturali, ecologici e percettivi: è una sintesi complessa tra natura e cultura, tra risorse, esigenze e opportunità locali e territoriali.

Lo sviluppo progettuale è stato affrontato integrando tra loro diverse discipline specialistiche come l'ingegneria strutturale, l'architettura del paesaggio, la pianificazione territoriale e viabilistica, utili ad ottenere il miglior risultato sia in termini funzionali, quindi sotto l'aspetto tecnico e gestionale, sia in termini paesaggistico-ambientali, quindi potenziando la valenza ecologica dell'ambito di riferimento e valorizzando le qualità paesaggistiche dei territori attraversati. Affrontare la questione della qualificazione territoriale ed ambientale come motore di un rinnovato sviluppo socio-economico può rappresentare più che un buon auspicio per il futuro del paesaggio italiano. Ciò vale ancor più in un territorio come quello di Bologna che ospita uno strategico snodo nazionale ed europeo per la viabilità su gomma, oltre che su ferro.

L'applicazione delle infrastrutture integrate alla pianificazione e gestione del territorio richiede un approccio integrato e multidisciplinare che parte dalla macro scala territoriale fino alla micro scala locale. Ad ogni scala corrispondono elementi fisici portanti che vanno a costituire la rete di spazi verdi nei quali vengono attivati processi naturali.

Rispetto alle infrastrutture tradizionali, concepite con un unico scopo, le infrastrutture verdi presentano molteplici vantaggi. Non si tratta di una soluzione che limita lo sviluppo territoriale, ma che favorisce le soluzioni basate sulla natura se costituiscono l'opzione migliore. A volte può rappresentare un'interessante alternativa o una componente complementare rispetto alle tradizionali soluzioni, diventando occasione per posizionare i contesti locali come elemento centrale di una strategia sociale, economica e ambientale.

10.1 I CRITERI DEL PROGETTO: L'INFRASTRUTTURA COME PATRIMONIO PER IL TERRITORIO

La realizzazione rappresenta per Bologna un'occasione per migliorare la qualità urbana, quindi la qualità di vita della cittadinanza e degli insediamenti esistenti e per garantire adeguati livelli di servizio per i flussi di attraversamento e per quelli di gravitazione metropolitana e urbana.

I criteri progettuali adottati per la definizione del progetto devono perseguono l'obiettivo di costruire attorno ai 13,2 km di sviluppo una vera e propria Cerniera Ambientale e Urbana, fatta di connessioni urbane e ecologiche, di involucri e protezioni rispetto al contesto esistente, di nuove dotazioni architettoniche che superino l'immagine dell'infrastruttura viabilistica.

Considerare dunque il sistema autostradale-tangenziale come un tema di PAESAGGIO e di architettura, ma anche di alta qualità viabilistica e come un'opportunità di connessione della comunità e tra le parti di città, per recuperare TEMPO e AMBIENTE e creare una nuova e contemporanea INFRASTRUTTURA di PATRIMONIO territoriale.

Di seguito i principali criteri metodologici che adottati nello sviluppo del progetto:

1. considerare l'infrastruttura nel suo insieme, come un unicum di paesaggio da qualificare in occasione del suo potenziamento trasportistico, una sorta di PARCO TERRITORIALE che a partire dal suo asse centrale, imposti una visione/progetto delle aree disponibili secondo gradienti che vanno dall'urbano al naturale;
2. Lavorare nel Parco Territoriale in 2 scale differenti:
 - il progetto urbano/città (scala 1/2000 - 1/500) che implementi forme di adesione dell'infrastruttura alla città;
 - il progetto dei luoghi (scala 1/100 - 1/20) che studi per la città di Bologna elementi specifici e innovativi di qualificazione dell'infrastruttura;
3. lavorare su alcuni svincoli in particolare, con soluzioni che evitino 'colli di bottiglia', rispetto alla maglia stradale urbana che gravita attorno alla tangenziale;
4. attivare la fascia della tangenziale, considerata sino ad oggi cesura, 'riempiendola' con usi e servizi funzionali anche alle esigenze della comunità locale (parchi in prossimità dei quartieri);
5. lavorare sui temi della mobilità integrata e dell'intermodalità, che a partire dagli svincoli di ingresso/uscita dalla tangenziale, ragioni sulle possibili connessioni con:
 - rete mobilità veicolare urbana tramite l'ampliamento degli interventi già previsti sulla viabilità locale di ricezione,
 - rete mobilità sostenibile (percorsi ciclabili),

- connessioni con rete ferro (verifica delle stazioni SFM vicine alla tangenziale e possibili nodi di intermodalità).
6. sviluppare il progetto in un processo di feedback proattivo e interattivo a valle dell'ascolto avvenuto nella fase di confronto.
 7. approfondire i gradi di sostenibilità e innovatività dell'infrastruttura considerando tutte le componenti ambientali (aria, rumore, acqua, energia, suolo e sottosuolo).
 8. tenere in considerazione tutte le componenti ambientali (acqua, suolo, rumore, aria) come componenti significanti per il progetto territoriale e paesaggistico dell'infrastruttura.

Con la stessa modalità, andranno trattate anche le opere infrastrutturali di ambito metropolitano con l'obiettivo di:

- efficientare il sistema tangenziale sgravandolo dei flussi di attraversamento in ambito urbano;
- mitigarne e ambientarne l'impatto sul territorio.

La percezione dell'infrastruttura deve essere quello di una nuova struttura del patrimonio sociale, perché potrà rigenerare i rapporti territoriali. Si tratta dunque di conferire valore all'identità e alla percezione che quel patrimonio rappresenta guardandolo:

- da lontano e da vicino come un ELEMENTO UNITARIO nel contesto urbano (è il vallo di un castello o la collina che da sud ABBRACCIA A NORD LA CITTA') che può migliorare la qualità del territorio;
- da dentro verso fuori: intendendo l'infrastruttura come una PIATTAFORMA da cui può emergere il territorio.
- da fuori verso dentro: intendendo l'infrastruttura come ELEMENTO INTEGRATO al contesto urbano/rurale.
- integrando attorno all'infrastruttura un nuovo vero Parco territoriale che articola la città metropolitana in quartieri, borghi e aree di centralità.

10.2 GLI ELEMENTI DEL PROGETTO

Il progetto configura nove ambiti funzionali, attorno al sistema autostradale-tangenziale.



Ambiti funzionali

Questi sono già stati illustrati nel Dossier di Progetto Preliminare e in sequenza da ovest a est, si riporta una loro descrizione sintetica:

1 - Borgo Panigale Triunvirato - Birra

La prima delle nove cellule si configura come "porta" di accesso Nord-Ovest alla città metropolitana di Bologna, caratterizzata dalla presenza dell'aeroporto e dalla fascia boscata verde prevista nel suo progetto di sviluppo, dalla via Triunvirato quale connessione urbana importante tra la via Emilia e l'aeroporto, dalla vicinanza del corridoio ecologico del Reno e dagli interventi di riqualificazione dello svincolo.

2 - Reno - Selva di Pescarola

Caratterizzata dal passaggio del fiume Reno quest'area ha da un lato una valenza prevalentemente ecologica e naturalistica e dall'altro una predisposizione ad accogliere spazi verde attrezzati per

l'uso pubblico da parte dei cittadini dei quartieri limitrofi, garantendo tali relazione tramite le connessioni-passaggi longitudinali e trasversali pensate per la mobilità lenta.

3 - Navile

In questo ambito, la presenza del Canale Navile e del suo parco lineare rappresenta il filo rosso che conduce dal territorio della tangenziale sino alla città storica dentro mura. A nord della tangenziale, si colloca un ambito agricolo con la presenza dei Laghetti del Rosario, a sud l'intersecarsi delle linee ferroviarie con la rete stradale rende questo ambito, urbano e naturale assieme, interessante per nuove funzioni collettive.

4 - Corticella - Croce Coperta

Si tratta di un ambito urbano consolidato e denso, sia a sud che a nord della tangenziale, attraversato da importanti arterie urbane quali via Arcoveggio, via Corticella, via Saliceto, nel quale la riqualificazione diffusa delle dotazioni anche ambientali può essere potenziata dalle infrastrutture di mobilità lenta (ciclopedonali). Ulteriori elementi di caratterizzazione a ridosso dell'infrastruttura sono il Parco delle Caserme Rosse e il Centro Sportivo Arcoveggio.

5 - Stalingrado - Dozza

La riqualificazione di "Parco Nord", del quartiere fieristico e della Manifattura tabacchi, rappresentano importanti progetti per creare in questo ambito un importante distretto nazionale per attività culturali e ricreative. Gli interventi di riqualificazione, tenuto conto della vicinanza dell'ecosistema fluviale del Savena Abbandonato, incrementeranno la valenza ecologica e paesaggistica oltre ad implementare la dotazione arborea della città.

6 - San Donato - San Donnino

In questo ambito, caratterizzato a sud da un tessuto urbano denso e continuo e a nord da un forte connotazione agricola, si prevedono interventi di demolizione/ricostruzione del cavalcavia San Donato e la nuova galleria fonica come spazio pubblico di connessione sopraelevato, oltre alla riqualificazione *e ampliamento del parco di San Donnino con funzioni didattiche, ecologiche, produttive e sociali*

7 - Roveri Parco Campagna

Qui la presenza del Parco Campagna di via Larga, di Parco Scandellara e del Parco Vincenzo Tanara possono essere ripensati come un unico e unitario tassello di spazio pubblico, con servizi collettivi, ambientali e ricreativi. Sono previsti interventi di connessioni e passaggi ciclopedonali, anche al di sotto dell'infrastruttura, assieme ad elementi lineari di qualificazione arborea o fasce boscate, quali elementi i ricucitura paesistica.

Le attrezzature pubbliche esistenti (centro sportivo dello Spiraglio, Villa Pini) caratterizzano l'ambito per usi sportivi e culturali.

8 - Massarenti - Croce del Biacco

Quest'ambito urbano fortemente strutturato si configura come una vera e propria Porta di accesso dalla città metropolitana da est ed è caratterizzato dalla presenza della Torre Unipol e da un tessuto misto residenziale terziario e industriale. Qui il mantenimento della qualità estetica e funzionale degli interventi sarà determinante anche per garantire unitarietà all'immagine della Porta. Interventi diffusi di ricucitura ciclopedonale del tessuto costruiscono una rete di percorsi urbani.

9 - Savena

In tale area individuata all'interno del Psc della Città di Bologna come la "città-parco", si prevede l'integrazione tra edificato e verde, la valorizzazione del parco del torrente Savena e del paesaggio. La discarica di recente rinaturalizzazione costituisce un nuovo tassello verde restituito alla città e ai cittadini grazie a nuove funzioni e nuovi percorsi."

È a partire da questi 9 ambiti, intesi come supporto alla lettura e interpretazione del territorio e dei Quartieri che ha preso avvio lo studio di inserimento urbanistico dell'infrastruttura considerando e sviluppando 6 figure spaziali:

1. Ambiti funzionali
2. Porte
3. Parchi
4. Percorsi
5. Passaggi
6. Elementi e Opere d'arte (barriere acustiche, gallerie acustiche, cavalcavia, pannelli messaggio variabile)

La relazione tra i singoli elementi consente di restituire un quadro degli interventi sufficientemente integrato con il territorio, oltre al potenziamento e allargamento dell'infrastruttura.

10.3 PORTE

Sono previsti interventi di rilettura e riqualificazione di spazi urbani che gravitano attorno alla tangenziale e che ne costituiscono gli elementi di accesso/uscita. Gli svincoli sono dunque riletti in chiave di Porte della città. Assumono dunque un valore identitario e forniscono occasioni per sviluppare progetti legati all'intermodalità, allo scambio gomma-ferro, gomma-trasporto pubblico, all'implementazione della rete di mobilità dei percorsi ciclabili, ai servizi al cittadino, oltre che di riqualificazione degli spazi pubblici attorno agli svincoli (nuova illuminazione, segnaletica fissa e digitale, pavimentazioni, fermate trasporto pubblico, elementi di arredo urbano, parcheggi bici/byke sharing, ecc).

In particolare dal punto di vista del lighting design, un sistema integrato di illuminazione urbana caratterizza le Porte (così come i Passaggi): in ogni Porta in corrispondenza dei sottopassaggi si trova un'illuminazione pedonale di forma lineare sulla strada di congiunzione tra lo svincolo nord e quello sud, un sistema di elementi puntuali e reiterati caratterizza quella carrabile e un elemento unico di forma simbolica si trova all'interno delle rotonde di ingresso/uscita, ove presenti. Tale elemento dovrà essere approfondito in fase esecutiva, coerentemente con l'immagine urbana del nuovo sistema autostradale-tangenziale.

Il progetto di ognuna delle dieci Porte (così come per i Passaggi) riporta particolare attenzione ai punti di passaggio tra la Tangenziale (proprietà del concessionario) e lo spazio pubblico, ossia laddove il muro di sostegno dell'ampliamento e/o le fasce boscate e/o i filari arrivano in prossimità dello spazio pubblico. Questi punti sono letti e interpretati come risorse per creare piccoli spazi di sosta. Complessivamente il progetto prevede la riqualificazione delle seguenti 10 Porte:

SA01 - PORTA RENO – TRIUMVIRATO (P1)

SA03 - PORTA NAVILE (P3)

SA04 - PORTA CASTELMAGGIORE (P4)

SA05 - PORTA NORD (P5)

SA06 - PORTA STALINGRADO (P6)

SA07 - PORTA FIERA (P7)

SA08 - PORTA SAN DONNINO (P8)

SA09 - PORTA ROVERI (P9)

SA10 - PORTA MASSARENTI (P10)

SA12 - PORTA SAN LAZZARO (P12)

10.4 PARCHI

Sono previsti interventi di riqualificazione di parchi esistenti, aree intercluse negli svincoli, realizzazione di nuovi filari e nuove fasce boscate quali elementi per implementare la continuità 'verde' del sistema infrastrutturale. Le aree di progetto, con un'estensione lineare lungo il tracciato di circa 13km, si inseriscono come chiave di lettura nel nuovo approccio a scala territoriale che vede l'allargamento in sede dell'infrastruttura come un'opportunità di potenziamento paesaggistico del territorio.

In tali aree saranno sviluppati, in modo coordinato, i primi interventi e saranno perseguiti gli obiettivi principali di ricucitura dei tessuti della frangia urbana, incrementando la permeabilità territoriale relativa alla mobilità lenta. Unitamente saranno rafforzate le connessioni tra le diverse componenti ecologiche, naturali e paesaggistiche. Nell'ottica di una rinaturalizzazione del territorio verranno utilizzate specie autoctone così da costituire un nuovo sistema vegetale che integra e valorizza, sia a livello quantitativo che qualitativo, il contesto territoriale di riferimento.

Svolgono quindi il ruolo di centralità e di concentrazione del primo step di interventi legati alla realizzazione di opere a verde e si prefigurano come i primi tasselli costituenti un nuovo sistema territoriale, dai quali poi potranno svilupparsi ulteriori sistemi di verde strutturale ed ambientale.

Complessivamente il progetto prevede interventi sulle seguenti aree, oltre alle aree intercluse di svincoli e filari arborei/arbustivi:

- AP 001 - Giardino di Via della Birra
- AP 002 - Parco di Via Selva di Pescarola
- AP 003 - Giardino Frisi Sostegnazzo
- AP 004 - Fascia Boscata di Via Arcoveggio
- AP 005 - Giardino Anna Morandi Manzolini
- AP 006 - Area Parco Nord
- AP 007 - Parco San Donnino
- AP 008 - Parco Campagna Via Larga
- AP 009 - Parco Vincenzo Tanara
- AP 010 - Area Canova
- AP 011 - Copertura Galleria Antifonica
- AP 012 - Area Ex Scarpari
- AP 013 - Area Parcheggio Ex Michelino
- AP 014 - Area a completamento di Via Canova

AP 015 - Parco Campo Sportivo Croce Coperta

AP 016 - Fascia boscata Saliceto-Ferrarese

AP 017 - Parco Rabin

AP 018 - Fascia boscata Scandellara

AP 019 - Fascia boscata rotatoria Italia

AP 020 - Parco Savena

AP 021 - Fascia boscata di Via Poggi

I tipi di intervento sono sintetizzati come segue:

- Potenziamento, ampliamento o implementazione di Parchi urbani attrezzati e Parchi agricoli;
- Realizzazione Parchi naturali e di interventi di ri-forestazione urbana;
- Deimpermeabilizzazione e rinaturalizzazione.

Tra gli interventi più significativi in termini di impatto urbano si segnalano: la riqualificazione del Parco Nord, il completamento del Parco San Donnino a sud della tangenziale, l'implementazione del sistema di fascia boscata a protezione dell'ambito urbano, già previsto nel PRG del 1989.



Parco San Donnino

10.5 PERCORSI

Sono previsti interventi di implementazione della rete di mobilità lenta dei percorsi ciclabili. Anche una rilettura dei piani vigenti in ragione del loro grado di attuazione, sviluppata a valle del confronto pubblico, ha consentito di implementare quanto previsto dal progetto preliminare in un'ottica di ciclabilità diffusa attorno all'infrastruttura.

Gli interventi sui percorsi ciclabili potranno essere graduati in funzione delle loro caratteristiche, ovvero:

- percorso ciclabile in sede dedicata;
- pista ciclabile in carreggiata;
- percorsi interni ai parchi di progetto;
- percorsi interni ai parchi da migliorare;
- percorsi esistenti non necessariamente identificati come 'piste ciclabili' su cui intervenire in forma di segnaletica verticale e orizzontale.

Le tavole 111465-0000-PD-IT-AMB-BK000-00000-D-AUA5001-2, 111465-0000-PD-IT-AMB-BK000-00000-D-AUA5002-2 e 111465-0000-PD-IT-AMB-BK000-00000-D-AUA5003-2 riportano il quadro di sintesi degli interventi inerenti i percorsi ciclabili.

Il progetto prevede l'intervento sui seguenti itinerari, oltre a quelli compresi nelle porte e nei parchi:

BK001 - Itinerario Zanardi

BK002 - Itinerario Vasco de Gama-Marco Polo

BK003 - Itinerario Colombo-Terraioli

BK005 - Itinerario Zambeccari

BK007 - Itinerario Romita-Ex Michelino-Guizzardi-Cadriano

BK008 - Itinerario Campagna

BK009 - Itinerario Terrapieno

BK010 - Itinerario Rivani

BK011 - Itinerario Stradelli Guelfi-Canova

BK013 - Itinerario Ferrarese

BK014 - Itinerario Europa-Scandellara

10.6 PASSAGGI

Sono previsti interventi di riqualificazione dei Passaggi sottostanti la tangenziale. Complessivamente i Passaggi del Passante oggi presenti sono 30 (tra sottopassaggi, cavalcavia carrabili e ferroviari) e in particolare:

- cavalcavia carrabili (di cui 4 compresi nei sistemi delle Porte);
- cavalcavia ferroviari;
- sottopassaggi carrabili e non (di cui 6 compresi nei sistemi delle Porte).

Il progetto definitivo comprende tra l'altro interventi di riqualificazione urbana su 15 dei sottopassaggi esistenti prevedendo un sistema integrato di loro riqualificazione riguardante: nuova illuminazione pubblica, segnaletica fissa e digitale, pavimentazioni, fermate trasporto pubblico, elementi di arredo urbano, nuovi sistemi arborei e vegetali, parcheggi bici ecc.

L'applicazione di iscrizioni e segnali orizzontali su itinerari percorsi dal traffico veicolare diversi da quelli inclusi nel codice dalla strada, non essendo in generale ammessi, dovranno essere concordati con l'Ente gestore della strada e autorizzati preventivamente dal MIT (art. 148 comma 12 D.P.R. 495/1992).

Come nel caso delle Porte, particolare attenzione è stata posta nel progetto al sistema dell'illuminazione pubblica per garantirne la continuità, al sistema di 'contatto' tra muro/scarpata di confine con il sistema autostradale e lo spazio pubblico per creare piccoli spazi di sosta, al sistema integrato della comunicazione e del graphic design, strumento utile per trasformare lo spazio dei passaggi in spazio da destinare anche alla comunicazione delle attività dei Quartieri.

Il progetto definitivo comprende:

- la riqualificazione di 15 sottopassaggi pedonali e carrabili;
- la sostituzione con nuova costruzione di 4 cavalcavia (Benazza, Colombo, Terrapieno, San Donato);
- la riqualificazione di 1 cavalcavia esistente (Europa)
- oltre al rifacimento di 4 cavalcavia ferroviari.

Complessivamente il progetto prevede la riqualificazione dei seguenti sottovia, oltre a quelli compresi nelle Porte:

AR02 - SOTTOPASSAGGIO SENTIERI FIUME RENO 1 e 2 (S2)

AR05 - SOTTOPASSAGGIO ZANARDI (S5)

AR12 - SOTTOPASSAGGIO VIA DEL SOSTEGNO (S12)

AR13 - SOTTOPASSAGGIO FASCIA BOSCATI (S13)

AR14 - SOTTOPASSAGGIO DELL'ARCOVEGGIO (S14)

AR16 - SOTTOPASSAGGIO FERRARESE (S16)

AR18 - SOTTOPASSAGGIO ZAMBECCARI (S18)

AR23 - SOTTOPASSAGGIO CAMPAGNA VIA LARGA (S23)

AR26 - SOTTOPASSAGGIO GIUSEPPE RIVANI (S26)

AR27 - SOTTOPASSAGGIO DUE MADONNE (S27)

Tra gli interventi più significativi, emersi anche a valle del confronto pubblico, la creazione di un sistema di connessioni continue tra Croce Coperta e l'ambito del centro Arcoveggio - Parco Caserme Rosse con la riqualificazione dei 3 sottovia esistenti (via del Sostegno, Fascia Boscata, via Arcoveggio) secondo una visione integrata del territorio per trasformare la 'cesura' in 'cerniera'. Con la stessa logica, si è intervenuti in ambito Croce del Biacco (sottovia Rivani e Due Madonne).

È inoltre prevista la costruzione di 4 nuovi cavalcavia (Benazza, Colombo, Terrapieno, San Donato) e la riqualificazione di 1 cavalcavia esistente (Viale Europa), per i quali si rimanda al capitolo successivo.

10.7 ELEMENTI E OPERE D'ARTE

10.7.1 BARRIERE ACUSTICHE

Particolare attenzione progettuale è stata rivolta allo studio delle barriere acustiche e alla loro integrazione paesaggistica nei contesti attraversati dalla autostrada e maggiormente antropizzati.

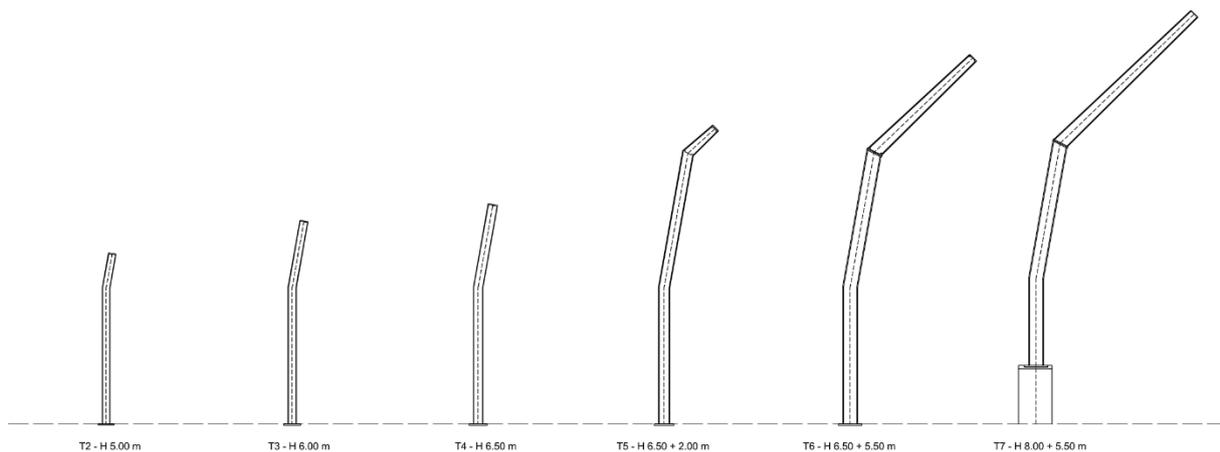
Le tre tipologie previste nel progetto, si distinguono in:

- barriere opache (tipo 1.1)
- barriere opache qualificate (tipo 1.2)
- barriere trasparenti (tipo 2)

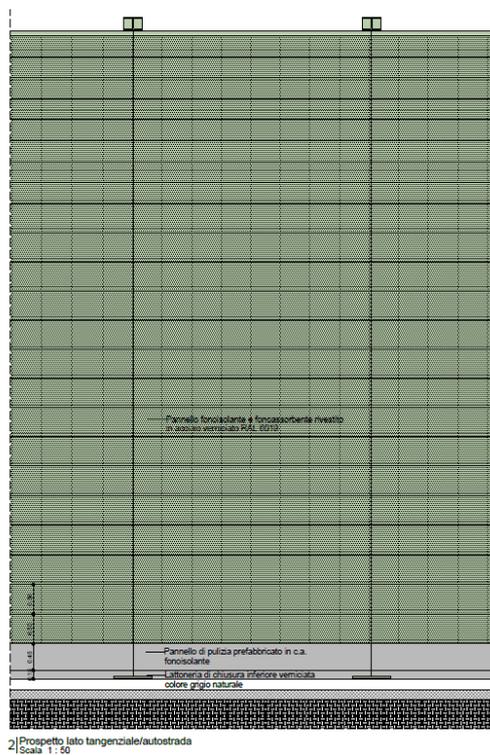
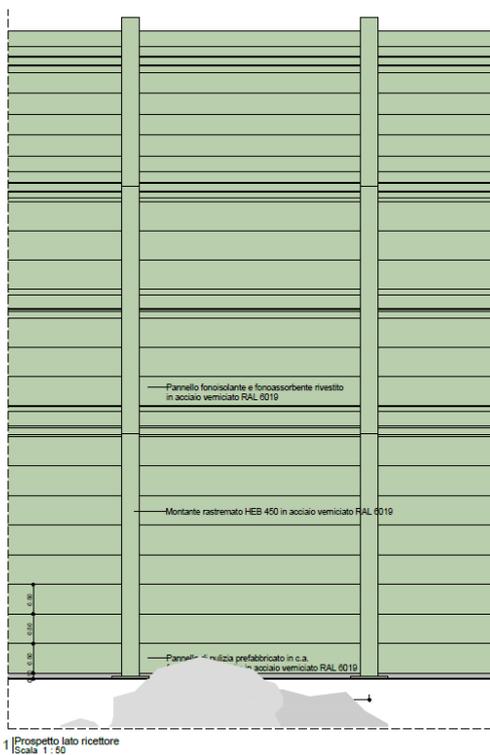
Le varie tipologie troveranno la loro applicazione in funzione degli scenari paesaggistici attraversati. La barriera opaca (senza rivestimenti esterni) verrà utilizzata se l'infrastruttura è in trincea o per tratti con vista paesaggisticamente ridotta o di scarsa qualità, oppure se l'infrastruttura è in corrispondenza di spazi residuali o non fruibili con scarsa suscettibilità percettiva per chi guarda l'infrastruttura dall'esterno.

La barriera opaca qualificata (rivestita con lamiera stirata di alluminio anodizzato) verrà utilizzata nei casi in cui sia davvero significativo il tratto infrastrutturale percepibile dall'esterno ovvero in corrispondenza di spazi pubblici o fruibili, oppure in corrispondenza di porte e sottopassaggi al fine di migliorare il loro inserimento estetico-architettonico.

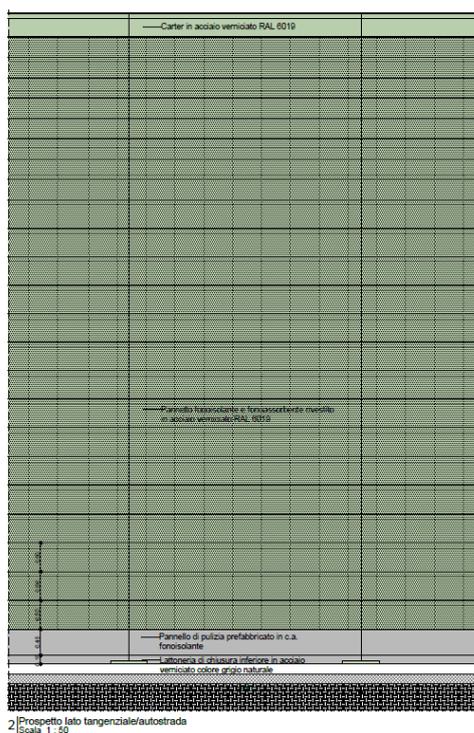
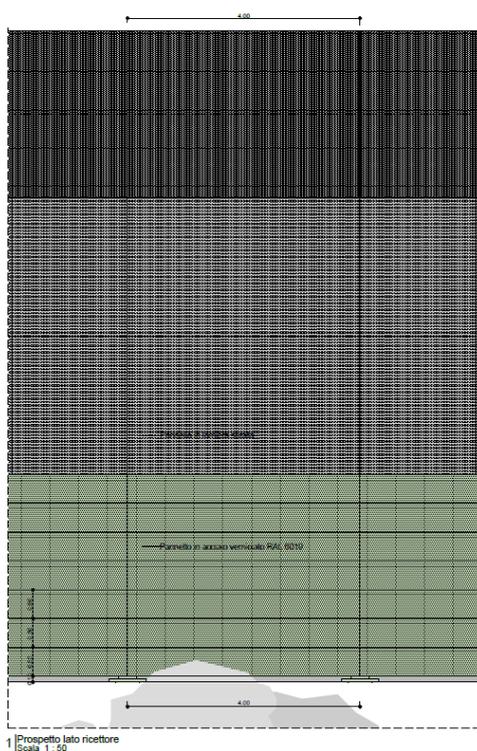
La barriera trasparente verrà utilizzata nei casi in cui l'infrastruttura è in rilevato con potenziale vista sulla città e i colli bolognesi, cunei agricoli o parchi di pregio al fine di aumentare la vista sul paesaggio oppure, in corrispondenza di porte-sottopassaggi-svincoli, al fine di migliorare la visibilità, l'orientamento ed il rapporto con la città;



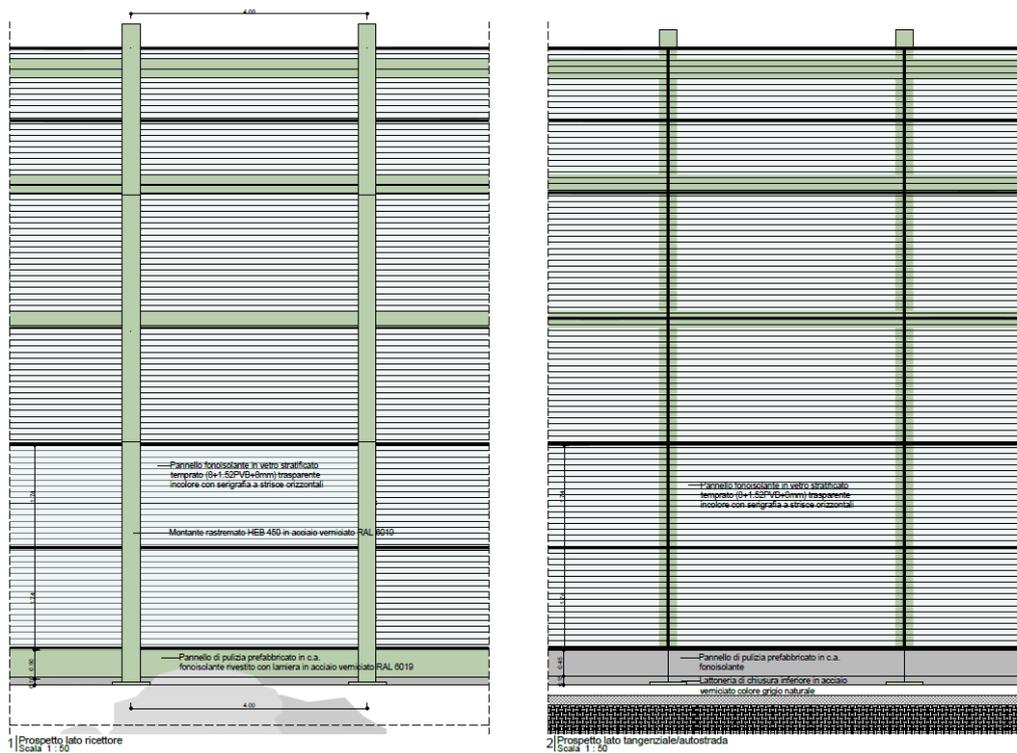
Sezioni trasversali delle barriere acustiche in funzione delle diverse altezze



Barriera di mitigazione acustica opaca



Barriera di mitigazione acustica opaca qualificata



Barriera di mitigazione acustica trasparente

Le barriere previste hanno altezze variabili tra 5.0 e 12.5 m con aggetti massimi di 5.50 m e sono costituite da:

Struttura

- montanti e traversi in acciaio verniciato colore RAL6019 (passo montanti 4,00m)

Pannelli

- pannelli fono-assorbenti 4x0,5 m in acciaio verniciato RAL 6019; alcuni pannelli fono-assorbenti avranno il solo lato interno verso autostrada/tangenziale verniciato in colore verde leggermente più scuro RAL 6021, da verificarsi su campioni al vero prima della messa in opera definitiva
- pannelli di pulizia 4x0,5 m in c.a. fono-isolante con pannello di rivestimento esterno in acciaio verniciato RAL6019
- pannelli fono-isolanti in vetro stratificato HST 4x2 m e 4x1 m intelaiato sui 4 lati per il tratto verticale (lastra stratificata HST addizionata con PVB strutturale per il tratto inclinato a 45°) con serigrafie lineari e regolari necessarie a prevenire l'impatto dei volatili.

Rivestimenti

- pannelli di rivestimento esterno 4x0,5 m in acciaio verniciato RAL6019
- pannelli di rivestimento esterno 4x0,5 m (anche versione 4x2 m) in lamiera stirata di alluminio anodizzato

10.7.2 GALLERIA FONICA SAN DONNINO

Il progetto architettonico

La realizzazione della Galleria fonica San Donnino va a sostituire e prolungare una copertura fonica attualmente esistente tra il cavalcavia stradale di via San Donato alla pk 17+440 e il cavalcavia ferroviario alla pk 17+515 e si estenderà dalla sezione in adiacenza al cavalcavia stradale San Donato fino in adiacenza al cavalcavia ferroviario con un prolungamento ulteriore di 103 m oltre quest'ultimo cavalcavia.

La realizzazione della nuova Galleria è non solo il compimento di una operazione ormai tecnicamente indifferibile, ma è anche l'occasione per una straordinaria operazione di riqualificazione urbana e ambientale. Si tratta innanzitutto di un'opera di grande ingegneria che si pone nel solco della tradizione dell'ingegneria strutturale italiana, un capitolo importante della nostra storia della costruzione.

La "grande" opera di ingegneria strutturale, che solitamente viene vista e percepita come intrusiva e estranea all'ambiente, rappresenta - al contrario - lo strumento più efficace e risolutivo per avviare a soluzione la grande serie di problematiche che la realizzazione di un grande asse infrastrutturale inevitabilmente determina e causa.

La Galleria fonica, nei fatti, diviene una sorta di opera infrastrutturale di tipo innovativo, una infrastruttura lineare che trascende la sua specificità tecnica per diventare un'opera di riqualificazione e protezione ambientale, la costruzione di un segmento di paesaggio. La galleria fonica rappresenta una robusta ossatura fisica attorno e al disopra della quale si realizza un grande parco lineare, si costruisce un luogo verde vivo e abitato, un nuovo suolo naturale.

La scelta di inserire un grande "giardino pensile" sul tratto di galleria fonica esistente e su quello di nuova progettazione nasce dalla opportunità di conferire a tale superficie delle qualità visive e ambientali in grado di mitigare e valorizzare l'inserimento di una struttura così invasiva in termini di:

- miglioramento delle connessioni urbane e mitigazione dei suoi impatti;
- innalzamento dell'aspetto estetico alla grande scala e alla scala ravvicinata;
- fruibilità di un ambiente verde da parte di tutti gli abitanti dell'immediato intorno circostante.

La galleria fonica è costituita da un insieme di elementi, alcuni esistenti, altri di nuova costruzione:

- Tratto A - Galleria di nuova costruzione a copertura dell'intera sezione stradale (lunga 135 m per una sezione di 55 m, sezione "a due canne", circa 8300 mq) e spalto verde digradante che scende oltre la tangenziale nord (circa 13100 mq).
- Tratto B - Galleria esistente a copertura della tangenziale e autostrada direzione sud (lunga 300 m per una sezione di 30 m, sezione "a una canna", circa 9200mq).

- Tratto C - Oltre il passaggio ferroviario (a Sud) la galleria viene prolungata a copertura della tangenziale e autostrada Sud (lunga 100 m per una sezione di 30 m, sezione “a una canna”, circa 3300 mq) realizzata con travi reticolari ricoperte da pannelli fonoassorbenti rivestiti in acciaio verniciato RAL 6019 del tipo utilizzato per le barriere acustiche.

Descrizione dei materiali

I materiali presenti nel progetto della Galleria fonica danno continuità a tutti gli altri interventi previsti lungo questo tratto autostradale.

L'acciaio verniciato RAL 6019, utilizzato come rivestimento dei pannelli acustici delle barriere acustiche, è qui presente in diverse forme: sono in acciaio verniciato i pannelli fonoassorbenti della barriera acustica sullo sbalzo di 7.00 metri del tratto di galleria esistente (tratto B), lato autostradale, e nella fascia inferiore della stessa, lato ricettore. Sono in acciaio verniciato il rivestimento del prolungamento (tratto C) e i pannelli di rivestimento dell'imbocco della galleria.

L'acciaio Cor-Ten, invece, rivestendo i muretti di contenimento delle diverse vasche verdi che bordano il percorso principale del parco lineare, dà carattere al parco stesso.

La lamiera stirata in alluminio riveste invece gli elementi di sostegno delle pensiline per l'ombreggiamento delle piazze. La lamiera, grazie alla sua trasparenza, permette una maggiore permeabilità visiva tra i setti verticali.

A garantire l'ombreggiamento delle tre piazze si prevedono delle grandi pensiline in listelli di legno composito in alternanza tra pieni e vuoti tesi tra cavalletti metallici che, in corrispondenza delle tre risalite, ricoprono la rampe e le scale per marcare ulteriormente i punti di accesso.

Le pavimentazioni dei percorsi pedonali e ciclabili sono realizzati in pavimento tipo calcestruzzo architettonico additivato con inerti colorati.



Galleria Fonica San Donnino – Vista generale

10.7.3 SEMIGALLERIA FONICA CROCE DEL BIACCO

Il progetto architettonico

L'autostrada A14, in corrispondenza con la via Due Madonne, che la interseca scorrendole sotto, attraversa una zona densamente abitata, in particolare il quartiere Croce del Biacco, che si estende a nord del tronco autostradale.

In questo contesto, densamente infrastrutturato e abitato, si è resa necessaria un'opera di protezione acustica e di trattamento ambientale particolarmente accurato del versante nord dell'infrastruttura, in modo da rendere compatibile il potenziamento della sezione, con le caratteristiche urbane del contesto abitato.

Il quartiere di Croce del Biacco si appoggia sostanzialmente sulle due strade che scorrono parallelamente all'autostrada, via degli Stradelli Guelfi e via Rivani, che rendono particolarmente sensibile la percezione del fronte autostradale, che in quel tratto si estende per circa 440 metri.

Il tratto è intersecato dal sottovia di via Due Madonne, che lo divide in due sub-parti, una maggiore e una minore. Quella minore, a sinistra del sottovia, è stato trattato con una sistemazione prevalentemente artificiale, mentre quella a destra è stata parzialmente rivestita con un trattamento erboso e vegetazionale.

Tutto il tratto autostradale è stato rivestito con una galleria semi-fonica, cioè con un risvolto a "L" della barriera acustica che dà sul versante del quartiere Croce del Biacco, che in quel tratto si piega orizzontalmente fino a coprire metà dell'intera carreggiata, cioè fino alla mezzeria della corsia autostradale. Questo per proteggere la parte più sensibile del tratto autostradale, quella che corrisponde al quartiere più densamente abitato.

Osservando la sezione trasversale, si nota che i montanti verticali della barriera antirumore proseguono in orizzontale sul sedime della carreggiata, fino a raggiungere il muro in c.a. della mezzeria, formando una salda intelaiatura controventata che costituisce il graticcio della protezione antifonica. L'intelaiatura è costituita da montanti e travi in acciaio. A seconda che osserviamo poi l'intradosso e l'estradosso della superficie che si genera, possiamo notare dei trattamenti differenti. Nello spazio interno della tangenziale direzione nord, viene risvoltato e proseguito il rivestimento delle barriere antiacustiche interno strada già adoperati negli altri tratti autostradali, rivestimento costituito da pannelli fonoassorbenti in acciaio verniciato. Tale trattamento costituisce una sorta di manto omogeneo che risale dalla barriera laterale e prosegue fino a metà della carreggiata nord, lasciando scoperta poi la struttura metallica restante, che va a terminare sulla mezzeria.

L'estradosso invece vede due rivestimenti distinti. La parte sommitale, quella orizzontale esterna, è rifinita con pannelli sandwich fonoassorbenti accoppiati con lamiera grecata. La parte verticale, che costituisce il lembo esterno della galleria, è rifinita con un trattamento che fa parte integrante della più vasta sistemazione ambientale dell'intero tratto.

A sinistra e a destra del sottovia, si alternano due diverse soluzioni. L'intero prospetto della sistemazione autostradale è suddiviso da una linea orizzontale, con diversi trattamenti. Tale linea orizzontale coincide con l'impalcato autostradale, che in quel tratto viaggia a una quota di circa mt. 5,70.

Il trattamento superficiale del tratto destro, che fa da sfondo alla sistemazione della scarpata verde (uno spalto leggermente inclinato trattato con siepi e alberature verdi) e della porzione sinistra, a lato del varco del sottovia, è costituito da finitura superficiale del muro di contenimento in cls realizzato con matrici elastiche a fasce alternate. I trattamenti superficiali sono di due tipi: effetto travertino ed effetto pietra.

Tutta la porzione superiore del muro al di sopra dell'impalcato è, invece, rivestita esternamente con gli stessi pannelli in lamiera stirata utilizzati per il rivestimento delle barriere di qualità presenti su tutto il nuovo intervento autostradale.

Descrizione dei materiali

L'interno della galleria è rivestito in continuità con le barriere fonoassorbenti con pannelli di acciaio verniciato RAL 6019.

Il principale materiale del prospetto esterno della semigalleria Croce del Bianco è il rivestimento in pannelli di lamiera stirata in alluminio anodizzato delle stesse dimensioni di quelli utilizzati per le barriere, dando, in questo modo, continuità linguistica e formale a tutta l'autostrada.

La parte inferiore del prospetto esterno è, invece, rivestito con trattamenti superficiali a matrici elastiche del muro in cls.



Semigalleria Croce del Bianco – Vista da Via delle Due Madonne

10.7.4 CAVALCAVIA

Cavalcavia Via Benazza – Via Del Terrapieno

Il progetto architettonico

Il progetto degli apparati di attraversamento trasversale dell'autostrada di Via Benazza e Via del Terrapieno affronta il tema non elaborando una soluzione meramente tecnica, ma offrendo una soluzione unitaria che possa tradursi in un'immagine coerente ed iconica al tempo stesso degli elementi di scavalco.

Il nastro autostradale è attraversato trasversalmente da una serie cadenzata di cavalcavia che consentono l'attraversamento dell'infrastruttura da parte delle strade di collegamento locale. Ciò pone un problema tecnico di ripetizione di una immagine e della sua organicità di segno nel paesaggio.

La proposta definisce quindi un'immagine unitaria per i diversi cavalcavia a campata unica dal punto di vista strutturale e delle loro finiture architettoniche. La trave metallica reticolare tridimensionale, elemento strutturale principale e i pannelli in lamiera stirata che la rivestano diventano gli elementi caratterizzanti che definiscono la forma ed il carattere architettonico di questa serie di opere d'arte.



Nuovi cavalcavia - Vista del cavalcavia di Via Benazza

L'uso della trave reticolare tridimensionale consente di ridurre gli impalcati stradali e di portare in estradosso il sistema portante al fine di alleggerire l'immagine complessiva dell'opera. Il processo di smaterializzazione e il carattere di leggerezza si ottengono attraverso la sagomatura delle briglie

inferiori e superiori delle travi di bordo, che raggiunte dalla luce in maniera radente accentuano l'effetto di leggerezza delle opere stesse.

La struttura è costituita da due travi laterali metalliche composte da una trave in acciaio a T superiore e una briglia inferiore doppio T collegate con profili tubolari intrecciati che sono le strutture portanti dell'impalcato stradale anch'esso metallico. La trave è composta da un doppio ordine di profili tubolari disposti lungo l'asse longitudinale della trave nella posizione interna e due elementi che collegano la porzione interna della trave con la parte esterna della briglia inferiore. La campata ha un passo di 5,00 mt. per 5,00 m di altezza. Le due travi correnti laterali sono appoggiate rispettivamente su quattro apparecchiature di appoggio in prossimità delle spalle laterali senza sostegni centrali.

La scelta cromatica delle colorazioni con verniciatura RAL 9006 per tutte le parti in ferro vuole esaltare il carattere di leggerezza del cavalcavia esaltando le capacità di riflessione dei colori del paesaggio circostante.

Lungo tutto il cavalcavia la proposta prevede l'installazione di una pannellatura continua in lamiera stirata all'interno della travatura metallica e su entrambi i lati atta a garantire la sicurezza rispetto al lancio e alla caduta di oggetti dal cavalcavia.

La ricerca di un'immagine coerente, nelle diverse condizioni del giorno e della luce, si completa con l'installazione di un sistema di illuminazione che caratterizza un'immagine notturna del cavalcavia molto differente da quella diurna, ma con una continuità stilistica. Il cavalcavia diventa così un segnale luminoso che, senza interferire con l'equilibrio luministico della infrastruttura stradale, costituisce un segnale percepibile a distanza.



Nuovi cavalcavia - Vista notturna del cavalcavia di Via Benazza

I rilevati e le scarpate, trattate a verde, esalteranno l'immagine architettonica nel paesaggio attraversato concorrendo a costruire un'immagine unitaria, senza soluzione di continuità tra l'ambiente naturale e quello antropico.

Il sistema di illuminazione

Il progetto prevede l'installazione di un sistema di tubolari "luminosi" posizionati sulla porzione interna delle travature ed in prossimità del piano della lamiera stirata ed in posizione esterna rispetto ai tubolari diagonali. I due sistemi hanno andamento sfalsato in prospettiva al fine di costruire un'immagine complessa che rimanda ad un intreccio di fili riprendendo la poetica del cesto.

Il sistema di illuminazione garantisce una luce diffusa, anche grazie all'impiego di sorgenti luminose LED, con basso assorbimento energetico. Il sistema di fissaggio degli elementi in metacrilato/polycarbonato sarà realizzato con dei sistemi di cavi tesati fissati alle travi superiore ed inferiore. L'effetto che si otterrà sarà quello di un intreccio luminoso che dal crepuscolo e durante la notte punteggerà il percorso autostradale riprendendo il tema dell'intreccio strutturale determinato durante il giorno dalle travature reticolari.

Descrizione dei materiali

I parapetti interni saranno realizzati con sottostruttura in acciaio zincato agli impalcati. Il materiale di rivestimento previsto in pannelli di lamiera stirata è in grado di assicurare la rispondenza ai requisiti prestazionali di resistenza agli agenti atmosferici, durabilità nel tempo, reazione al fuoco, facilità di montaggio ed inoltre assicurare una leggerezza e una facilità di montaggio.

Per la finitura delle spalle laterali dei cavalcavia si utilizzeranno pannelli in acciaio verniciato RAL6019 in continuità con il prospetto interno delle barriere.



Nuovi cavalcavia - Vista del cavalcavia di Via del Terrapieno

Cavalcavia Via Cristoforo Colombo – Cavalcavia Viale Europa – Cavalcavia Via San Donato

Il progetto architettonico

Il progetto stradale, sia per i nuovi cavalcavia che per quelli esistenti oggetto dell'intervento, prevede un nuovo sistema di muri antisvio dotato di rivestimento architettonico lato autostrada. Montanti verticali, con passo 5.00 m, ancorati all'impalcato portano internamente pannelli di lamiera stirata ed esternamente pannelli in lamiera microforata agganciati, attraverso una sottostruttura, ai montanti stessi. Centralmente si delinea, invece, una piega variabile del rivestimento determinata dalla sottostruttura predisposta per i pannelli di rivestimento in lamiera forata di alluminio verniciato.

Descrizione dei materiali

I parapetti laterali saranno realizzati con struttura in acciaio zincato, vincolati attraverso piastre di ancoraggio agli impalcati, con un passo di 5 m, sia che gli impalcati siano in cls che in acciaio. La forma architettonica scelta, per dare uniformità e dinamicità a questo elemento, si sviluppa lungo delle direttrici sempre mutevoli, per accompagnare in un unico segno la dinamicità planimetrica stessa del tracciato stradale. Il materiale di rivestimento previsto, in grado di accompagnare questa forma amorfa e al tempo stesso di assicurare la rispondenza ai requisiti prestazionali di resistenza agli agenti atmosferici, durabilità nel tempo, facilità di montaggio ed inoltre assicurare una facilità di montaggio, è una lamiera microforata in alluminio, fissata, tramite una propria sottostruttura, alla struttura portante delle barriere.

I parapetti interni al cavalcavia sono invece realizzati con pannelli di lamiera stirata in alluminio verniciato, maglia 100x40.

Per la finitura delle spalle laterali e della pila centrale del cavalcavia si utilizzeranno pannelli in acciaio verniciato RAL 6019 in continuità con il prospetto interno delle barriere.



Nuovi cavalcavia - Vista del cavalcavia di Viale Europa



Nuovi cavalcavia - Vista del cavalcavia di Via Cristoforo Colombo



Nuovi cavalcavia - Vista del cavalcavia di Via San Donato

10.8 CARATTERIZZAZIONE DELLO SPAZIO URBANO

10.8.1 RIVESTIMENTI SOTTOVIA

Lo studio dei rivestimenti è stato fondamentale per la caratterizzazione dei nuovi interventi. L'obiettivo è quello di dare omogeneità e riconoscibilità al sistema di interventi lungo tutta la Tangenziale pur garantendo la caratterizzazione dei luoghi specifici. La riconoscibilità su queste due scale facilita infatti l'orientamento e la percorribilità per pedoni e ciclisti.

Per il rivestimento dei sottovia si prevedono le seguenti scelte:

- fronte superiore esterno: rivestimento in lamiera stirata di alluminio
- testate pareti laterali: lamiera piana con infografia integrata
- pareti laterali interne: tinteggiatura con vernici protettive fluorurate RAL grigio effetto cemento
- predalles: tinteggiatura con vernici protettive fluorurate RAL grigio effetto cemento
- pareti esterne in c.a.: trattamento superficiale mediante matrici tipo Reckli Bretagne e Travertin in corrispondenza della galleria fonica Croce del Biacco



Fotoinserimento sottopassaggio dell'Arcoveggio

TESTATE PARETI LATERALI

Lo studio dei rivestimenti si è concentrato su due elementi: testate e trattamenti interni dei sottovia. Gli elementi di testata sono i punti di riferimento visuale nel percorso. Il ruolo delle testate è quello di definire un elemento visualmente riconoscibile che accomuni Porte e Sottopassaggi.



Esempio di una tipologia di testata in lamiera piana con infografia integrata

Tutte le testate sono infatti di lamiera piana con infografia integrata. È composta da un risvolto di 2,5m che si affaccia sulle aree attrezzate dei nuovi sottovia e da una porzione che ricopre il primo tratto del tunnel (sempre di 2,5m).

Il ruolo del rivestimento delle testate è molteplice. La lamiera fuoriesce dalla spalla dei tunnel di 50 cm creando un vuoto per accogliere gli impianti di deflusso delle acque meteoriche e installazioni di varia natura. Il lato verso l'esterno contiene una grafica informativa che orienta il pedone (numero, nome della porta, mappa di posizionamento) e il ciclista (mappa generale della città con il sistema di piste ciclabili) indirizzandoli e fornendogli suggerimenti per migliorare l'esperienza del percorso (mappa con indicazioni su passaggi successivi e sui luoghi d'interesse limitrofi, info sulle dotazioni delle piazzette –wifi, alimentazione bici elettriche-, codici QR per scaricare applicazioni). Queste informazioni sono sostituibili attraverso l'uso di tasselli.

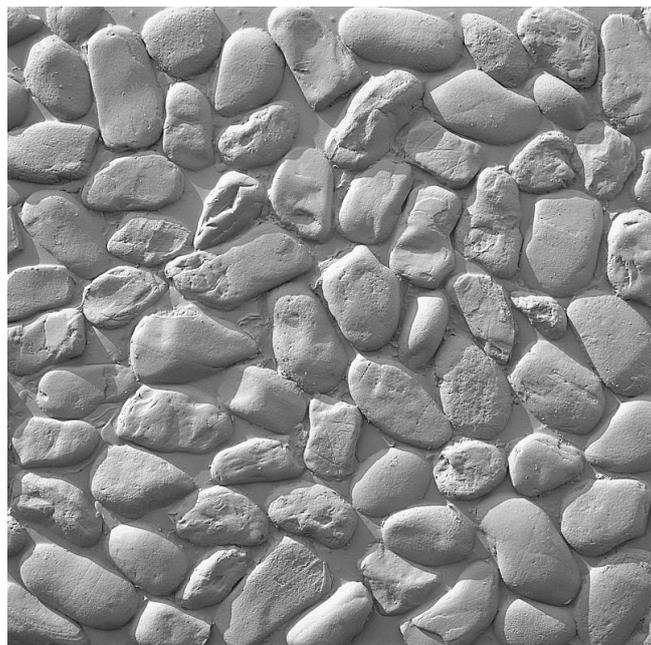
Se il rivestimento delle testate è in lamiera piana il rivestimento interno dei sottovia è stato progettato pensando a una gamma di materiali più articolata, pur garantendo la continuità cromatica lungo tutto il percorso coperto.

TRATTAMENTO SUPERFICIALE MURI IN CEMENTO ARMATO

Per i muri in cemento armato a vista si prevede il trattamento superficiale mediante matrici. Per i muri in corrispondenza di sottopassi (es. Croce del Biacco) si prevede l'utilizzo combinato di due matrici differenti: tipo Reckli 2/90 Travertin e tipo Reckli 2/136 Bretagne. Per i muri estesi si prevede l'utilizzo di matrice tipo Reckli 2/156 Steinwald.



Effetto matrice tipo Reckli 2/90 Travertin



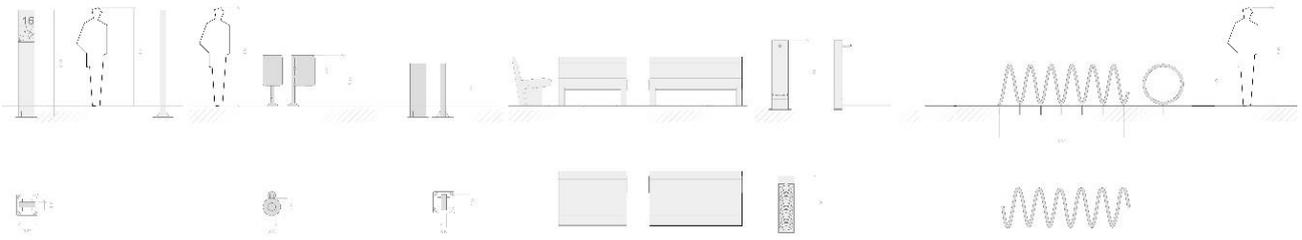
Effetto matrice tipo Reckli 2/136 Bretagne



Effetto matrice tipo Reckli 2/156 Steinwald

10.8.2 ARREDO URBANO

Gli arredi previsti nelle aree attrezzate comprendono panche, cestini, rastrelliere porta biciclette e fontanelle. A questi elementi vanno sommati gli arredi per garantire la sicurezza e il funzionamento di piste ciclabili, attraversamenti pedonali e trasporto pubblico: come dissuasori, segnaletica di indicazione chilometrica, segnaletica informativa, fermate e pensiline bus.



Arredo urbano

Data la grande diversità degli ambiti di intervento sono stati scelti elementi dal design semplice, flessibile e facilmente adattabile sia a contesti naturali che a scenari urbani.

Nel caso delle panchine la scelta è ricaduta su un tipo di seduta modulare capace di adattarsi a situazioni spaziali diverse. Le panchine tipo SUMO sono infatti fabbricate in varie dimensioni (1.10 m, 1.50 m, 2 m o 3 m di lunghezza) e sono presenti due opzioni ad angolo (una concava e una convessa). Attraverso la giustapposizione dei singoli moduli è stato possibile proporre sedute continue lineari (via Zambeccari), sedute continue ad angolo (via Ferrese) o sedute singole (via dell'Arcoveggio).



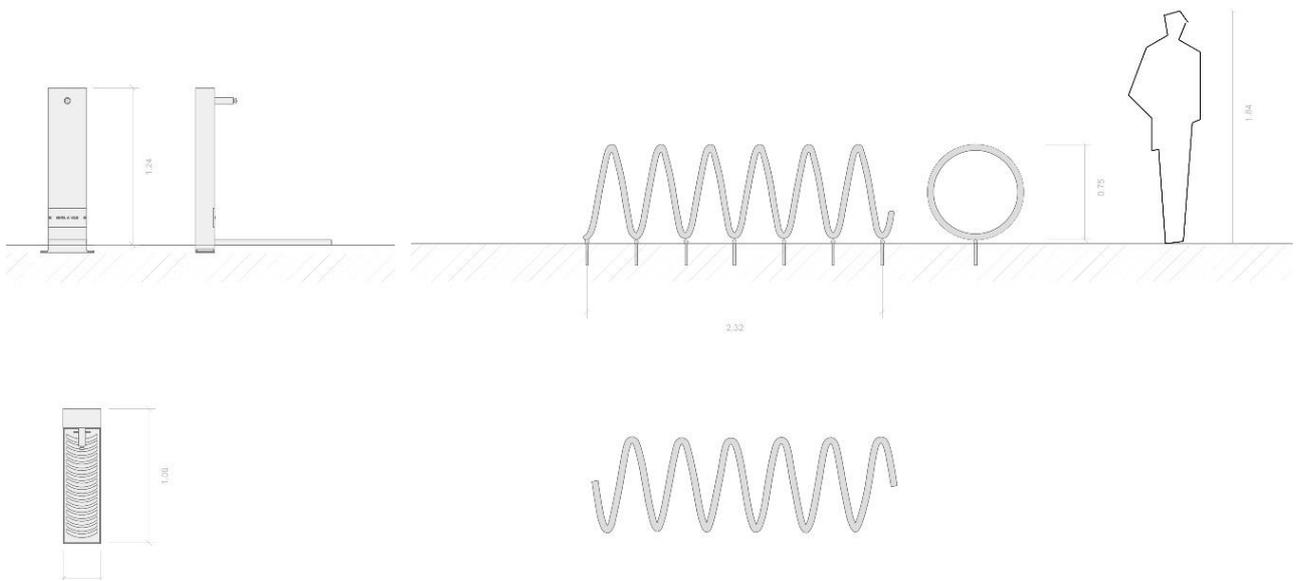
Panchine tipo SUMO

Per la scelta degli altri elementi sono stati utilizzati gli stessi criteri: disegno pulito e pezzi monoblocco.

Le fontane tipo Atlántida sono un elemento monolitico in ghisa con protezione antiossidante di colore nero di forma squadrata che richiama anche il design dei nuovi pali per l'illuminazione. La rastrelliera per biciclette scelta è un unico oggetto a spirale che si appoggia sul terreno.

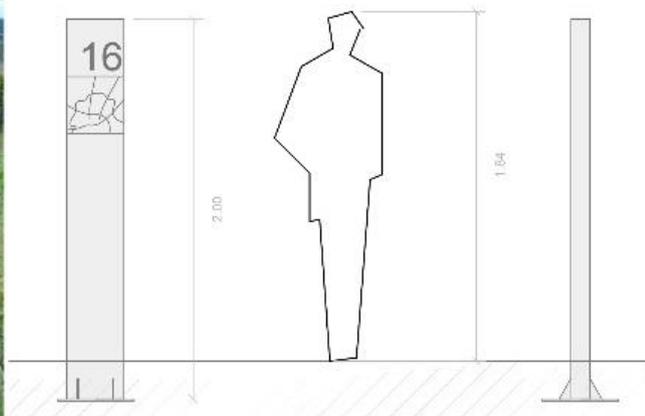


Fontana e rastrelliera biciclette



Fontana e rastrelliera biciclette

Anche nel caso della segnaletica verticale per i percorsi (segnaletica informativa e segnaletica di indicazione dei chilometri) sono stati scelti elementi monolitici dalla forma squadrata a ridotto impatto visivo.



Segnaletica percorsi

A delimitazione delle aree pubbliche e private ove la recinzione è visibile dall'utenza ciclopedonale si prevede l'installazione di recinzione tipo Nuova Defim Orsogril Acumina:

AP03 - Giardino Frisi Sostegnazzo

AP04 - Fasca boscata di via Arcoveggio

AP08 - Parco Campagna Via Larga

AP09 - Parco Vincenzo Tanara

AP10 - Area Canova

AP14 - Area a completamento Canova

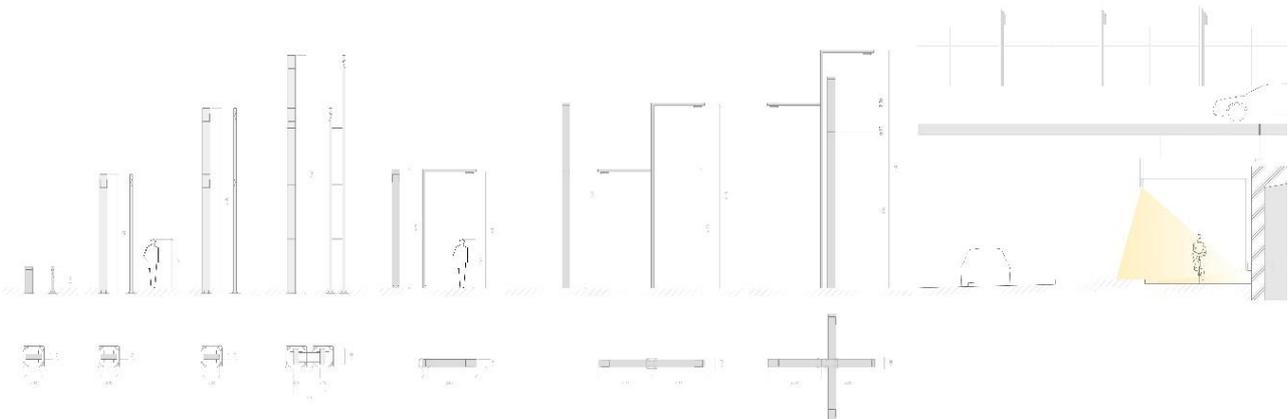


Recinzione Nuova Defim Orsogril Acumina

10.8.3 ILLUMINAZIONE

Per l'illuminazione si è definito un esteso abaco di elementi al quale ricorrere per risolvere le esigenze specifiche dei molteplici e variabili ambiti di intervento.

Oltre al riutilizzo dell'illuminazione esistente, garantendo la riubicazione e il mantenimento dei lampioni rimossi in fase di cantiere, si è data particolare attenzione all'illuminazione nei sottovia e nei nuovi spazi pubblici ad essi connessi.



illuminazione

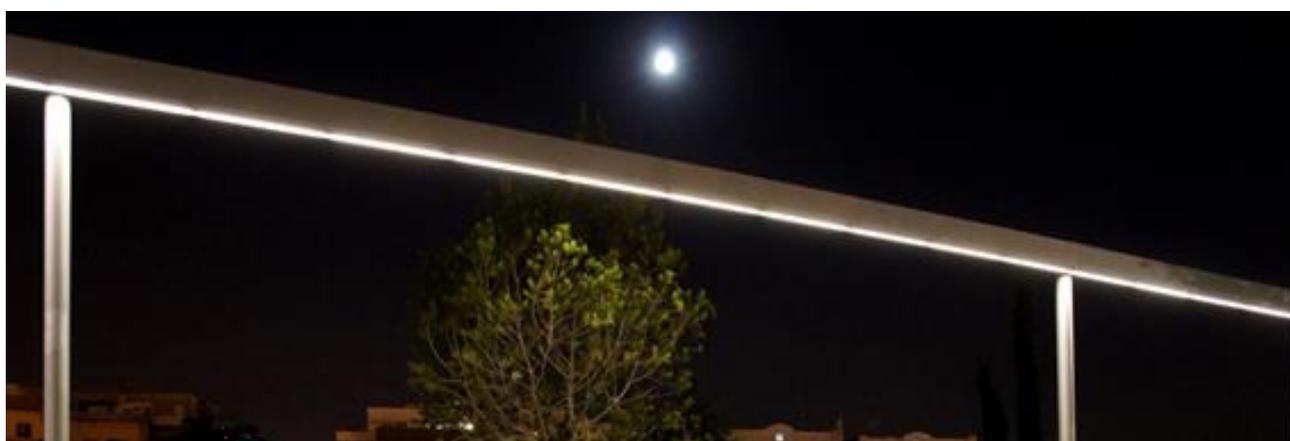
Per gli spazi pubblici sono stati utilizzati vari tipi di illuminazione puntuale: totem con differenti altezze (tipo Roura, Baliza) per illuminare aree pedonali in parchi e aree verdi; pali a forma di L rovescia (tipo schröder, Rivara) per illuminare marciapiedi e carreggiate; pali doppi (tipo schröder, Rivara) per l'illuminazione di aree pedonali urbane.

Inoltre, tra questi sono stati inseriti pali capaci di diffondere luce e connessione WI-FI in modo da accompagnare Bologna nella sua trasformazione smart.



Illuminazione puntuale

Per i sottovia sono stati affiancati due differenti tipi di illuminazione: uno per la sede stradale carrabile di tipo zenitale e puntuale (tipo Schröder, FV32 led), uno per il percorso ciclopedonale di tipo lineare continuo (tipo Schröder, induline).



Illuminazione lineare continua

L'illuminazione lineare fuoriesce dal sottovia appoggiandosi ai pali per l'illuminazione delle nuove aree attrezzate integrando in tal modo i percorsi coperti con gli spazi pubblici all'aperto. L'effetto ottenuto è quello di una continuità visuale del percorso e un senso di accompagnamento per il pedone eliminando qualsiasi angolo buio nelle aree urbane.

Nel caso di sottovia a uso esclusivo ciclopedonale dentro a parchi e contesti naturali (come per i sottopassaggi Campagna-via Larga e Fascia boscata) si è scelta un'illuminazione continua a parete integrata col rivestimento murario tipo U Glass. L'effetto è quello di una luce diffusa che garantisce un senso di sicurezza in contesti con ridotto transito nelle ore notturne. L'illuminazione a parete di queste aree è accompagnata nelle aree esterne al sottovia da totem bassi e illuminazioni a palo.



Illuminazione lineare dei sottovia ciclopedonali

11 OPERE A VERDE E CENSIMENTO VEGETAZIONALE

L'obiettivo principale che ha guidato l'attività di progettazione delle opere a verde è quello di studiare e restituire, a livello progettuale, il miglior inserimento ambientale e paesaggistico possibile per le opere di mitigazione, compensazione e rinaturalizzazione. In tal senso, sono state oggetto di particolare approfondimento sia la ricerca di soluzioni compositive che permettessero un'adeguata mitigazione percettiva dell'infrastruttura, sia l'attenzione agli aspetti ecologici e ambientali favorendo la conservazione e l'implementazione dei servizi ecosistemici e delle reti ecologiche esistenti. Inoltre, per definire la vegetazione interferita dal progetto, è stato svolto un censimento vegetazionale sul campo, avente l'obiettivo di individuare e caratterizzare la vegetazione interferita e regolamentata dalle norme vigenti in materia.

Come accennato, il progetto infrastrutturale di potenziamento è integrato da un importante progetto di inserimento paesaggistico e ambientale che concorre a decretare una collocazione il più possibile sostenibile per l'infrastruttura.

Tale progetto si pone l'obiettivo, a partire dall'analisi dell'esistente, di sviluppare il tema del potenziamento in sede con un approccio innovativo che veda nell'infrastruttura l'opportunità di riorganizzare lo spazio ed il territorio adiacente, già fortemente urbanizzato, al fine di migliorarne la qualità sul piano ambientale e dell'inserimento paesaggistico. L'intervento proposto si connota dunque come:

- un progetto avanzato di mitigazione ed inserimento ambientale, opportunità per la città di intervenire sul miglioramento di criticità esistenti;
- un sistema leggero di alta qualità architettonica, che dovrà essere percepito come unitario e omogeneo;
- un progetto di ingegneria ambientale, che risolva già in sé molti problemi di impatto dell'infrastruttura, dandole un nuovo aspetto di *green infrastructure*, riconoscibile sia da chi la attraversa sia da chi la vede dalla città.

Le linee guida del PSC (Piano Strutturale Comunale) di Bologna forniscono indicazioni in merito alle strategie di pianificazione territoriale da attuare nel territorio metropolitano. Si legge:

“Per rilanciare l'immagine di Bologna non basta fornire opportunità di sviluppo ai settori economici trainanti, occorre anche recuperare come suo punto di forza l'abitabilità, con attenzione alle diverse domande: di chi risiede ma anche di chi lavora e di chi è temporaneamente presente. Questo significa arricchire il territorio di ambienti interessanti e confortevoli, ampliare la gamma delle scelte e moltiplicare le occasioni per vivere la città, abbattere i tempi di spostamento.”

Il progetto rappresenta un'occasione per intercettare queste esigenze espresse dalle autorità cittadine e vissute dalla comunità che ogni giorno vive Bologna. Si propone quindi un'operazione articolata di ricucitura delle espansioni a nord con il nucleo della città compatta attraverso collegamenti più efficaci fra la tangenziale e le principali strade urbane, fra i parcheggi di interscambio e le fermate del trasporto pubblico locale, individuando corridoi e spine verdi per i percorsi pedonali e ciclabili.

A ciò si accompagnano la qualificazione degli insediamenti esistenti attraverso il potenziamento degli spazi ad uso pubblico, la mitigazione ambientale e l'inserimento paesaggistico della principale infrastruttura stradale, la tutela e fruizione "leggera" delle aree agricole di pianura, la riqualificazione del Parco Nord, già oggi destinato ad accogliere eventi di scala metropolitana; la creazione di un nuovo quartiere residenziale in zona Corticella.

I progetti per la grande circonvallazione urbana e l'espansione verso nord risalgono alla metà degli anni '60, quando fu concepito il piano intercomunale e presero forma le proposte per un nuovo centro direzionale e per quartieri integrati. Il Piano Regolatore degli anni '80 ha introdotto l'idea di una fascia boscata continua di mitigazione, un modo per rendere compatibile la presenza della tangenziale con la vivibilità degli insediamenti limitrofi.

La fascia boscata, ad oggi realizzata solo in parti limitate, viene riprogettata come insieme di spazi aperti piantumati che rendano compatibile la mitigazione degli impatti ambientali con la fruizione e l'attraversamento, che si costituiscano come varchi qualificati per l'accesso ai parchi agricoli metropolitani, caratterizzati da alcune delle più importanti testimonianze storico-paesaggistiche del territorio bolognese. Interventi che, nel loro insieme, qualificano i luoghi come nodi ecologici urbani, relazionati al connettivo diffuso della rete ecologica secondaria.

In seno a quanto previsto dallo Strumento di Piano, è stata eseguita la progettazione delle opere a verde, che si contraddistinguono in primo luogo come compensative e mitigative, ma che vogliono anche concorrere a rafforzare quantitativamente e qualitativamente il patrimonio delle aree verdi cittadine, migliorare l'abitabilità delle aree circostanti e incrementare e agevolare i percorsi di mobilità sostenibile, tramite l'interconnessione dei tratti ciclabili.

Questa attenzione alla multifunzionalità degli interventi trova una coerente giustificazione nel recente riconoscimento e relativa strutturazione teorica dei servizi che gli ecosistemi (sia naturali che progettati) forniscono al genere umano e che in passato non sono stati adeguatamente considerati. Si parla dunque di servizi ecosistemici (*ecosystem services*) riferendosi ai "benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano"¹. Convenzionalmente vengono riconosciute quattro macrocategorie di servizi ecosistemici:

- i servizi di fornitura o approvvigionamento: forniscono i beni veri e propri, quali cibo, acqua, legname, fibre, combustibile e altre materie prime, ma anche materiali genetici e specie ornamentali;
- i servizi di regolazione: regolano il clima, la qualità dell'aria e le acque, la formazione del suolo, l'impollinazione, l'assimilazione dei rifiuti, e mitigano i rischi naturali quali erosione, infestanti ecc.;

¹ Millennium Ecosystem Assessment. A framework for assessment. Washington, DC: Island Press, 2005.

- i servizi culturali: includono benefici non materiali quali l'eredità e l'identità culturale, l'arricchimento spirituale e intellettuale e i valori estetici e ricreativi;
- i servizi di supporto: comprendono la creazione di habitat e la conservazione della biodiversità genetica.

Una quantificazione oggettiva e rigorosa di tali servizi risulta ad oggi piuttosto complessa. Tuttavia, risulta importante nell'attività di progettazione tenere in debita considerazione tutti gli aspetti su cui le opere a verde hanno un'influenza e privilegiare quelle soluzioni che risultano soddisfare uno spettro il più ampio possibile di esigenze diversificate. In tale ottica si colloca l'attività di progettazione che è stata sviluppata per l'area in oggetto.

Per la realizzazione delle opere di potenziamento dell'infrastruttura si prevede l'abbattimento di formazioni vegetazionali che rientrano nelle aree di pertinenza stradale, o di esproprio. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa di quanto censito nelle aree destinate ad esproprio e di pertinenza per la realizzazione del progetto, comprese quindi le aree di cantiere e la relativa viabilità.

“d.lgs. 34/2018 "Testo unico in materia di foreste e filiere forestali”	Numero alberi	Lunghezza filari (m)	Superficie elementi areali (mq)
<i>Boschi in territorio rurale Lato Nord</i>			39.361
<i>Boschi in territorio NON rurale Lato Nord</i>			36.732
<i>Boschi in territorio rurale Lato Sud</i>			141.431
<i>Boschi in territorio NON rurale Lato Sud</i>			76.809
<i>Alberi e gruppetti di alberi lato Nord</i>	119		
<i>Alberi e gruppetti di alberi lato Sud</i>	159		
<i>Filari lato Nord</i>	1.633 (numero piante stimato)	5.287	
<i>Filari lato Sud</i>	1.025 (numero piante stimato)	3.857	
<i>Elementi areali (escluso boschi) Lato Nord</i>			14.043
<i>Elementi areali (escluso boschi) Lato Sud</i>			5.726
TOTALE	2.936	9.144	314.102

Dall'analisi della tabella sopra riportata emerge che le superfici a "bosco" nel complesso risultano 294.333,00 mq (29,43 ettari).

Le altre superfici rilevate (frutteti, vigneti, ecc.) coprono una superficie complessiva pari a 19.769 mq equamente distribuite sui due lati del Passante.

Si riporta un quadro complessivo sintetico emerso dal censimento vegetazionale con una sintesi delle superfici e del numero di esemplari arborei che risultano interessati dai lavori.

Tabella 11-1. Quadro complessivo delle formazioni vegetazionali interessate dall'intervento in progetto

RISULTATI CENSIMENTO VEGETAZIONALE			
Boschi (definizione da D.lgs. 34/2008)	Alberi oggetto di autorizzazione all'abbattimento	Alberi non oggetto di autorizzazione all'abbattimento	Elementi areali (piccoli gruppi vegetati, frutteti, ecc.)
29,43 ha	618	2318	1,97 ha

In sintesi, dal censimento è emerso che i lavori interesseranno circa 29,43 ha attualmente occupati da superficie boschiva (D.lgs. 34/2018). Le rimanenti aree interessate dal progetto di ampliamento del tracciato autostradale e non classificate come bosco, vedono la presenza di alcuni esemplari arborei isolati i quali, a seconda dell'età, del grado di sviluppo e dell'importanza ecologico-paesaggistica necessitano o meno di un'autorizzazione all'abbattimento (618 alberi prevedono l'iter autorizzativo e 2318 non risultano prevederlo). Infine, la rimanente superficie pari a 1,97 ha è occupata da altri elementi areali non occupati da superfici boschive (frutteti, piccoli gruppi vegetati, etc.).

Mentre dal punto di vista paesaggistico il progetto delle opere a verde ha inteso compensare gli elementi vegetazionali interferiti come sopra descritto (gli interventi a verde in progetto realizzano 95 ettari di bosco compensativo dal punto di vista paesaggistico a fronte di quelli eliminati per la realizzazione dell'intervento), ai sensi della normativa forestale gli interventi compensativi dei boschi oggetto di trasformazione sono, in particolare, disciplinati dal D.lgs. 34/2018 e, quindi, dalle norme regionali (L.R. 21/2011 e D.G.R. 549/2012). La superficie a bosco interferita dal progetto risulta pari a 29,43 ha totali (1,32 ha nel Comune di San Lazzaro di Savena e 28,11 ha nel Comune di Bologna) a fronte dei quali, in base al calcolo del valore del rapporto di compensazione ai sensi della D.G.R. 549/2012 (cfr. tabelle riepilogative), è possibile ottenere la superficie da compensare ai sensi della normativa forestale pari a 61,90 ha (3,31 ha nel Comune di San Lazzaro di Savena e 58,59 ha nel Comune di Bologna).

Ai fini della compensazione economica scelta dal richiedente mediante monetizzazione e versamento al fondo regionale di cui all'art. 5 della DGR 549/2012, è stato calcolato un importo complessivo pari a € 1.395.590,68, come riportato nella seguente tabella.

ONERI COMPETENZA COMUNE DI BOLOGNA	ONERI COMPETENZA COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA	TOTALE ONERI
€ 1.320.933,18	€ 74.657,50	€ 1.395.590,68

Il ruolo delle opere a verde previste in progetto nelle aree adiacenti al tratto autostradale è di mitigare gli effetti della nuova infrastruttura e del traffico ad essa associato. Le opere previste consistono principalmente nella realizzazione di rimboschimenti a pieno campo con un sesto regolare fitto (3 m x 2 m), realizzati utilizzando specie autoctone ed appositamente individuate per assolvere al ruolo di mitigazione. Nelle scarpate di progetto e in tratti in cui la conformazione spaziale delle aree disponibili non permetta la realizzazione di un bosco, alle opere di rimboschimento si affiancherà la realizzazione di filari ed inverdimenti arbustivi o arboreo-arbustivi.

La scelta della vegetazione da utilizzare nelle opere di mitigazione dell'infrastruttura è stata condotta sulla base di quanto finora evidenziato in merito alla vegetazione potenziale e reale, al fine di costituire una fitocenosi che sia in grado di affermarsi e svilupparsi col minimo degli input e che sia in grado di generare una continuità ecologica e visuale con le aree boschive già presenti.

Oltre a ciò, ed in considerazione delle peculiari necessità dell'area di intervento, si è prevista la selezione di specie che si contraddistinguono per la capacità di mitigazione ambientale, con particolare riferimento ai seguenti aspetti²:

- elevata capacità di organizzare la anidride carbonica (CO₂) atmosferica;
- bassa emissione di composti organici volativi (VOC);
- basso potenziale di formazione di Ozono (O₃);
- alta capacità di intercettare ed assorbire NO_x;
- elevata capacità di cattura delle polveri sottili.

In particolare, sono stati, inoltre, considerati i seguenti documenti del Comune di Bologna:

- Linee guida per la Progettazione delle Aree Verdi Pubbliche;

² Al fine di valutare la capacità di mitigazione ambientale delle specie arboree sono state consultate le schede informative prodotte dal CNR – IBIMET (Istituto di Biometereologia) di Bologna, scaricabili dal sito: <http://www.bo.ibimet.cnr.it/notizie-ed-eventi/forestazione-urbana>

- Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato.

Le tipologie di interventi che verranno realizzati rientrano all'interno delle seguenti categorie: creazione di filari arbustivi e arboreo/arbustivi; opere di rimboschimento; inverdimenti arbustivi.

Le tipologie descritte sono riportate nell'abaco degli interventi vegetazionali, la cui realizzazione è prevista nelle tavole di progetto in base alle esigenze dettate dalla conformazione delle aree disponibili in pianta, dalla topografia, dalla presenza di eventuali vincoli o siti sensibili, ecc.

Oltre alla creazione di un'infrastruttura verde in prossimità del tracciato stradale, sono previsti numerosi interventi su aree di proprietà pubblica, che porteranno sia ad una riqualificazione del patrimonio di aree verdi presenti, sia alla creazione di nuove.

Gli spazi verdi di proprietà comunale verranno realizzati con una funzione compensativa dell'opera di potenziamento infrastrutturale dal punto di vista ambientale e paesaggistico.

Queste aree si caratterizzano dunque per esplicitare una maggiore multifunzionalità rispetto alle aree di pertinenza ASPI precedentemente descritte, le quali hanno una funzione precipua di mitigazione ambientale.

A fianco dei criteri già visti nel caso delle opere di pertinenza ASPI (scelta di fitocenosi in linea con la vegetazione potenziale del contesto pedoclimatico, scelta di specie con elevate capacità di mitigazione ambientale, creazione di corridoi ecologici in continuità con l'esistente) sono stati presi in esame anche ulteriori criteri che contribuiscono a determinare il carattere multifunzionale di queste aree:

- protezione delle zone agricole prossimali dall'accumulo sul suolo e sulle colture del carico inquinante connesso al traffico veicolare;
- scelta di specie che concorrono a conservare ed incrementare la biodiversità locale;
- inserimento di specie da frutto e varietà antiche nelle aree inserite in contesti agricoli;
- fruibilità e accessibilità delle aree da parte della popolazione;
- valenza paesaggistica e percettiva di pregio.

Nel concreto, gli interventi di progetto puntano ad un generale incremento delle aree a verde sul territorio, col fine di migliorare le condizioni microclimatiche ed ecologiche, di rafforzare la rete ecologica locale e di creare un sistema fruibile e accessibile alla popolazione in connessione con gli altri parchi e spazi aperti della zona.

Gli interventi specifici che verranno messi in campo sono eterogenei e studiati sulla base delle caratteristiche proprie dei singoli luoghi. A livello indicativo si riporta un elenco dei principali interventi che verranno messi in campo nelle diverse aree di progetto:

- opere di de-impermeabilizzazione;
- inerbimenti caratterizzati da specie particolarmente rustiche;
- opere di imboscamento e forestazione;
- creazione di filari arborei monospecifici o complessi;
- piantagione a piccoli gruppi di esemplari arborei di pregio.

Per quanto riguarda la valorizzazione fruitiva delle aree di progetto si prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- creazione di nuovi percorsi e aree pavimentate con sistemi drenanti;
- disposizione di nuovi arredi urbani, attrezzature sportive, giochi per l'infanzia;

Nella progettazione sono stati inoltre tenuti in debito conto il Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato e le Linee Guida per la Progettazione delle Aree Verdi Pubbliche elaborati dal Comune di Bologna.

Le aree comunali interessate dal progetto sono le seguenti:

- Giardino di Via della Birra
- Parco di Via Selva di Pescarola
- Parco Frisi Sostegnazzo
- Fasca Boscata di Via Arcoveggio
- Giardino Anna Morandi Manzolini
- Parco Sportivo Croce Coperta
- Area Parco Nord
- Area Parcheggio Ex-Michelino
- Area Ex Scarpari
- Fascia Boscata Saliceto-Ferrarese
- Parco Rabin
- Parco San Donnino
- Fascia Boscata Scandellara
- Campagna Via Larga
- Parco Vincenzo Tanara
- Area di Completamento di Via Canova
- Area Canova
- Fascia Boscata Rotatoria Italia
- Parco Savena
- Fascia Boscata Via Poggi

Oltre alle aree lungo in tracciato e a quelle comunali, in progetto è previsto il potenziamento della vegetazione ripariale nelle aree di cantiere, nelle aree di occupazione temporanea e nelle aree oggetto di sistemazioni idrauliche all'interno dell'alveo. La rinaturalizzazione di queste aree ha il ruolo di mitigare gli effetti della nuova infrastruttura e del traffico ad essa associato in corrispondenza dei corsi d'acqua. Le opere previste consistono principalmente nella realizzazione di rimboschimenti a

pieno campo con un sesto regolare fitto (3 m x 2 m), realizzati utilizzando specie autoctone ed appositamente individuate per assolvere al ruolo di mitigazione.

La scelta della vegetazione da utilizzare nelle opere di rinaturalizzazione delle fasce fluviali è stata condotta al fine di costituire una fitocenosi che sia in grado di affermarsi e svilupparsi col minimo degli input e che sia in grado di generare una continuità ecologica e visuale con le aree boschive già presenti e di ricreare l'habitat fluviale con l'utilizzo di specie igrofile.

Infine, le aree di cantiere destinati al ripristino ad uso agricolo sono oggetto di recupero ambientale in tal senso. Nello specifico, in seguito alla dismissione dei cantieri, tutte le aree in questione debitamente bonificate (compresa l'asportazione di ghiaia/asfalto) e non più utilizzate saranno inizialmente livellate, conferendo una pendenza trasversale regolare, evitando avvallamenti che potrebbero ostacolare lo sgrondo delle acque in eccesso, successivamente saranno oggetto di scarificazione, o rippatura, da effettuare nel periodo estivo, per consentire la decompattazione del terreno. La rippatura, infatti, consente la rottura delle zolle senza che vengano rimescolati gli orizzonti di suolo, al fine di assicurare all'apparato radicale delle radici delle future piante la possibilità di esplorare gli orizzonti più profondi. Solo successivamente sarà effettuato il ricoprimento con il suolo vegetale precedentemente asportato e conservato. Lo strato da stendere sarà pari a quello rimosso prima delle operazioni di cantiere (e comunque non inferiore a 50 cm). Una volta ricollocato il terreno, saranno praticate le operazioni colturali, per garantire un buon arieggiamento del suolo, attraverso lavorazioni agricole, a cui far succedere la fornitura di ammendanti e concimi a lento rilascio. Infine, sarà praticata la fresatura del terreno, sia per favorire l'interramento e la distribuzione dei nutrienti apportati, sia per migliorare la porosità, così da incrementare la presenza di aria ed acqua nel suolo.

12 IMPIANTI TECNOLOGICI

Il potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna richiede la progettazione dei seguenti impianti elettromeccanici.

12.1 ILLUMINAZIONE DELL'ASSE DELLA TANGENZIALE

Illuminazione stradale

Lungo tutto il tratto di tangenziale oggetto di compreso tra borgo Panigale e San Lazzaro verrà completamente ridefinita l'illuminazione stradale volta a integrarsi con l'ampliamento funzionale delle carreggiate, utilizzo di apparecchi illuminanti led ad alta efficienza luminosa, con elevato risparmio energetico mediante l'adozione di tecnologie led di ultima generazione.

Nella fattispecie il progetto prevede l'installazione di armature stradali con sorgenti led a alta emissione luminosa preservandone il ciclo vita stimato a 50.000 ore di utilizzo, indice di resa cromatica maggiore o uguale a 70 per una migliore visibilità del manto stradale ed in generale della visibilità. Le apparecchiature adottate avranno una interdistanza di 36m con un'altezza fuori terra di 10m.

Distribuzione principale

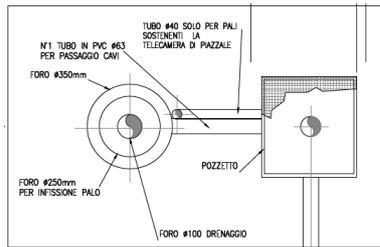
Ogni tratto di tangenziale sarà alimentato da punto di consegna energia elettrica dotato di armadio stradale a doppio vano (Ente Fornitore e Utente) come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Ogni palo sarà alimentato e protetto da proprio interruttore automatico per garantire la continuità del servizio nel caso di guasto su un circuito e preservare l'illuminazione dell'intera tratta stradale. I cavi impiegati saranno in alluminio antifrode.

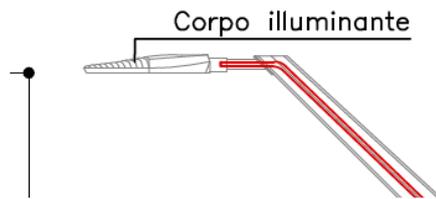
Installazione corpi illuminanti

A seconda della tratta in questione, i corpi illuminanti potranno essere installati con le seguenti modalità:

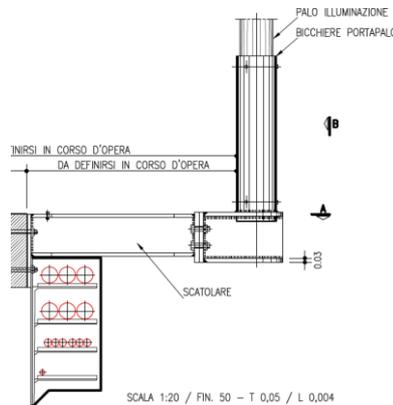
- Su plinto in cls con pozzetto di derivazione e chiusino in ghisa, palo in acciaio conico, attacco testapalo o mediante sbraccio.



- Con staffa di fissaggio in corrispondenza delle FOA fonoassorbenti per la mitigazione dell'impatto acustico.



- Con bicchiere di contenimento palo in acciaio conico in corrispondenza delle opere d'arte maggiori (sottovia viabilità urbana).



12.2 ILLUMINAZIONE DELLE RAMPE DEGLI SVINCOLI AUTOSTRADALI E DELLA TANGENZIALE

Illuminazione stradale

Le vie di accesso all'autostrada ed alla tangenziale verranno adeguatamente illuminate per consentire agli utenti di accedere in sicurezza all'infrastruttura. Ogni rampa di accelerazione o decelerazione di interconnessione tra la viabilità urbana e la tangenziale, così come tra viabilità ed autostrada, sarà opportunamente riqualificata nel nuovo progetto di ampliamento ed opportunamente illuminata mediante l'adozione di corpi illuminanti led ad alta efficienza energetica. Nella fattispecie il progetto prevede l'installazione di armature stradali con sorgenti led a alta emissione luminosa preservandone il ciclo vita stimato a 50.000 ore di utilizzo, indice di resa cromatica maggiore o uguale a 70 per una migliore visibilità del manto stradale ed in generale della visibilità. Le apparecchiature adottate avranno una interdistanza di 36m con un'altezza fuori terra di 10m.

Distribuzione principale

Ogni tratto di tangenziale sarà alimentato da punto di consegna energia elettrica dotato di armadio stradale a doppio vano (Ente Fornitore e Utente) come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Ogni palo sarà alimentato e protetto da proprio interruttore automatico per garantire la continuità del servizio nel caso di guasto su un circuito e preservare l'illuminazione dell'intera tratta stradale. I cavi impiegati saranno in alluminio antifrode.

Installazione corpi illuminanti

Per le tipologie installative si veda il paragrafo precedente.

Marker luminosi antinebbia

A corredo dell'illuminazione stradale verrà integrato un impianto di marker luminosi antinebbia corredati e comandati da centralina di controllo e sonda antinebbia; i marker verranno fissati sulle barriere di sicurezza con passo di 9m. La centralina garantirà l'accensione in caso di rilevazione presenza nebbia tramite sensore.

12.3 SISTEMA DI INFORMAZIONE ALL'UTENZA

Il progetto in essere prevede la riqualificazione, mediante installazione, di nuovi pannelli a messaggio variabile sia sul tracciato di competenza autostradale che di tangenziale nonché in prossimità degli ingressi in tangenziale.

Lungo l'intera tratta sia autostradale sia tangenziale è prevista la realizzazione di una serie di stazioni di informazione all'utenza.

Per quanto riguarda sia il tracciato autostradale sia quello del sistema tangenziale possiamo suddividere le strutture presenti lungo l'asse in tre gruppi, il primo relativo al trasferimento delle informazioni e costituito dai pannelli a messaggio variabile e dai pannelli full color, il secondo relativo alle comunicazioni fisse relative ai limiti di velocità vigenti sul tratto e composto dai pannelli LCS ed il terzo relativo all'enforcement composto dalle postazioni TUTOR (in A14) e AUTOVELOX (nelle tangenziali).

In merito alla tangenziale, volendo fornire una infrastruttura moderna e multimediale, è stato previsto di potenziare il trasferimento di informazioni relative dal e al territorio mediante l'installazione di PMV a sbalzo in prossimità, come detto in precedenza, degli ingressi in tangenziale volti principalmente ad integrare informazioni utili all'utenza e prevenire o quantomeno mitigare problematiche derivanti da traffico continuo, situazioni di pericolo o semplici informazioni di mobilità generale.

I PMV saranno corredati di shelter tecnici (per il contenimento delle apparecchiature passive ed attive necessarie alle infrastrutture) climatizzati ed interconnessi alla rete in fibra ottica di ASPI. I PMV in ingresso tangenziale saranno corredati di armadio stradale per contenimento apparecchiature elettriche e di telecomunicazione.

12.4 ILLUMINAZIONE DEI TRATTI DI VIABILITÀ ORDINARIA INTERFERITA

Intersezioni a raso o rotatorie

Le rotonde oggetto di ampliamenti o rifacimenti completi verranno dotate di illuminazione led ad alta efficienza energetica con sorgenti led a alta emissione luminosa preservandone il ciclo vita stimato a 50.000 ore di utilizzo, indice di resa cromatica maggiore o uguale a 70 per una migliore visibilità del manto stradale ed in generale della visibilità.

Ogni rotatoria sarà alimentata da nuovo punto di consegna energia elettrica illuminazione pubblica dotato di armadio stradale a doppio vano (Ente Fornitore e Utente) oppure da punto di consegna esistente, come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Sottovia e cavalcavia:

I cavalcavia oggetto di ampliamenti o rifacimenti completi, ove previsto per il mantenimento dei livelli di servizio, verranno dotati di illuminazione led ad alta efficienza energetica.

L'illuminazione dei cavalcavia sarà alimentata mediante riconnessione alla rete pubblica esistente come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli.

I sottovia oggetto di ampliamenti o rifacimenti completi, ove previsto dalla normativa UNI 11095, verranno dotati di illuminazione led ad alta efficienza energetica.

Le armature stradali saranno dotate di sorgenti led a alta emissione luminosa preservandone il ciclo vita stimato a 50.000 ore di utilizzo, indice di resa cromatica maggiore o uguale a 70 per una migliore visibilità del manto stradale ed in generale della visibilità.

12.5 ILLUMINAZIONE PISTE CICLABILI

Illuminazione stradale

Il progetto prevede il rifacimento o l'esecuzione ex novo di piste ciclopedonali.

Nella fattispecie il progetto prevede l'installazione di armature stradali con sorgenti led a alta emissione luminosa preservandone il ciclo vita stimato a 50.000 ore di utilizzo, indice di resa cromatica maggiore o uguale a 70 per una migliore visibilità del manto stradale ed in generale della visibilità. Le apparecchiature adottate avranno una interdistanza di 25m con un'altezza fuori terra di 4m.

Distribuzione principale

Ogni tratto di itinerario ciclopedonale sarà alimentato da punto di consegna energia elettrica esistente più vicino, come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli.

La distribuzione verrà realizzata mediante circuito trifase con derivazione di linea su morsettiera a base palo. I cavi impiegati saranno in alluminio antifrode.

Installazione corpi illuminanti

I corpi illuminanti saranno installati su plinto in cls con pozzetto di derivazione e chiusino in ghisa, palo in acciaio conico, attacco testapalo o mediante sbraccio.

12.6 GALLERIA FONICA SAN DONNINO

Impianti di galleria

La galleria San Donnino dir Sud, di lunghezza pari a circa 600m, rientra nei dettami del Decreto Legislativo 264/2006 relativo ai requisiti minimi di sicurezza in galleria.

Sono pertanto previsti i seguenti impianti elettromeccanici per il corretto esercizio in sicurezza del traffico veicolare e per assicurare un buon livello di comfort di guida agli utenti:

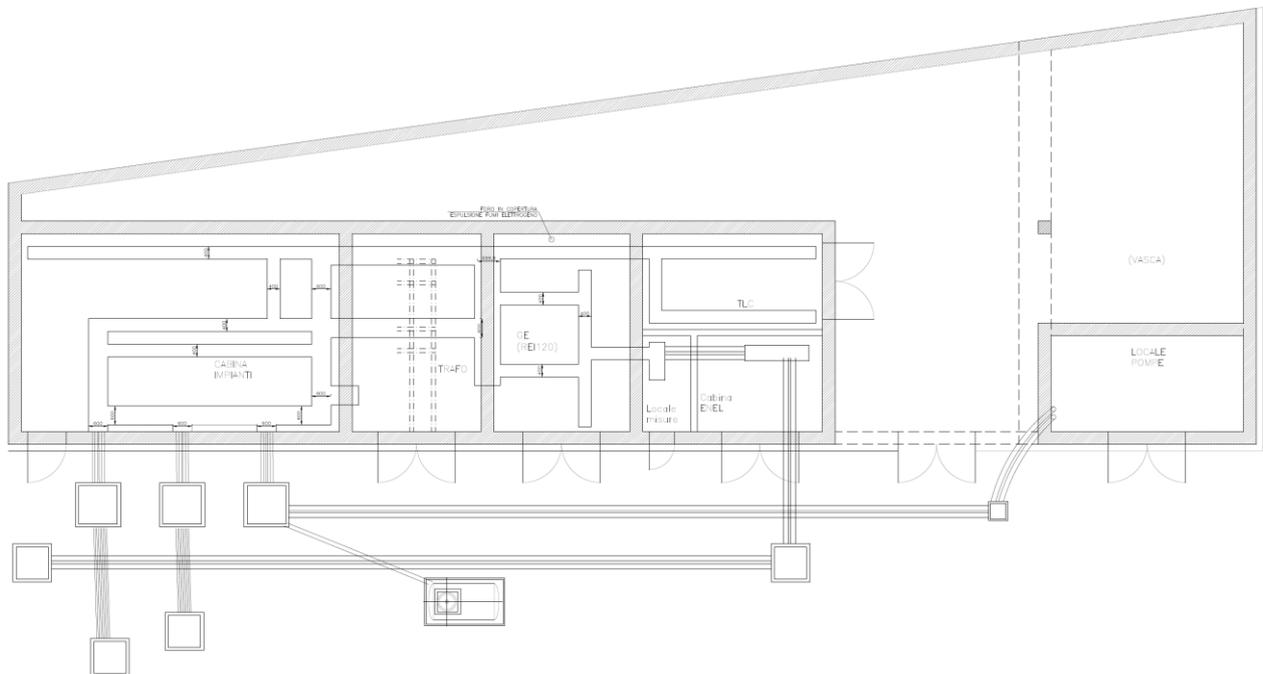
- alimentazione elettrica normale e di emergenza;
- illuminazione di base, di rinforzo, di emergenza e di esodo;
- ventilazione delle vie di fuga: pressurizzazione delle 2 vie di fuga presenti;
- rilevazione incendio mediante impianto lineare su tutta l'estensione della galleria;
- videosorveglianza dell'approccio alla galleria, della galleria nel suo complesso;
- sistema AID (automatic incident detection) che con l'ausilio delle telecamere consente di individuare veicoli fermi, in contromano, traffico congestionato e bloccato, presenza di fumi;
- trasmissione radio a servizio del gestore e dei servizi preposti alla gestione degli eventi incidentali;
- armadi SOS previsti in galleria, ai portali, nelle piazzole e nelle vie di fuga;
- gestione traffico mediante impianto di canalizzazione delle corsie e PMV;
- segnaletica luminosa adeguata alla segnalazione degli apprestamenti di sicurezza presenti in galleria;
- allestimento delle vie di fuga protette;
- telecontrollo e supervisione di tutti gli apprestamenti installati;
- reti di trasmissione dati;
- rete antincendio.

Per la galleria di lunghezza pari a 180m, il fornice presente sull'autostrada e tangenziale in direzione Nord, sono necessari i seguenti impianti elettromeccanici per il corretto esercizio in sicurezza del traffico veicolare e per assicurare un buon livello di comfort di guida agli utenti:

- alimentazione elettrica normale e di emergenza;
- illuminazione di base, di rinforzo, di emergenza e di esodo.

Cabina elettrica

Dato il considerevole assorbimento energetico, si rende necessaria la realizzazione di una cabina elettrica M.T./b.t. composta dai seguenti locali dedicati:



- ENEL
- Misure
- Gruppo elettrogeno
- Utente impianto media tensione (MT)
- Utente impianto bassa tensione (BT) e speciali.

Si prevedono i seguenti impianti:

Impianto elettrico per l'alimentazione di :

- Impianto illuminazione galleria
- Impianto semafori, PMV e segnaletica di emergenza
- Impianto illuminazione delle vie di fuga

- Impianto pressurizzazione delle vie di fuga
- Impianto idrico antincendio
- Impianto rivelazione incendi e monitoraggio traffico mediante TVCC
- Impianto rivelazione incendi mediante cavo termosensibile
- Impianto automazione
- Impianto illuminazione galleria e vie di fuga

Impianto di segnaletica luminosa costituito da :

- Semafori
- Pannelli informativi a messaggio variabile (PMV)
- Impianto segnali luminosi di indicazione uscite di emergenza
- Impianto segnalatori direzionali luminosi delle vie di esodo
- Impianto segnalatori di stazioni di emergenza
- Impianti pressurizzazione vie di fuga
- Impianto idrico antincendio galleria

Impianti controllo automazione locale per i seguenti sistemi:

- Impianto distribuzione elettrica
- Impianto illuminazione
- Impianto segnaletica luminosa
- Impianto rivelazione incendio
- Impianto TVCC di controllo traffico e rilevazione incendi
- Impianto rilevamento condizioni ambientali
- Impianto idrico antincendio
- Impianto accesso delle vie di fuga
- Impianto comunicazione stazioni di emergenza (SOS)
- Impianto comunicazione con rete geografica società Autostrade per l'Italia.
- Impianto climatizzazione locale tecnico

Tutti i sottosistemi saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota, ubicata presso un Centro Operativo di Società Autostrade.

Per maggiori informazioni tecniche si rimanda alla relazione specialistiche di progetto.

12.7 PARCO SAN DONNINO

Impianto di illuminazione

Sulla copertura della galleria San Donnino sarà realizzato un parco pubblico fruibile dalla popolazione residente in zona e corredato da un'illuminazione puntuale e uniforme ed in grado di assicurare un ottimo comfort visivo e di sicurezza anche nelle ore notturne.

Distribuzione principale

Il parco sarà alimentato da nuovo punto di consegna energia elettrica, come da tavole di progetto a cui si rimanda per maggiori dettagli. La distribuzione dai quadri principali verrà realizzata mediante circuiti trifase con derivazione di linea su morsettiera a base palo o in pozzetto con muffola di giunzione. I cavi impiegati saranno in alluminio antifrode.

Installazione corpi illuminanti

L'illuminazione generale e diffusa su tutto il parco verrà realizzata per mezzo di apparecchi led con sorgente led ad alta efficienza energetica installati sia a parete (per l'illuminazione delle vie di accesso e rampe) che su pali conici in acciaio con altezza f.t. pari a 5m.

Le rampe di accesso saranno illuminate da elementi lineari incassati con sorgente led per amplificare il comfort visivo ed aumentare le condizioni di sicurezza degli elementi sporgenti.

12.8 VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE REFLUE

In corrispondenza dello svincolo 5 verrà realizzata la vasca di sollevamento acque; data la potenza delle pompe elettriche la connessione alla rete di distribuzione elettrica sarà in bassa tensione. Gli impianti che si andranno a realizzare all'interno della cabina saranno principalmente i seguenti:

- Impianti elettrici media e bassa tensione e sistemi di emergenza costituiti da gruppo elettrogeno (GE) e gruppi di continuità statico (UPS).
- Impianto automazione
- Impianti controllo e automazione locale tecnico per i seguenti sistemi:
- Impianto distribuzione elettrica
- Impianto climatizzazione del locale tecnico

Tutti i sottosistemi saranno realizzati in maniera tale da consentire la supervisione ed il controllo di alcuni parametri/azionamenti fondamentali da postazione remota, ubicata presso un Centro Operativo di Società Autostrade.

Per maggiori informazioni tecniche si rimanda alla relazione specialistiche di progetto.

12.9 STAZIONI METEO ED IMPIANTI RADIO IN ITINERE.

In corrispondenza di ogni piazzale esterno a servizio delle cabine elettriche previste per la galleria e per la vasca di sollevamento, verranno installate una stazioni meteo e una torre radio necessarie al monitoraggio e controllo delle condizioni metereologiche e a garantire la copertura del segnale radio dell'intera tratta.

13 CANTIERIZZAZIONE

13.1 AREA CB01

L'area denominata CB01 è stata localizzata a sud dell'intervento alla progr.15+400 a cavallo della via Zambecari e lo svincolo autostradale Bologna Fiera. L'area ha una superficie di circa 96.000 mq, è accessibile dalla viabilità ordinaria, dal piazzale dello svincolo autostradale e dalla tangenziale e ospiterà: il campo base, il cantiere operativo, il campo travi, l'area per la separazione e riduzione pezzatura galleria San Donnino e barriere fonoassorbenti non in calcestruzzo, l'area di deposito materiali e attrezzature e l'area di deposito temporaneo del terreno di coltivo.

CAMPO BASE

Il campo base occuperà una superficie di circa 20.400 mq ed in esso troveranno collocazione i baraccamenti di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte divise dalla via Zambecari, una destinata ad ospitare gli alloggi e una dedicata agli uffici di cantiere.

In particolare nel campo saranno collocati:

- dormitori;
- spogliatoi;
- parcheggi;
- uffici dell'Impresa, della Direzione dei Lavori e dei Subappaltatori comprensivi di servizi igienici;
- container per lo stoccaggio della documentazione di cantiere;
- infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi;
- mensa, costituita da refettorio, cucina, dispensa, servizi igienici e spogliatoi per il personale addetto. Il refettorio potrà essere utilizzato come zona ricreativa, sala per la formazione del personale e sala riunioni;
- container per lo stoccaggio dei rifiuti.

CANTIERE OPERATIVO

Il cantiere operativo, di superficie pari a 18.150 mq, avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate allo stoccaggio materiali, box e servizi di logistica al cantiere, saranno opportunamente delimitate.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, officina, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti.

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- parcheggi per autovetture;
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- cisterna acqua;
- officina;
- magazzino;
- serbatoi carburanti;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- guardiania;
- pesa con cabina di strumentazione.

CAMPO TRAVI

Il campo travi, di superficie pari a 14.150 mq avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti.

Il campo travi ospiterà i seguenti apprestamenti:

- box ufficio
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio travi da assemblare;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi assemblate;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- officina;

- magazzino;
- autogru;
- sollevatore.

AREA PER SEPARAZIONE E RIDUZIONE PEZZATURA GALLERIA SAN DONNINO E BARRIERE FONOASSORBENTI NON IN CALCESTRUZZO

L'area avrà una superficie pari a 7.000 mq e verrà utilizzata per la separazione e la riduzione in pezzature idonee al trasporto, dei vari materiali costituenti la copertura dell'attuale galleria fonica San Donnino e delle barriere fonoassorbenti non in calcestruzzo. L'area sarà dotata di:

- zona per accumulo materiale da separare e ridurre in idonea pezzatura;
- zona di separazione e riduzione in idonea pezzatura;
- zone di accumulo dei vari materiali separati e ridotti in idonea pezzatura;
- autogru;
- sollevatore;
- escavatori dotati di benna, pinza e ragno.

AREA DI DEPOSITO MATERIALI E ATTREZZATURE

L'area di deposito materiali e attrezzature avrà una superficie pari a 15.500 mq e verrà utilizzata per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature a supporto del cantiere operativo.

AREE DI DEPOSITO TERRENO DI COLTIVO

Le tre aree di deposito del terreno di coltivo proveniente dallo scotico dell'area di cantiere avranno una superficie pari a 10.600 mq e 4.575 mq. La prima area si trova a sud-est del CB01, mentre la seconda è situata perimetralmente l'area degli alloggi a formare una duna di protezione degli alloggi stessi.

Al termine dei lavori, il terreno di coltivo proveniente dallo scotico dell'area CB01 e depositato temporaneamente nelle aree di deposito e nelle dune, sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

13.2 AREA CB02

L'area denominata CB02 è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.15+400 tra lo svincolo N.7 di via Stalingrado della tangenziale e via Ferrarese. L'area ha una superficie di circa 12.350 mq, è accessibile dalla viabilità ordinaria e ospiterà il campo base e il cantiere operativo per la realizzazione delle opere a verde e delle rotatorie sulla viabilità ordinaria.

CAMPO BASE

Nel campo base troveranno collocazione i baraccamenti di cantiere. In particolare nel campo saranno collocati:

- dormitori;
- spogliatoi;
- parcheggi;
- uffici dell'Impresa, della Direzione dei Lavori e dei Subappaltatori comprensivi di servizi igienici;
- container per lo stoccaggio della documentazione di cantiere;
- infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi;
- mensa, costituita da refettorio, cucina, dispensa, servizi igienici e spogliatoi per il personale addetto. Il refettorio potrà essere utilizzato come zona ricreativa, sala per la formazione del personale e sala riunioni;
- container per lo stoccaggio dei rifiuti.

CANTIERE OPERATIVO

Il cantiere operativo avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate allo stoccaggio materiali, box e servizi di logistica al cantiere, saranno opportunamente delimitate.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, officina, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti.

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- parcheggi per autovetture;
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- cisterna acqua;

- officina;
- magazzino;
- serbatoi carburanti;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- guardiania;
- pesa con cabina di strumentazione.

13.3 AREA CO01

L'area denominata CO01 è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+000 tra le rampe di svicolo autostradale della Fiera e lo svincolo via S.Donato della tangenziale. L'area ha una superficie di circa 50.625 mq è accessibile sia dalla viabilità ordinaria che dalla tangenziale e ospiterà l'area di deposito del materiale proveniente dagli scavi (12.900 mq), l'area adibita alla realizzazione della stabilizzazione a calce (4.550 mq), un impianto per la produzione di misto/cementato (6.950 mq), un'area per la frantumazione del cemento armato (5.800 mq) e una duna per il deposito temporaneo del materiale di scotico proveniente dallo scavo dell'area di cantiere (12.975 mq).

L'area di deposito verrà utilizzata per lo stoccaggio temporaneo dei materiale proveniente dagli scavi. All'interno dell'area saranno presenti:

- escavatori;
- pala;
- vasca lavaggio gomme.

L'area adibita all'impianto di produzione del misto/cementato sarà dotata di:

- impianto cementato;
- zona per la miscelazione dei materiali;
- zona per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti;
- pala;
- escavatore;
- vasca di sedimentazione acque industriali.

L'area per la frantumazione, sarà dotata di:

- zona per accumulo materiale da demolire;
- zona di demolizione;
- zona di accumulo materiale demolito;
- frantoio mobile;

- zona di accumulo materiale frantumato di varie pezzature;
- escavatori dotati di benna, martellone e pinza.

13.4 AREA CO02

L'area denominata CO02 è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+900 a ridosso dello svincolo via S.Donato della tangenziale. L'area ha una superficie di circa 43.900 mq è accessibile sia dalla viabilità ordinaria che dalla tangenziale e ospiterà il campo travi e il cantiere operativo (29.425 mq) da utilizzare per la realizzazione della galleria fonica, l'area di deposito temporaneo del coltivo (12.550 mq) e due aree di supporto (tot.1.925 mq).

La zona campo travi ospiterà i seguenti apprestamenti:

- area stoccaggio travi da assemblare;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi assemblate;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- officina;
- magazzino;
- autogru;
- sollevatore.

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

- box ufficio
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- parcheggi per autovetture;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- officina;
- magazzino;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- guardiania;
- pesa con cabina di strumentazione.

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

13.5 AREA CO03

L'area denominata CO03 è stata localizzata all'altezza del viadotto Reno alla progr.9+800. L'area ha una superficie totale di circa 62.600 mq è suddivisa in due, una sulla sponda sinistra del Reno lato carr.Sud e l'altra sulla sponda destra lato carr.Nord, le aree sono entrambe accessibili dalla viabilità ordinaria e ospiteranno il campo travi e il cantiere operativo (33.950 mq), due aree di deposito temporaneo del coltivo (tot.8.450) e tre aree di supporto (tot.20.200 mq).

La zona campo travi ospiterà i seguenti apprestamenti:

- area stoccaggio travi da assemblare;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi assemblate;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- officina;
- magazzino;
- autogru;
- sollevatore.

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

- box ufficio
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- parcheggi per autovetture;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- officina;
- magazzino;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- guardiania;
- pesa con cabina di strumentazione.

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

13.6 AREA CO04

L'area denominata CO04 è stata localizzata all'altezza del ponte Savena alla progr.21+300. L'area ha una superficie totale di circa 7.950 mq è suddivisa in due, una sulla sponda sinistra del Savena lato carr.Nord e l'altra sulla sponda destra lato carr.Sud, le aree sono entrambe accessibili dalla viabilità ordinaria e ospiteranno due cantieri operativi (tot.6.080 mq) e due aree di deposito temporaneo del coltivo (tot 1.870 mq).

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà posizionato nell'area di deposito temporaneo del coltivo. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

13.7 AREE DI SUPPORTO

Oltre le aree CB01, CB02, CO01, CO02, CO03 e CO04 sono state individuate delle aree di supporto in adiacenza o nelle vicinanze delle opere maggiori. Le aree verranno utilizzate per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature necessarie alla realizzazione di quest'ultime. Le aree sono rappresentate nelle tavole CAP0200 e CAP0201.

13.8 FASIZZAZIONE DEI LAVORI

Suddivisione dell'intervento in tratte di cantierizzazione

Per quanto riguarda la cantierizzazione si è scelto di dividere l'intervento in tre tratte, all'interno delle quali si procederà all'esecuzione dell'ampliamento. Le tre tratte sono:

- tratta A da inizio intervento (progr.8+100) allo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+030 circa)
- tratta B dallo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+030 circa) a dopo lo Svincolo della Fiera (progr.16+120 circa)
- tratta C allo Svincolo della Fiera (progr.16+120 circa) a fine intervento (progr.22+210)

Fasi di traffico

L'infrastruttura esistente è costituita dall'autostrada A14, costituita da 2 corsie più una corsia dinamica per senso di marcia, affiancata sui lati dalle due carreggiate della tangenziale, la tangenziale è costituita da due corsie più corsia di emergenza per senso di marcia. Nelle tratte A e C la tangenziale è in affiancamento alle due carreggiate autostradali, mentre nella tratta B la tangenziale è sempre ai lati dell'autostrada ma si trova distante dall'autostrada stessa.

La sezione finale di progetto, dopo l'ampliamento, l'autostrada sarà costituita da tre corsie di marcia più la corsia di emergenza per senso di marcia, mentre la tangenziale sarà costituita da tre corsie di marcia più la corsia di emergenza per senso di marcia. L'ampliamento, tranne per alcuni tratti della tangenziale nella tratta B, sarà simmetrico.

In linea generale sono previste 4 fasi principali ossia:

- 1A.00. In questa fase propedeutica verranno anticipati gli allargamenti di cui alle fasi 1A e 2A per permettere la realizzazione di piazzole di emergenza in provvisorio sull'A14 in entrambe le carreggiate, piazzole funzionali allo spegnimento al mese 12 della terza corsia dinamica in autostrada. Per la realizzazione delle piazzole verrà soppressa la corsia di emergenza della tangenziale e ridotte le larghezze delle corsie sulla carreggiata in cui verrà realizzata la piazzola stessa.
- 1A. Riduzione della larghezza delle corsie di marcia della tangenziale Nord e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza, che verrà quindi soppressa, della tangenziale Nord e ampliamento del corpo stradale in Nord, con mantenimento dello stato attuale delle corsie sull'autostrada e sulla tangenziale Sud;
- 2A. Riduzione della larghezza delle corsie di marcia della tangenziale Sud e occupazione col cantiere della corsia d'emergenza, che verrà quindi soppressa, della tangenziale Sud e

ampliamento del corpo stradale in Sud, con corsia ripristino dell'emergenza sulla tangenziale Nord e mantenimento dello stato attuale delle corsie sull'autostrada.

3. Spostamento del traffico sulle corsie esterne dell'autostrada ai lati del cantiere in entrambe le carreggiate, con soppressione di entrambe le corsie di emergenza e adeguamento dello spartitraffico autostradale.

Successivamente alla fasi 1A e 2A saranno realizzate delle fasi secondarie in cui sarà realizzato il risanamento delle corsie di emergenza della tangenziale e saranno posizionate le barriere di sicurezza definitive tra tangenziale e autostrada. Tali attività saranno realizzate rispettivamente nella carreggiata Nord dopo la fase 1A e nella carreggiata Sud dopo la fase 2A. Durante queste fasi secondarie saranno sempre garantite due corsie per ogni senso di marcia in tangenziale e tre in autostrada.

Le tempistiche di realizzazione dei lavori e le relazioni temporali tra di essi sono riportate nel "Diagramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono pari a 50 mesi.

14 ARCHEOLOGIA

14.1 VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO - PD 2017

Nell'ambito del progetto Definitivo "A14 Bologna-Bari-Taranto. Tratto: Bologna Borgo Panigale – Bologna. Potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna" pubblicato nel Dicembre 2017, è stato redatto il documento di valutazione archeologica, che, previsto tra le attività di "Verifica preventiva dell'interesse archeologico" (come previsto dall'art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016), è finalizzato ad una definizione quanto più precisa possibile delle conoscenze archeologiche del territorio, in modo da poter prevedere, per quanto sia possibile, l'impatto dell'opera sulla relativa componente archeologica.

Tale ricerca, come di consueto, non ha riguardato solo l'area di progetto ma è stata estesa anche alle zone immediatamente limitrofe calcolando, d'accordo con i funzionari della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara territorialmente competenti, un buffer territoriale di almeno 500 m, in modo tale da avere un quadro più esaustivo possibile della conoscenza del territorio.

14.2 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA

Tale studio è stato poi integrato con la seguente documentazione, richiesta dalla Direzione Generale Archeologia Belle Arti e Paesaggio con nota prot. 17788 del 16/06/2017:

- lettura geo-archeologica dei carotaggi effettuati, allo scopo di verificare l'esistenza dell'andamento altimetrico dei livelli antropizzati;
- tabella riassuntiva nella quale vengono affiancati, progressiva per progressiva, i dati relativi alle lavorazioni in progetto (comprese in opere accessorie e le cantierizzazioni), le profondità di scavo previste e le relative valutazioni sul rischio archeologico.

14.3 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO

Le due fasi di studio progressivamente più approfondite sopra descritte hanno permesso la definizione del potenziale archeologico delle aree interessate dalla realizzazione del "Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna fra Borgo Panigale e San Lazzaro". A tal fine sono stati evidenziati i seguenti aspetti:

- la verifica archeologica preventiva effettuata per i lavori di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna (2005-2006), quindi in aree immediatamente limitrofe a quelle in oggetto, non ha restituito elementi di interesse archeologico;
- il territorio coinvolto dal progetto è caratterizzato dalla presenza di un importante asse stradale già esistente, il che indicherebbe una scarsa conservazione e forte depauperamento dell'eventuale bene archeologico individuato;
- in generale il progetto si inserisce in un comparto ricchissimo di testimonianze archeologiche di grande interesse, che permettono di evidenziare come tutta la zona sia stata sede preferenziale di occupazione dall'epoca preistorica in poi, senza soluzione di continuità;
- i pochi dati di scavo a disposizione permettono di ricostruire una stratigrafia costituita da ingenti riporti alluvionali, con livelli romani e villanoviani solitamente presenti fra m 1,00 e

3,00 di profondità: i ritrovamenti noti indicano quindi una profondità dei giacimenti generalmente maggiore rispetto agli interventi in rilevato (con scavi superficiali fino a m 1,00), mentre il rischio aumenta per i tratti in trincea e le opere d'arte, attività comportanti scavi profondi e maggiormente impattanti.

In base a quanto detto il potenziale archeologico delle aree interessate dal progetto è stato valutato come:

- *indiziato da ritrovamenti diffusi. Diversi ambiti di ricerca danno esito positivo. Numerosi rinvenimenti materiali dalla provenienza assolutamente certa. L'estensione e la pluralità delle tracce coprono una vasta area, tale da indicare la presenza nel sottosuolo di contesti archeologici (Potenziale 8, Rischio alto), per:*
 - svincoli, relativa viabilità ed aree di cantiere di Arcoveggio-Interconnessione A13; Svincolo 7bis Parco nord; Svincolo 9 San Donato Fiera; Svincolo 11 Massarenti;
 - allargamento autostradale km 19+408-21+649 (comprese aree di cantiere).
- *indiziato da dati topografici o da osservazioni remote, ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali). Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale (Potenziale n. 6, Rischio medio), per tutti gli altri interventi in progetto.*

14.4 PRESCRIZIONI SOPRINTENDENZA

La Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, con nota prot. 27788 del 06/12/2017:

" (...) esprime parere favorevole alla realizzazione del progetto nel rigoroso rispetto delle prescrizioni di seguito elencate.

(...) Tutela archeologica.

Sebbene le precedenti indagini condotte lungo lo stesso tracciato non avessero rilevato elementi di incompatibilità con la realizzazione dell'opera, i dati noti non consentono di escludere del tutto la possibile esistenza di depositi archeologici ancora conservati nel sottosuolo per le porzioni di territorio interessate dai nuovi lavori.

Nel considerare pertanto conclusa – con l'approfondimento analitico richiesto – esaminati e messi in relazione tra loro:

- *gli esiti delle indagini preventive condotte in occasione dei precedenti lavori e la valutazione del rischio archeologico condotta sulla base dei dati conosciuti*
- *i risultati dell'esame dei carotaggi effettuati e il relativo andamento altimetrico dei livelli antropizzati*
- *l'andamento morfologico generale del paleosuolo di età romana così come risulta da approfondimenti e studi condotti da questa Soprintendenza in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna*
- *l'entità dell'incidenza delle lavorazioni previste nelle diverse progressive della tratta*

si considera conclusa la verifica preventiva dell'interesse archeologico ex art. 25 del D.Lgs. 50/2006 e si prescrivono attività di assistenza e controllo in corso d'opera, da eseguirsi da parte di personale qualificato e con la direzione di questo Ufficio, per le lavorazioni sotto indicate.

Con riferimento alla "Tabella riassuntiva delle lavorazioni di progetto, degli scavi previsti e del rischio archeologico" (elaborato ARC0010), l'assistenza archeologica dovrà riguardare:

1. *area 1 (Km 8+100-9+500): bacini idrici, viadotto opera 60T, sottovia del Triumvirato e relativi svincoli e riqualifica stradale (61T, VL01, 4-4 bis)*
2. *area 2 (Km 9+500-11+000): nessuna prescrizione*
3. *area 3 (Km 11+000-12+000): cavalcavia via Benazza (CV75T), di corpo stradale in trincea e di cavalcavia 76T e 77T*
4. *area 4 (Km 12+000-13+000): corpo stradale in trincea e vasca di laminazione*
5. *area 5 (Km 13+000-14+000): sottovia di via Erbosa (83T), via dell'Arcoveggio (84T), via Corticella (86T)*

6. area 6 (Km 14+000-16+000): sottovia rampe interconnessione e relativa rampa (89T-93T), sottovia via Ferrarese (95T), sottovia via Zambellini-Stalingrado (97T), sottovia via Zambecari e relativo monolite a spinta (98T e 98aT), corpo stradale in trincea, cavalcavia CV101a
7. area 7 (Km 16+000-18+000): a partire dalla progressiva 16+400 tutti gli interventi, anche quelli di scotico superficiale
8. area 8 (Km 18+000-19+000): prolungamento Ponticello (108T), sottovia dir. Via Scandellara (109T), muro di sottoscarpa MS17, muro di sostegno MS18, sottovia via Scandellara (111T), riqualifica via Scandellara (VL12), muri di sostegno M19 e 20
9. area 9 (Km 19+000-20+000): tutti gli interventi, anche quelli di scotico superficiale
10. area 10 (Km 20+000-22+300): tutti gli interventi, anche quelli di scotico superficiale
11. area 11 (collegamento via Agucchi asse attrezzato): assistenza e controllo in corso d'opera agli scavi profondi (vasca di laminazione e sollevamento e paratie di pali)
12. area 12: nessuna prescrizione
13. area 13: nessuna prescrizione.

Nel caso in cui la sorveglianza archeologica mettesse in evidenza stratigrafie, depositi e/o strutture, si dovrà procedere con scavi archeologici estensivi delle emergenze individuate, secondo modalità e tempistiche oggetto di successiva valutazione da parte di questo Ufficio (...)

14.5 POTENZIAMENTO DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA. PASSANTE DI BOLOGNA – PD 2020

Al fine di valutare il potenziale archeologico del Progetto Definitivo “Potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna. Passante di Bologna” esaminato in questa sede, si evidenziano le differenze sostanziali con la soluzione pubblicata nel 2017 sulla quale si è espressa la Soprintendenza competente.

1. In merito agli svincoli:
 - Svincolo n. 4 e 4 bis – Aeroporto: come conseguenza del rifacimento del Ponte Reno, è prevista la riconfigurazione delle rampe di immissione sud e diversione nord dello svincolo 4 bis;
 - Svincolo n.8 - Viale Europa, n.8bis - Granarolo CAAB: a seguito della chiusura totale dello svincolo 9 e della realizzazione della nuova bretella di collegamento, si prevede la dismissione delle rampe nord dello svincolo 8bis;
 - Svincolo 9 – San Donato: chiusura totale dello svincolo 9, realizzando contestualmente una nuova bretella di collegamento con lo svincolo 8-8bis per assorbire la conseguente redistribuzione di traffico;
 - Eliminazione del Nuovo Svincolo di Lazzaretto previsto nel PD 2017 (che verrà realizzato successivamente e a seguito di procedura separata).
2. In merito agli interventi sulle connessioni viabilistiche locali:
 - Eliminazione di n.ro 3 nuove rotatorie: tra via Giuriolo e via Corticella, tra viale Europa e via Cadriano, tra via San Donato e via Pirandello.
3. In merito alle opere di attraversamento in cavalcavia:
 - si aggiunge la demolizione e ricostruzione del cavalcavia stradale di Via San Donato (progr. km 17+039);
4. In merito alla nuova galleria fonica San Donnino:

- la sezione trasversale è estesa su tutte e 4 le vie di corsa dal cavalcavia San Donato per i primi 180 m, poi prosegue, a differenza del PD 2017, coprendo le carreggiate sud (A14 + tangenziale).
5. VIADOTTO RENO:
 - il progetto prevede, rispetto al PD 2017, una variante plano-altimetrica dell'attuale tracciato con creazione di una "varice", attraverso la realizzazione di due nuovi ponti.
 6. PONTE SUL FIUME SAVENA:
 - Si realizzeranno due nuovi impalcati, non riutilizzando le spalle esistenti, ma costruendone delle nuove dietro alle attuali; inoltre, per creare il minimo impatto sul traffico durante i lavori, è necessario realizzare un maggior ampliamento sul lato della carreggiata nord.
 7. Realizzazione di nuove aree a verde, non previste nel PD 2017:
 - AP 016 _ Fascia boscata Saliceto-Ferrarese
 - AP 017 _ Parco Rabin
 - AP 018 _ Fascia boscata Scandellara
 - AP 019 _ Fascia boscata rotatoria Italia
 - AP 020 _ Parco Savena
 - AP 021 _ Fascia boscata di Via Poggi.
 8. In merito ai percorsi ciclabili:
 - aggiunta del BK014 - Itinerario Europa-Scandellara;
 - eliminazione dell'ITINERARIO 36 - Due Madonne.

14.6 CONCLUSIONI

Da quanto esaminato, è possibile affermare che le modifiche più impattanti rispetto al PD 2017 interesseranno:

- lo svincolo di San Donato, per il quale viene prevista la chiusura completa delle rampe con la realizzazione di una bretella di collegamento con lo svincolo di viale Europa;
- la demolizione e ricostruzione dei Viadotti Reno e Savena.

Le altre modifiche apportate al progetto riguardano alcune integrazioni ed ottimizzazioni delle opere complementari, ed in sintesi:

- realizzazione/adeguamento/prolungamento di piste ciclabili e/o marciapiedi per garantire la continuità delle connessioni esistenti e migliorare al contempo la sicurezza degli utenti;
- implementazione di aree verdi;
- mitigazione paesaggistica fasce fluviali dei corsi d'acqua interessati dall'intervento;
- modifica area cantiere principale in zona Fiera per interferenza con l'area già destinata allo sviluppo fieristico
- istanze minori quali modifiche della semaforizzazione di alcune viabilità locali, sistemazioni di dettaglio di aree di parcheggio, di piste ciclabili e di marciapiedi.

Alla luce di quanto esaminato, è possibile ipotizzare che le prescrizioni emanate dalla Soprintendenza competente con nota prot. 27788 del 06/12/2017 potranno essere confermate ed applicate anche al progetto ridefinito ed esaminato in questa sede.

15 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

La procedura di gestione dei materiali e delle terre da scavo è svolta ai sensi del D.M. 161/2012. Il Proponente tra gli elaborati progettuali ha presentato il Piano di Utilizzo dei materiali da scavo, in ottemperanza a quanto indicato dall'art. 5 del Regolamento per la gestione dei materiali da scavo, adottato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - ai sensi dell'art. 184-bis, comma 2 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e dell'art. 49 del decreto legge 24 gennaio 2012, n. 1 - con Decreto Ministeriale n.161 del 10 agosto 2012.

Il Proponente con nota prot. ASPI/45 del 04/01/2017, acquisita con prot. DVA-677 del 13/01/2017, ha chiesto l'avvio del procedimento di approvazione del Piano di Utilizzo ai sensi del D.M.161/2012 relativo al progetto "Autostrada A14 - Tratto Bologna Borgo Panigale-Bologna San Lazzaro - Potenziamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna".

Il MATTM, con Determina Direttoriale prot. DVA-DEC-409 del 06/12/2017 - corredata del parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, n. 2561 del 24/11/2017 - ha approvato il sopracitato Piano di Utilizzo, con prescrizioni.

Il Piano di Utilizzo approvato costituisce parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione dell'intervento stradale.

Il documento indica le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il Piano di Utilizzo, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Le eventuali attività di smaltimento in discarica o di un loro recupero in impianto autorizzato, seguiranno la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica.

Di seguito sono sintetizzate le informazioni sul piano di caratterizzazione ambientale eseguito nell'ambito del progetto.

Viene inoltre riportato il bilancio delle terre e rocce da scavo rivisto in seguito all'adozione delle ottimizzazioni progettuali richieste in sede di Conferenza dei Servizi. Poiché le variazioni intervenute

sono inferiori alla soglia che definisce una modifica sostanziale ai sensi dell'art 8 del DM161/2012 (comma 2, lett. a)), il Piano di utilizzo approvato non necessita di essere aggiornato e riapprovato. In questo senso si evidenzia che nel presente progetto non sono variate le previsioni progettuali di cui ai criteri indicati alle lettere b), c) e d) del comma 2 dell'art.8 del DM 161/2012.

15.1 IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le diverse fasi di lavorazione, sono stati individuati 4 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel Piano di Utilizzo, sono funzionali alla gestione ai sensi del D.M 161/2012 dei materiali di scavo, prevista in progetto lungo l'intero tracciato.

I 4 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- **TRATTA A**, da inizio intervento (progr.8+100) a Svincolo n° 6 di Castel Maggiore (progr.14+100~)
- **TRATTA B**, da Svincolo n°6 di Castel Maggiore (progr.14+100 ~) a Svincolo n° 8 Bologna-Fiera (progr.16+150)
- **TRATTA C**, da Svincolo n° 8 Bologna-Fiera (progr.16+150~) a fine intervento (progr.21+620)
- **Aree di cantiere:** CB01, CO01.

Tale suddivisione è risultata funzionale anche al piano di indagine per la caratterizzazione ambientale in fase di progettazione, che ha interessato l'intero tracciato e di seguito descritto.

15.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO

Criteria di ubicazione dei punti d'indagine

La caratterizzazione delle caratteristiche chimiche dei terreni interessati è stata definita in base all'estensione delle aree o tratti di progetto con lo scopo di ottenere, prima della fase di scavo, un esaustivo grado di conoscenza dei requisiti ambientali. Tale attività ha avuto anche la finalità di determinare eventuali situazioni di contaminazione o di individuare valori di concentrazione elementare riconducibili al fondo naturale.

Nella predisposizione del piano di indagini, sono state considerate le pressioni antropiche presenti, le conoscenze desunte dagli studi geognostici e la tipologia di interventi previsti in progetto.

Nell'ubicazione delle indagini si sono tenuti in conto i seguenti aspetti:

- omogeneità litologica, riferita specialmente alla presenza continua di depositi alluvionali, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e limi;

- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

Come da Allegato 2 del Regolamento, l'individuazione della densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione sono state basate su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti d'indagine hanno seguito pertanto un modello statistico e sono stati localizzati in posizione opportuna. Nel seguente schema vengono definiti i punti di indagine per ciascuna tipologia progettuale.

Tabella 15-1 Disposizioni per il campionamento da All. 2 del D.M. 161/2012

		ESTENSIONI	PRELIEVI	NOTE
1	AREE DI CANTIERE	Area < 2.500 m ²	minimo n.3	oltre la superficie, l'eventuale volume movimentato (con riferimento ai 3000 mc proposti per la formazione di un cumulo) per eventuali operazioni di rimodellamento e/o predisposizione di bonifica e sistemazione del piano di posa (ad es. almeno 0,6 m da p.c.).
		2.500 < Area < 10.000 m ²	3 + 1 ogni 2.500 m ²	
		> 10.000 m ²	7 + 1 ogni 5.000 m ² eccedenti	
2	TRACCIATO LINEARE	500 m lineari	n.1 campione	prelevare un campione per ogni litologia incontrata
3	SCAVI < 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
4	SCAVI > 2m PROFONDITÀ	si vedano punti 1 e 2	almeno n. 1 campione da 0 a 1m dal p.c.	prelevare un campione per ogni orizzonte pedologico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 campione fondo scavo	prelevare un campione per ogni orizzonte stratigrafico ritenuto significativo anche nel caso in cui vi siano evidenze organolettiche di potenziale contaminazione
			almeno n. 1 nella zona intermedia	

Le informazioni di ciascun punto d'indagine sono riportate negli elaborati allegati al Piano di Utilizzo. L'ubicazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012.

Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale

I punti di indagine, lungo il tracciato di interesse effettivamente soggetti a campionamento ed analisi, sono stati in totale 49 (si vedano le tabelle seguenti) a fronte dei 69 previsti nel piano di indagini di caratterizzazione.

I 20 punti di indagine mancanti sono riferiti unicamente al nuovo svincolo di Lazzaretto (1 punto), che non è previsto nell'attuale progetto, ed alle 2 aree di cantiere (19 punti), il cui materiale di scavo, costituito dal solo scotico, viene comunque riutilizzato all'interno delle medesime aree. Questi siti saranno oggetto di una campagna di indagine ambientale in fase preliminare al corso d'opera.

In relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea comunque l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni e riferito quasi esclusivamente a depositi alluvionali costituiti da limi, argille e sabbie, ed il contesto territoriale uniforme, lungo l'intero tratto in progetto.

La caratterizzazione ambientale è stata eseguita sui 49 siti investigati, con prelievo di campioni da carotieri a mano o scavetti a mano (SM), da pozzetti esplorativi (PZ) e da sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale (PB). Il campionamento ha riguardato il prelievo di 95 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad analisi di laboratorio.

Secondo lo schema proposto, i campioni, da sottoporre ad analisi, sono suddivisi principalmente in superficiali, relativi al top soil, ed in campioni prelevati entro il primo metro dal piano campagna. In alcuni casi, con campionamenti da sondaggi geognostici a carotaggio continuo, il prelievo è stato spinto a profondità maggiori rispetto al primo metro dal p.c. sino alle quote previste in progetto, in relazione ad opere d'arte di interferenza idraulica o di viabilità. Durante la fase di campionamento, si è tenuto conto delle effettive condizioni del sito, degli orizzonti stratigrafici interessati, delle profondità massime di scavo da p.c. in ciascun punto e della possibilità di accesso in contesti privati. Lo strato superficiale, top soil, è stato campionato indicativamente nei primi 0,3 m dal p.c., su ogni punto di indagine effettuato con pozzetto esplorativo. Questo livello è caratterizzato in genere dalla presenza della componente organica relativa all'apparato vegetale e radicale, che viene poi scartata in fase di prelievo o analisi.

Tabella 15-2 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale in fase di progetto, Tratta A

Tratta		pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
A	1	8+100	N	PZ-PB1	1681750,3	4932594,8	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	2	8+500	N	PB1	1681581,8	4932324,3	3	0,0-2,0; 15,0-17,0; 33,0-35,0

Tratta		pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
A	3	9+100	N	PZ-AMB1	1682188,3	4932748,4	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	4	9+700	N	PZ-PB2	1682981,8	4932802,2	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	5	10+100	N	PB6(DH)	1683372,0	4932765,9	3	0,0-2,0; 18,0-20,0; 38,0-40,0
A	6	10+600	N	PZ-PB3	1683791,5	4933086,3	2	0,0-0,3; 0,3-0,6
A	7	10+800	S	PB7	1684027,1	4933146,6	3	0,0-2,0; 12,0-14,0; 23,0-25,0
A	8	11+300	S	PB8	1684439,6	4933431,9	3	0,0-2,0; 12,0-14,0; 23,0-25,0
A	9	11+850	N	PB10(DH)	1684956,8	4933605,9	3	0,0-2,0; 18,0-20,0; 33,0-35,0
A	10	12+300	N	PZ-AMB2	1685296,1	4933713,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	11	12+500	S	PB12 DH	1685535,0	4933572,6	3	0,0-2,0; 18,0-20,0; 38,0-40,0
A	12	12+850	S	PZ-AMB3	1685923,4	4933511,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	13	13+600	N	PZ-PB6	1686669,4	4933415,4	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
A	14	13+900	N	PZ-AMB4	1687001,9	4933264,5	2	0,0-0,3; 0,3-1,0

Tabella 15-3 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta B

Tratta		pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
B	15	14+300	S	PB17(DH)	1687253,5	4932946,7	3	0,0-2,0; 26,0-28,0; 47,0-48,0
B	16	14+800	S	PZ-AMB5	1687663,7	4932797,9	2	0,0-0,3; 0,3-1,0

B	17	15+125	S	PZ-AMB6	1687972,9	4932605,4	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
B	18	15+400	S	PZ-PB7	1688269,6	4932390,4	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
B	19	16+050	N	PZ-AMB7	1688766,3	4932220,1	2	0,0-0,3; 0,3-1,0

Tabella 15-4 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta C

Tratta	pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	
C	20	16+400	S	PZ-AMB8	1688938,7	4931844,9	2	0,0-0,3; 0,3-0,8
C	21	16+850	N	PZ-PB8	1689239,8	4931497,0	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	22	17+400	N	PB21(DH)	1689375,8	4931004,2	3	0,0-2,0; 25,5-29,0; 47,0-49,0
C	23	17+800	S	PB22	1689428,7	4930484,6	3	0,0-2,0; 16,5-18,0; 32,0-34,0
C	24	18+300	N	PZ-AMB9	1689732,3	4930205,8	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	25	18+670	S	PB24(DH)	1689885,3	4929802,4	3	0,0-1,0; 20,0-21,0; 31,0-33,0
C	26	19+100	N	PB25	1690164,9	4929515,7	3	0,0-1,0; 13,0-15,0; 33,5-34,7
C	27	19+650	N	PZ-PB10	1690503,4	4929156,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	28	20+050	S	PZ-PB11	1690821,5	4928894,1	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	29	20+250	N	PZ-AMB10	1691189,3	4928833,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	30	20+822	N	PB27	1691559,4	4928640,8	3	0,2-1,2; 16,0-18,0; 33,0-35,0
C	31	20+830	S	PZ-PB12	1691510,5	4928601,3	2	0,0-0,3; 0,3-1,0
C	32	21+350	S	PB29	1692100,9	4928321,6	3	0,0-2,0; 15,5-17,5; 32,0-34,0
C	33	21+580	N	PZ-PB13	1692255,9	4928368,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0

Tabella 15-5 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale nell'area di cantiere CB01

	Progressivo di indagine	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga) m	Y coord (Gauss- Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
Cantiere CB01	1	SM-CN01	1681750,3	4932594,8	1	0,0-0,4
	2	SM-CN02	1681581,8	4932324,3	1	0,0-0,4
	3	SM-CN03	1682188,3	4932748,4	1	0,0-0,4
	4	SM-CN04	1682981,8	4932802,2	1	0,0-0,4
	5	SM-CN05	1683372,0	4932765,9	1	0,0-0,4
	6	SM-CN06	1683791,5	4933086,3	1	0,0-0,4
	7	SM-CN07	1684027,1	4933146,6	1	0,0-0,4
	8	SM-CN08	1684439,6	4933431,9	1	0,0-0,4
	9	SM-CN09	1684956,8	4933605,9	1	0,0-0,4
	10	SM-CN10	1685296,1	4933713,7	1	0,0-0,4
	11	SM-CN11	1685535,0	4933572,6	1	0,0-0,4
	12	SM-CN12	1685923,4	4933511,3	1	0,0-0,4
	13	SM-CN13	1686669,4	4933415,4	1	0,0-0,4
	14	SM-CN14	1687001,9	4933264,5	1	0,0-0,4
	15	SM-CN15	1687253,5	4932946,7	1	0,0-0,4
	16	SM-CN16	1687663,7	4932797,9	1	0,0-0,4

Caratterizzazione ambientale di aree o siti di indagine da completare in una successiva fase

Nell'ambito della campagna di indagini, secondo i criteri del Regolamento, sono stati individuati punti di prelievo presso i quali nella presente fase progettuale non è stato possibile eseguire o completare il campionamento.

Come già anticipato, i punti per il completamento del piano di caratterizzazione ambientale si trovano nelle 2 aree di cantiere; si tratta di punti o siti risultati indisponibili perché interferenti con aree in parte ricoperte da fitta vegetazione o con aree coltivate, oppure per la non reperibilità o divieto di accesso dei proprietari, o per la presenza di sottoservizi o viabilità, per cui non è stato possibile utilizzare tecniche invasive di indagine.

Si ribadisce che nelle aree di cantiere il materiale di scavo, nella sola parte di scotico, non subisce particolari movimenti, essendo depositato nel perimetro di duna delle medesime aree e riutilizzato in sito al termine delle lavorazioni per la sistemazione definitiva.

Il campionamento e l'analisi sono rimandati ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase realizzativa dell'intervento. Tuttavia, in relazione a quanto emerso dalle indagini geognostiche e dai rilievi di campo per la caratterizzazione ambientale, si sottolinea l'omogeneità litologica del materiale interessato dalle lavorazioni, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi di argille e sabbie limose.

I punti di indagine da eseguire nelle 2 aree di cantiere CB01 e CO01 sono in totale 19, sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.M. 161/2012 rispetto alla superficie occupata. La disposizione dei punti dovrà proseguire il criterio statistico casuale per garantire comunque una copertura omogenea dell'impronta di cantiere. Da ciascun punto di indagine deve essere garantito almeno un prelievo caratteristico della parte vegetale di scotico (0,0 – 0,4 m da p.c.).

Tabella 15-6 Aree di cantiere non investigate in fase progettuale

Area Cantiere	Punti di indagine	N° di prelievi a punto	Profondità campionamento m da p.c.
CB01	12	1	0,00-0,40
CO1	7	1	0,00-0,40

Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del DM 161/2012, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi. Lo scavo di un pozzetto esplorativo ha consentito la verifica:

- degli orizzonti stratigrafici;
- dello spessore della parte superficiale, con presenza dell'apparato radicale e vegetale.

Come anticipato, la caratterizzazione ambientale è stata eseguita mediante profilo con carotieri a mano o scavetti a mano (SM), pozzetti esplorativi (PZ) e sondaggi geognostici finalizzati anche al prelievo ambientale (PB).

Nel caso di sondaggi a carotaggio continuo per i prelievi profondi, le operazioni di selezione da sondaggio sono effettuate prelevando spezzoni di carota alla quota scavo di interesse appena estratti dal carotiere (almeno 3 aliquote) e formando un campione composito da sottoporre ad analisi. In generale i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo sono stati prelevati come campioni formati da diversi incrementi prelevati lungo ciascun orizzonte stratigrafico individuato in ogni punto di indagine. Ciò avviene per ottenere una rappresentatività "media" di ciascun strato in relazione agli orizzonti individuati e/o alle variazioni laterali.

Secondo le metodiche standard, indicate in allegato 4 al DM 161/2012, il campionamento è stato effettuato sul materiale tal quale, con le dovute operazioni di quartatura, in modo tale da ottenere un campione rappresentativo.

La formazione del campione è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni umide e, se necessario, con aggiunta di acqua pura. L'attività si è svolta in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. La suddivisione del campione è stata effettuata in più parti omogenee, adottando i metodi della quartatura riportati nella normativa.

La preparazione dei campioni delle matrici terrigene, ai fini della loro caratterizzazione chimico-fisica, è stata effettuata secondo i principi generali presenti in normativa e secondo le ulteriori indicazioni di cui al seguito.

Ogni campione prelevato è stato opportunamente vagliato al fine di ottenere una frazione passante al vaglio 2 cm. Le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e successivamente mediata sulla massa del campione passante al vaglio 2 cm.

Le modalità di conservazione e trasporto del materiale prelevato sono dettate dalla normativa di riferimento (UNI 10802). Il campione di laboratorio è stato raccolto in un idoneo contenitore bocca larga con tappo a chiusura ermetica con sottotappo teflonato, sigillato ed etichettato con la data di prelievo, con il riferimento al sito di prelievo e, quindi, all'area di lavoro di provenienza.

Analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite e comunque sono utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Si è eseguito, secondo le indicazioni di cui alla tabella 4.1 dell'allegato 4 del DM 161/2012 (sostanze indicatrici), il seguente set analitico di base:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.Lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

Integrazioni relative ai materiali di riporto

Nel seguito si riporta quanto contenuto nell'elaborato AMB1007 predisposto in fase di integrazioni VIA a seguito delle richieste formulate dalla Regione Emilia Romagna, in particolar modo il punto 4.72 del Parere della Regione Emilia Romagna: *“la descrizione dei riporti secondo la definizione dell'allegato 9 del D.M. 161/2012 ed in particolare la loro tipologia, quantità e gestione nell'ambito del piano di utilizzo in esame, ed in caso di loro riutilizzo fornire un'apposita caratterizzazione ambientale ai sensi dell'articolo 41 della Legge n.98/2013”*.

Nel seguito sono quindi riportati:

- a. l'identificazione e la valutazione dei riporti rilevati durante le indagini cognitive;
- b. la sintesi degli esiti analitici di laboratorio riferiti ad una apposita attività integrativa svolta per il completamento della caratterizzazione ambientale di tali materiali anticipata nel Piano di Utilizzo;
- c. le modalità di gestione durante la realizzazione degli interventi.

Questa attività integrativa è stata svolta secondo i criteri del Regolamento e le indicazioni dell'art 41 della L.98/2013 e si è posta come obiettivo la conferma, nell'inquadramento e nella gestione quali sottoprodotti, dei materiali di riporto, caratterizzati da un massimo del 20% nel contenuto di origine antropica.

Inquadramento

I materiali inerti di origine antropica sono inquadrati dall'Art. 1, comma 1 del D.M. 161/2012 nell'ambito delle definizioni date al comma 1, lettere b), c) e d) ed alle indicazioni dell'Allegato 9.

Le condizioni al riutilizzo come sottoprodotti delle terre e rocce da scavo contenenti materiali di riporto dipendono dalla componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale, per cui è prevista la quantità massima del 20% in peso.

I materiali di riporto devono avere caratteristiche geotecniche idonee e rispettare i requisiti di qualità ambientale con la conformità delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) riferite alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV del D.lgs. 152/2006. Inoltre, secondo le disposizioni apportate nella normativa, intervenute con l'art. 41 della L.98/2013, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero”. L'utilizzo delle analisi in eluato è finalizzato alla tutela delle risorse idriche sotterranee, accertando il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle

acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del D.lgs. 152/2006, come da nota prot. n. 13338/TRI del 14/05/2014 del Ministero dell'Ambiente – Direzione Generale per la Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche in risposta ad una richiesta di chiarimenti di ISPRA.

Individuazione dei punti e delle aree interessate da presenza di riporti

Le indagini geognostiche eseguite, durante la campagna cognitiva geognostica ed ambientale del 2016, hanno messo in evidenza la presenza ed il ritrovamento di materiale di riporto, inteso sia come materiale di caratteristiche naturali ma alloctono e sia come inquadrato dalla normativa vigente.

Lungo il tracciato lineare infatti, spesso in corrispondenza di esistenti opere d'arte, manufatti e strade locali, sono stati individuati orizzonti stratigrafici, soprattutto superficiali, costituiti in massima parte da matrice terrigena frammista a materiali di origine antropica. Infatti le caratteristiche generali dei materiali di riporti rilevati, ad eccezione di un paio di situazioni prossime a viabilità locali e fondazioni stradali, risultano costituite da terreni movimentati per ritombamenti e reinterri.

In sito, durante la campagna di campionamento, è stato possibile attestare 3 condizioni del materiale antropico:

- a. presente in un orizzonte stratigrafico di riporto;
- b. presente nella sola superficie;
- c. presente in quantità decisamente trascurabile per rimaneggiamenti di materiali in operazioni di sistemazione o reinterro.

Criteri per l'individuazione degli intervalli di riporto

Sulla base di quanto premesso si evidenzia che:

- in tutti i casi analizzati, il ritrovamento di materiali antropici risulta di carattere superficiale o interessa comunque il primo orizzonte dal piano campagna, con spessori variabili, ma nella quasi totalità dei casi inferiori al metro;
- non sono stati rilevati orizzonti profondi con presenza di materiali di origine antropica, ad eccezione dei casi già segnalati nel Piano di Utilizzo, per cui si è già stabilito un differente inquadramento normativo: ad es. gli scavi necessari per l'ampliamento del corpo stradale e per la realizzazione del muro di sostegno lungo la carreggiata Sud, circa 300 metri lineari, tra le pk 21+006 e la pk 21+316 (tratta C), in prossimità del vecchio sito di conferimento di Hera;
- vi sono 4 casi, la cui descrizione stratigrafica sul riporto comprende un intervallo superiore ai 2 metri di spessore, relativamente ad una definizione di misto granulare, con presenza di frammenti di laterizi, calcestruzzi e conglomerato bituminoso; dalle evidenze stratigrafiche si nota come il contenuto antropico comunque interessi la parte più sommitale dell'intervallo individuato;

- il misto granulare presente è così definito per descrivere una matrice costituita essenzialmente da ciottoli e ghiaie di origine naturale;
- in quasi tutti i casi dove si è rilevata una diversa origine da quelle naturali, si tratta di frammenti di laterizi sparsi o rari ed in subordine altri materiali antropici (quali vetro, plastiche, calcestruzzi) immersi nella matrice terrigena naturale dominante.

Si evidenzia inoltre che dall'analisi geotecnica svolta in ambito progettuale e sintetizzata nei documenti di progetto APE0001, "Relazione geotecnica", e APE0002+APE0011, "Profili geotecnici", i materiali di riporto, contenenti pezzature eterogenee di natura antropica, sono caratterizzati da requisiti tecnici/prestazionali idonei al riutilizzo.

Si segnala infine che sono stati esclusi dalla campagna di indagine integrativa quei punti individuati nei profili geotecnici e geologici come terreni di riporto, intesi come materiale di caratteristiche naturali ma di origine alloctona. Infatti la matrice principale in tali punti risulta avere la totale assenza di elementi antropici (intesi come frammenti di laterizi, vetro, plastiche, conglomerato bituminoso, calcestruzzi, ecc.), come si è potuto evincere dalla descrizione dalle stratigrafie, dalle fotografie delle cassette catalogatrici dei sondaggi e soprattutto dalle evidenze e rilievi in sito.

Elenco dei punti di indagine geognostica e di caratterizzazione ambientale

Si riporta, nella seguente Tabella 15-7, l'elenco dei 44 punti di indagine geognostica, svolta nel 2016: la maggior parte di questi punti (33) è stata oggetto di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012 ed è descritta nel Piano di Utilizzo presentato. In tal senso sono riportate le profondità dei campionamenti ambientali eseguiti e gli esiti delle analisi di laboratorio effettuate sui prelievi.

La descrizione degli orizzonti litologici di ciascun punto, riportata nelle schede stratigrafiche, ha permesso di evidenziare l'intervallo o livello interessato, tutto o in parte, dalla presenza di materiale antropico: in Tabella 15-7, sono state evidenziate in rosso le parti riferite ad elementi di origine antropica.

Secondo questo criterio, sono stati selezionati tutti i punti interessati dalla presenza di terreni di riporto, che nel dettaglio risultano costituiti essenzialmente da matrice terrigena o clastica con presenza di frammenti di origine antropica.

Dall'elenco sotto riportato, si evince che, su 44 punti di indagine geognostica, 28 hanno rivelato la presenza di elementi di origine antropica, nella parte superficiale. Pertanto questi 28 punti sono stati oggetto della campagna ambientale integrativa, specifica sui materiali di riporto.

Tabella 15-7 Elenco dei 44 siti interessati da indagine geognostica durante la fase progettuale

				Piano di indagini del Piano di Utilizzo			
pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima	
			m da p.c.			m da p.c.	
1	8+100	N	PZ-PB1	0,0-0,3; 0,3-1,0	B	Terreno agrario sino a 0,3 Limo sabbioso debolmente argilloso molto consistente con nuclei e frammenti di laterizi, resti plastici, vetro , ciottoli eterometrici e blocchi di calcestruzzo sino a 1,60	0,30-1,6
2	8+500	N	PB1	0,0-2,0;	A	Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi, CLS e conglomerato bituminoso.	0,45
3			PB2	NO		Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi, CLS e conglomerato bituminoso.	2,7
4	9+100	N	PZ-AMB1	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno di riporto a granulometria limosa sabbiosa da debolmente argillosa ad argillosa di colore beige. Umido, mediamente plastico. Rari frammenti di laterizi e clasti poligenici centrimetrici sparsi. Radici vive nei primi centimetri.	1
5			PB3(DH)	NO		Terreno di riporto costituito da misto granulare con ciottoli e rari frammenti di laterizi.	3,2
6	9+700	N	PZ-PB2	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Riporto stradale costituito da ghiaia sabbiosa sino 0,45 separato da TNT e poi Ghiaia eterometrica con sabbia sino a 3,8	0,45
7			PB5	NO		Riporto antropico (misto cementizio) e livelli limosi con frammenti	3
8	10+100	N	PB6(DH)	0,0-2,0;	A	Terreno di riporto costituito da misto granulare con ciottoli.	0,3
9	10+600	N	PZ-PB3	0,0-0,3; 0,3-0,6	A	Terreno superficiale con inclusi ghiaiosi. Ghiaia eterometrica con sabbia. Presenti ciottoli di diametro di 15 centimetri.	0,6
10	10+800	S	PB7	0,0-2,0;	A	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso con inclusi di CLS, laterizi e frammenti plastici.	1,1
11	11+300	S	PB8	0,0-2,0;	A	Terreno agrario costituito da limo argilloso debolmente sabbioso di colore marone scuro sino a 0,30. Poi Limo sabbioso debolmente argilloso di colore avana chiaro consistente. Si rilevano fustoli organici e screziature ocree. Estremamente plastico da circa 6.0 m aumenta la frazione argillosa e si rilevano livelli ed orizzonti sabbiosi dello stesso colore	8

			Piano di indagini del Piano di Utilizzo				
	pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima
				m da p.c.			m da p.c.
12	11+300	S	PZ-PB4	NO		Terreno superficiale. Limo sabbioso marrone chiaro molto consistente sino 3,3	0,4
13	11+300	S	PB9	NO		Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi. Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore avana chiaro, da mediamente consistente a consistente. Si intercalano orizzonti sabbiosi debolmente limosi da centimetrici a decimetrici dello stesso colore e livelli torbosi di colore nero. (sino a 4,60)	0,9
14	11+850	N	PB10(DH)	0,0-2,0;	A	Terreno agrario costituito da limo argilloso sabbioso avana con radici. Limo sabbioso debolmente argilloso e limo argilloso debolmente sabbioso di colore avana da mediamente consistente a consistente. Si rilevano ossidazioni ocracee e piccole lenti organiche. Da circa 7.0 m aumenta la frazione sabbiosa. sino a 9,10	0,45
15	12+300	N	PZ-AMB2	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Limo da sabbioso a con sabbia d colore beige. Grigio beige sino a circa 0,40 cm. Rari clasti arrotondati di natura carbonatica (sino a 0,40) seguito da Limo sabbiosa con argilla di colore beige.	1,5
16	12+500	S	PB12 DH	0,0-2,0;	A	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso con inclusi calcarei, cls e laterizi. Conferma anche in PB12bis (ubicazione prossima)	1,1
17	12+500	S	PZ-PB5	NO		Terreno superficiale sabbioso-limoso sino a 0,35. Seguita poi sino a 1,30 Sabbia finissima debolmente limosa di colore marrone talora con frammenti di laterizi. Ghiaia eterometrica sabbiosa con ciottoli. Sono inclusi frammenti di laterizi	0,35-1,30
18	12+500	S	PB14	NO		Terreno di riporto costituito da misto granulare in matrice sabbiosa. Sabbia fine debolmente limosa di colore avana chiaro da mediamente a poco addensati. Si rilevano diffuse screziature e ossidazioni ocracee sino a 6,90	0,8
19	12+850	S	PZ-AMB3	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria limoso sabbiosa sino a 0,30 cm. Seguito poi da Limo da sabbioso a con sabbia d colore beige. Grigio beige sino a circa 1,40 cm. Rari clasti arrotondati di natura carbonatica	1,5

			Piano di indagini del Piano di Utilizzo				
pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima	
			m da p.c.			m da p.c.	
					seguito da Limo sabbiosa con argilla di colore beige (sino a 1,5).		
20	13+600	N	PZ-PB6	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria limoso con sabbia, localmente argillosa di colore marrone beige sino a 30 cm. Poi terreno di riporto costituito da Limi con sabbia e sabbie con limo di colore beige, ai quali si intercalano locali sacche limoso sabbiose da argillose a con argilla di colore grigio marrone. Laterizi sparsi . Locale presenza di materiale plastico. debolmente umido sino a 1,4	1,4
21	13+600	N	PB16	NO		Terreno di riporto costituito da misto granulare con ciottoli e frammenti di cls e laterizi in sub ordine.	1,3
22	13+900	N	PZ-AMB4	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno di riporto a granulometria limosa sabbiosa debolmente argillosa. Colore marrone. Ghiaiosa al tetto sino a 30 cm per la presenza di clasti poligenici di dimetro max 5-6 cm. Frammenti di laterizi . Asciutto. Clasti in diminuzione con la profondità ad argillosa di colore beige. Umido, mediamente plastico. Rari frammenti di laterizi e clasti poligenici centrimetrici sparsi. Radici vive nei primi centimetri.	1
23	14+300	S	PB17(DH)-bis	0,0-2,0;	A	Riporto antropico costituito da ghiaia in matrice limosa di colore marrone chiaro, poco addensato. Clasti eterometrici ed eterogenei e frammenti lateritici sino a 1,30 m da p.c.	1,3
24	14+800	S	PZ-AMB5	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno di riporto a granulometria limoso sabbiosa debolmente ghiaiosa per la presenza di clasti poligenici sub-arrotondati e frammenti lignei. Colore marrone scuro. (sino a 0,30 m). Seguito poi da Terreno di riporto a granulometria limosa con sabbia di colore beige. Debolmente umido. Rari frammenti centimetrici di laterizi .	0,9
25	14+800	S	PB19	NO		Terreno di riporto a granulometria limoso di colore marrone chiaro fino a 0,80, poi argilloso limosa e di colore marrone grigiastro, dark yellowish brown10YR 4/2.	1,5

			Piano di indagini del Piano di Utilizzo				
pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima	
			m da p.c.			m da p.c.	
					Ingloba clasti millimetrici a arrotondati e qualche laterizio		
26	15+125	S	PZ-AMB6	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno di riporto a granulometria limosa sabbiosa debolmente ghiaiosa di colore beige. Clasti poligenici da sub-angolari a sub arrotondati di diametro max 4-5 cm	1
27	15+400	S	PZ-PB7	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria sabbiosa con limo di colore marrone beige sino a 30 cm. Poi Limi da sabbioso a con sabbia di colore beige, Laterizi sparsi al tetto, sino a circa 0,60 m , assenti poi. Riportato/rimaneggiato? Sino a 1,40	0,6
28	16+050	N	PZ-AMB7	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria limosa argilloso sabbiosa. Colore beige. Radici vive e diffuse nei primi 10 cm. Da 0,15 m Limo argilloso sabbioso di colore marrone beige. Locali clasti poligenici sub-arrotondati e frammenti di laterizi sino a circa 0,30 m . Asciutto. A partire da 0,80 m da pc si ha Limo con sabbia di colore beige. Debolmente umido	0,3
29	16+400	S	PZ-AMB8	0,0-0,3; 0,3-0,8	A	Terreno di riporto a granulometria argilloso limoso sabbiosa di colore marrone. Resti di laterizi sparsi. Rari frammenti di vetro . Asciutto. (sino a 0,5 m) Poi Limo sabbioso argilloso di colore marrone-beige. Frammenti di laterizi sparsi. Duro alla scavo e debolmente umido.	0,5
30	16+850	N	PZ-PB8	0,0-0,3; 0,3-1,0	B	Terreno vegetale a granulometria limosa argilloso sabbiosa di colore marrone. Radici vive sparse. Da 0,3 sino a 1,0 Terreno di riporto e/o rimaneggiato a granulometria sabbiosa argillosa di colore beige avana. Laterizi sparsi sino a circa 0,80 poi assenti. Debolmente umido.	0,8
31	17+400	N	PB21(DH)	0,0-2,0;	A	Riporto antropico comprende cocci, laterizi, vetri e vari . Colorazione variabile in funzione del prodotto a contatto. In matrice sabbiosa color ocra sino a 3 m di p.c.	1
32	17+800	S	PB22	0,0-2,0;	B	Terreno vegetale sino a 0,4, Poi Sabbia limosa, alternata a livelli di argilla di colore marrone, poco umida e poco addensata. Da 2,0 m a 2,50 m argilla di colore marrone	

			Piano di indagini del Piano di Utilizzo				
pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima	
			m da p.c.			m da p.c.	
					scuri con aumento dell'umidità con la profondità, passante a sabbia fine.		
33	17+800	S	PZ-PB9	NO	Terreno vegetale a granulometria argilloso limosa sabbiosa di colore marrone. Radici vive molto diffuse. Locali frammenti di laterizi . Da 0,4 sino a 0,9 si ha Limo argilloso debolmente sabbioso di colore beige avana. Locali frammenti di gasteropodi.	0,4	
34	18+300	N	PZ-AMB9	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno di riporto a granulometria limoso argillosa sabbiosa, localmente argillosa limosa sabbiosa. Locali clasti poligenici sub-arrottondati. Frammenti millimetrici di laterizi sparsi . Asciutto. Colore beige con tonalità grigiastra sino a circa 0,3 m. Radici vive diffuse nei primi 5 cm. Rari ciottoli di diametro max 15-20 cm	1,2
35	18+670	S	PB24(DH)	0,0-1,0;	A	Terreno di riporto a granulometria limosa con clasti, resti di calcinacci sino a 1, 60	1,6
36	19+100	N	PB25	0,0-1,0;	A	Terreno di riporto con orizzonti inizialmente sabbioso-limosi con passaggio a limoso argillosi. Si ritrova una fascia di terreno vegetale sino a circa 0,15 m (spessore 2,10)	2.10
37	19+650	N	PZ-PB10	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria sabbiosa con limo di colore beige. Radici vive e molto diffuse. <i>Terreno di riporto a granulometria limoso sabbiosa di colore beige avana. Frammenti di laterizi sparsi sino a circa 1 m. poi Limo sabbioso debolmente argilloso di colore beige avana. Duro e asciutto sino a 1,60</i>	0,3
38	20+050	S	PZ-PB11	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria sabbiosa con limo di colore beige. Laterizi sparsi. <i>Terreno di riporto a granulometria limoso sabbiosa di colore beige Frammenti di laterizi sparsi sino a circa 0,8 poi Argilla con limo debolmente sabbiosa di colore marrone-marrone beige. debolmente umida sino a 2,5</i>	2.5
39	20+250	N	PZ-AMB10	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Limo sabbioso argilloso di colore marron. Radici vive sparse. Umido e plastico (sino a	1,4

			Piano di indagini del Piano di Utilizzo				
pk	carr	CODICE	CA	CSC	Descrizione da stratigrafia	Profondità massima	
			m da p.c.			m da p.c.	
					0,30 m) Poi Limo da sabbioso a con sabbia di colore beige, Umido		
40	20+250	N	PB26(DH)	NO	Terreno vegetale sino 0,5 di natura limoso sabbiosa. Poi Limo argilloso di color marrone. Ingloba macule nere e clasti millimetrici bianchi farinosi. Duro	2,5	
41	20+822	N	PB27	0,2-1,2;	A	Riporto antropico costituito da limo sabbioso di colore marrone, secco. Ingloba litoclasti cm e rari laterizi	1,2
42	20+830	S	PZ-PB12	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria limosa con sabbia di colore marrone scuro. Diffusa presenza di foglie marcenti e radici vive. Poi terreno di riporto a granulometria limosa da sabbiosa a con sabbia, localmente debolmente argillosa. Colore beige avana. debolmente umida, asciutta in testa. Trovante di calcestruzzo a 1,60 per presenza di sottoservizi.	1,6
43	21+350	S	PB29	0,0-2,0;	A	Terreno vegetale sino a 0,7 m poi terreno di riporto costituito da sabbie inglobanti clasti e frammenti di laterizi . Colore marrone	4,3
44	21+580	N	PZ-PB13	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	Terreno vegetale a granulometria limosa con sabbia di colore beige. Laterizi sparsi . A partire da 0,3 m Terreno di riporto a granulometria limosa da sabbiosa a con sabbia. Locali ciottoli poligenici arrotondati in testa allo strato. Laterizi evidenti sino a circa 1,20 m	1,2

Attività integrativa di caratterizzazione ambientale sui materiali di riporto

In relazione alla richiesta di “*integrare la documentazione con la descrizione dei riporti secondo la definizione dell'allegato 9 del D.M. 161/2012 ed in particolare la loro tipologia, quantità e gestione nell'ambito del piano di utilizzo in esame, ed in caso di loro riutilizzo fornire un'apposita caratterizzazione ambientale ai sensi dell'articolo 41 della Legge n.98/2013*” è stata prevista un'attività supplementare per la caratterizzazione ambientale con il campionamento di nuovi prelievi nei punti interessati dalla presenza di riporto.

La motivazione per cui è stata operata questa scelta è data dall'impossibilità di utilizzare le medesime aliquote prelevate in precedenza e di non poter effettuare prelievi dalle cassette catalogatrici conservate in un'area di deposito di proprietà del Proponente poiché la conservazione

non risulta idonea per un regolare campionamento di tutte le classi granulometriche e per una corretta analisi chimica.

La scelta dei punti è stata fatta in relazione a quanto descritto nelle schede stratigrafiche e dai rilievi in sito, nei diversi casi in cui il materiale antropico:

- a. sia presente in un orizzonte stratigrafico;
- b. sia stato rilevato nella sola superficie;
- c. sia stato rinvenuto in quantità decisamente trascurabile per rimaneggiamento di materiali in operazioni di sistemazione o reinterro.

Con questi presupposti, la campagna integrativa ha riguardato 26 siti dei 28 individuati ed è stata eseguita nel mese di maggio 2017.

Sono stati esclusi 2 punti, PB5 e PZAMB8. Nel primo caso il sito è stato interessato da un evento alluvionale che ha riportato sulle sponde coperture di deposito di fiume superiori ad 1-1,5 m. Infatti l'area di indagine è ubicata al di sotto del viadotto sul Fiume Reno ed è risultato pertanto non campionabile il livello del riporto in prossimità del precedente punto per le mutate condizioni. Nel secondo caso, l'area è rimasta interclusa all'accesso per alcune lavorazioni presenti al momento dell'esecuzione della campagna di indagine.

Questi 2 punti saranno eventualmente oggetto di una campagna apposita sui materiali in una prossima fase e comunque preliminare al corso d'opera.

Nel seguente elenco sono elencati i 28 punti di indagine, riportando anche in questo caso la descrizione dell'orizzonte stratigrafico con evidenza delle parole chiave riferite ai materiali di chiara origine antropica. È presente una colonna che segnala per ciascun punto lo spessore stratigrafico, da p.c., la cui descrizione riporta l'evidenza dell'elemento antropico.

Tabella 15-8 Selezione dei punti ove sono rinvenuti elementi antropici e riportati nella descrizione stratigrafica

Punto di indagine	Descrizione da stratigrafia	Spessore m
PZ-PB1	Terreno agrario sino a 0,3 Limo sabbioso debolmente argilloso molto consistente con nuclei e frammenti di laterizi, resti plastici, vetro , ciottoli eterometrici e blocchi di calcestruzzo sino a 1,60	1,3
PB1	Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi, CLS e conglomerato bituminoso.	0,45
PB2	Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi, CLS e conglomerato bituminoso.	2,7
PZ-AMB1	Terreno di riporto a granulometria limosa sabbiosa da debolmente argillosa ad argillosa di colore beige. Umido, mediamente plastico. Rari frammenti di laterizi e clasti poligenici centrimetrici sparsi. Radici vive nei primi centimetri.	1
PB3(DH)	Terreno di riporto costituito da misto granulare con ciottoli e rari frammenti di laterizi.	3,2

Punto di indagine	Descrizione da stratigrafia	Spessore m
PZ-PB2	Ripporto stradale costituito da ghiaia sabbiosa sino 0,45 separato da TNT e poi ghiaia eterometrica con sabbia	0,45
PB5	Ripporto antropico (misto cementizio) e livelli limosi con frammenti	3
PB7	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso con inclusi di CLS, laterizi e frammenti plastici.	1,1
PB9	Terreno di riporto costituito da misto granulare con frammenti di laterizi. Limo argilloso a tratti debolmente sabbioso di colore avana chiaro, da mediamente consistente a consistente. Si intercalano orizzonti sabbiosi debolmente limosi da centimetrici a decimetrici dello stesso colore e livelli torbosi di colore nero. (sino a 4,60)	0,9
PB12 DH	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso con inclusi calcarei, cls e laterizi. Conferma anche in PB12bis (ubicazione prossima)	1,1
PZ-PB5	Terreno superficiale sabbioso-limoso sino a 0,35. Seguita poi sino a 1,30 Sabbia finissima debolmente limosa di colore marrone talora con frammenti di laterizi. Ghiaia eterometrica sabbiosa con ciottoli. Sono inclusi frammenti di laterizi	1
PZ-PB6	Terreno vegetale a granulometria limoso con sabbia, localmente argillosa di colore marrone beige sino a 30 cm. Poi terreno di riporto costituito da Limi con sabbia e sabbie con limo di colore beige, ai quali si intercalano locali sacche limoso sabbiose da argillose a con argilla di colore grigio marrone. Laterizi sparsi. Locale presenza di materiale plastico. debolmente umido sino a 1,4	1,4
PB16	Terreno di riporto costituito da misto granulare con ciottoli e frammenti di cls e laterizi in sub ordine.	1,3
PZ-AMB4	Terreno di riporto a granulometria limosa sabbiosa debolmente argillosa. Colore marrone. Ghiaiosa al tetto sino a 30 cm per la presenza di clasti poligenici di dimetro max 5-6 cm. Frammenti di laterizi. Asciutto. Clasti in diminuzione con la profondità. ad argillosa di colore beige. Umido, mediamente plastico. Rari frammenti di laterizi e clasti poligenici centrimetrici sparsi. Radici vive nei primi centimetri.	1
PB17(DH)-bis	Ripporto antropico costituito da ghiaia in matrice limosa di colore marrone chiaro, poco addensato. Clasti eterometrici ed eterogenei e frammenti lateritici sino a 1,30 m da p.c.	1,3
PZ-AMB5	Terreno di riporto a granulometria limoso sabbiosa debolmente ghiaiosa per la presenza di clasti poligenici sub-arrotondati e frammenti lignei. Colore marrone scuro. (sino a 0,30 m). Seguito poi da Terreno di riporto a granulometria limosa con sabbia di colore beige. Debolmente umido. Rari frammenti centimetrici di laterizi.	0,6
PB19	terreno di riporto a granulometria limoso di colore marrone chiaro fino a 0,80, poi argilloso limosa e di colore marrone grigiastro, dark yellowish brown10YR 4/2. ingloba clasti millimetrici a arrotondati e qualche laterizio	0,7
PZ-PB7	Terreno vegetale a granulometria lsabbiosa con limodi colore marrone beige sino a 30 cm. Poi Limi da sabbioso a con sabbia di colore beige, Laterizi sparsi al tetto, sino a circa 0,60 m, assenti poi. Riportato/rimaneggiato? Sino a 1,40	0,6

Punto di indagine	Descrizione da stratigrafia	Spessore m
PZ-AMB7	Terreno vegetale a granulometria limosa argilloso sabbiosa. Colore beige. Radici vive e diffuse nei primi 10 cm. Da 0,15 m Limo argilloso sabbioso di colore marrone beige. Locali clasti poligenici sub-arrotondati e frammenti di laterizi sino a circa 0,30 m . Asciutto. A partire da 0,80 m da pc si ha Limo con sabbia di colore beige. Debolmente umido	0,3
PZ-AMB8	Terreno di riporto a granulometri argilloso limoso sabbiosa di colore marrone. Resti di laterizi sparsi. Rari frammenti di vetro . Asciutto. (sino a 0,5 m) Poi Limo sabbioso argilloso di colore marrone-beige. Frammenti di laterizi sparsi. Duro alla scavo e debolmente umido.	0,5
PZ-PB8	Terreno vegetale a granulometria limosa argilloso sabbiosa di colore marrone. Radici vive sparse. Da 0,3 sino a 1,0 Terreno di riporto e/o rimaneggiato a granulometria sabbiosa argillosa di colore beige avana. Laterizi sparsi sino a circa 0,80 poi assenti. Debolmente umido.	0,8
PB21(DH) - bis	Riporto antropico comprende cocci, laterizi, vetri e vari . Colorazione variabile in funzione del prodotto a contatto. In matrice sabbiosa color ocra sino a 3 m di p.c.	1
PZ-PB9	Terreno vegetale a granulometria argilloso limosa sabbiosa di colore marrone. Radici vive molto diffuse. Locali frammenti di laterizi . Da 0,4 sino a 0,9 si ha limo argilloso debolmente sabbioso di colore beige avana. Locali frammenti di gasteropodi.	0,4
PZ-AMB9	Terreno di riporto a granulometria limoso argillosa sabbiosa, localmente argillosa limosa sabbiosa. Locali clasti poligenici sub-arrotondati. Frammenti millimetrici di laterizi sparsi . Asciutto. Colore beige con tondità grigiastra sino a circa 0,3 m. Radici vive diffuse nei primi 5 cm. Rari ciottoli di diametro max 15-20 cm	1,2
PB24(DH)	Terreno di riporto a granulometria limosa con clasti, resti di calcinacci sino a 1,60	1,6
PB27	Riporto antropico costituito da limo sabbioso di colore marrone, secco. Ingloba litoclasti cm e rari laterizi	1,2
PB29	Terreno vegetale sino a 0,7 m poi terreno di riporto costituito da sabbie inglobanti clasti e frammenti di laterizi . Colore marrone	3,6
PZ-PB13	Terreno vegetale a granulometria limosa con sabbia di colore beige. Laterizi sparsi . A partire da 0,3 m Terreno di riporto a granulometria limosa da sabbiosa a con sabbia. Locali ciottoli poligenici arrotondati in testa allo strato. Laterizi evidenti sino a circa 1,20 m	1,2

Modalità di campionamento

La caratterizzazione ambientale integrativa è stata eseguita mediante scavi con carotieri a mano spinti sino alla profondità media di circa 1 m dal p.c. ove sono concentrate le quantità maggiori degli elementi antropici.

Questo criterio di campionamento sullo specifico intervallo in cui è stata evidenziata la presenza degli elementi antropici risulta essere molto cautelativo rispetto a campionare l'intero orizzonte stratigrafico riconducibile ad un riporto (si vedano le tabelle precedenti).

Il campionamento ha riguardato il posizionamento del carotiere nell'area di interesse ed in prossimità del punto di indagine geognostica precedente (per cui si è disposto un prefisso IA- nei codici dei campioni).

Il prelievo ha interessato tutto lo spessore carotato, dal quale sono stati eseguiti il prelievo di 2 aliquote per le analisi di laboratorio ed una terza aliquota per la verifica delle % in peso.

La formazione dei campioni è avvenuta su un telo di plastica (polietilene), in condizioni comunque adeguate a evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. Le aliquote, da sottoporre ad analisi chimica, sono state preparate sempre in campo secondo i criteri dettati dalla normativa, eseguendo l'operazione di miscelazione, atta a omogeneizzare gli incrementi prelevati in sito, considerando tutte le frazioni granulometriche rinvenute in campo nell'intervallo campionato. Infine è stata svolta una quartatura, non per una riduzione volumetrica, ma proprio per la formazione delle diverse aliquote.

Un'aliquota è stata finalizzata all'analisi chimica per la caratterizzazione ambientale secondo il set di Allegato 4, Tabella 4.1 del D.M 161/2012. La seconda aliquota è stata destinata all'eventuale esecuzione del test di cessione, secondo la metodica del D.M. del 1998, nel caso in cui la terza aliquota, costituita dal resto del materiale campionato, abbia restituito valori in peso percentuale del contenuto antropico al di sopra di un limite di rilevabilità quantitativa fissato al 2%. Tale valore inferiore tiene conto dell'incertezza del dato e serve a limitare la componente soggettiva degli operatori di campo.

Le modalità di conservazione e trasporto dei campioni sono dettate dalla norma UNI 10802.

I campioni di laboratorio sono stati raccolti in sacchi sterili di materiale plastico, adatti alle operazioni di campionamento ambientale, o in idonei contenitori a bocca larga con tappo a chiusura ermetica. Tutti sono stati sigillati ed etichettati con il codice del punto, la data di prelievo ed il riferimento al sito di indagine. Tali modalità ricalcano quelle seguite durante la campagna ambientale per la caratterizzazione.

Set analitico previsto

Le analisi chimiche dei campioni di terreno sono state eseguite presso un laboratorio riconosciuto ed accreditato, secondo il sistema di certificazione ACCREDIA, ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025.

I campioni di terreno prelevati sono stati consegnati integri e senza alcun tipo di alterazione al laboratorio, dove sono state eseguite le operazioni preliminari di preparazione alle analisi chimiche. Le analisi chimico-fisiche sono state condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione.

Si è eseguito il seguente set analitico di base:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);

- Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici indicati in tabella 1, allegato 5 alla parte Quarta del D.lgs. n. 152/06;
- Composti aromatici: Benzene; Etilbenzene; Stirene; Toluene; Xilene; Sommatoria organici aromatici;
- Amianto.

I risultati delle analisi sui campioni sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di scavo.

I risultati confermano sostanzialmente il quadro emerso dalla campagna di caratterizzazione ambientale.

Per il test di cessione si è fatto riferimento all'allegato 3 del DM febbraio 1998 e smi, per la preparazione degli eluati e per i parametri da considerare. I valori soglia di riferimento sono quelli di tabella 2, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., utilizzati per le acque sotterranee, così come indicato dalle già richiamate disposizioni ministeriali.

Risultati analitici della caratterizzazione ambientale di base

Di seguito si riporta un dettaglio dei risultati confrontati con i risultati della precedente campagna di caratterizzazione.

Tabella 15-9 Sintesi delle risultanze analitiche di laboratorio

	pk	carr	CODICE	Piano di indagini PdU		campione integrativo	Piano integrativo sui riporti
				CA	CSC		CSC
				m da p.c.			
1	8+100	N	PZ-PB1	0,0-0,3; 0,3-1,0	B	IA-PZPB1 (0,0-1,0)	A
2	8+500	N	PB1	0,0-2,0;	A	IAPB1 (0,0-0,45)	A
3			PB2	NO		IAPB2 (0,0-1,0)	A
4	9+100	N	PZ-AMB1	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-AMB1 (0,0-1,0)	A
5			PB3(DH)	NO		IAPB3 (0,0-1,0)	B

			Piano di indagini PdU		Piano integrativo sui riporti		
	pk	carr	CODICE	CA	CSC	campione integrativo	CSC
				m da p.c.			
6	9+700	N	PZ-PB2	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-PB2 (0,0-0,45)	A
7	10+800	S	PB7	0,0-2,0;	A	IAPB7 (0,0-1,0)	A
8	11+300	S	PB9	NO		IAPB9 (0,0-1,0)	B
9	12+500	S	PB12 DH	0,0-2,0;	A	IAPB12(DH) (0,0-1,0)	B
10	12+500	S	PZ-PB5	NO		IAPZ-PB5 (0,0-1,0)	A
11	13+600	N	PZ-PB6	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-PB6 (0,3-1,0)	A
12	13+600	N	PB16	NO		IAPB16 (0,0-1,0)	A
13	13+900	N	PZ-AMB4	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-AMB4 (0,0-1,0)	A
14	14+300	S	PB17(DH)-bis	0,0-2,0;	A	IAPB17(DH) (0,0-1,0)	A
15	14+800	S	PZ-AMB5	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-AMB5 (0,3-0,1)	A
16	14+800	S	PB19	NO		IAPB19 (0,0-1,0)	A
17	15+400	S	PZ-PB7	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-PB7 (0,3-0,6)	A
18	16+050	N	PZ-AMB7	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-AMB7 (0,15-0,8)	A
19	16+850	N	PZ-PB8	0,0-0,3; 0,3-1,0	B	IAPZ-PB8 (0,3-0,8)	B
20	17+400	N	PB21(DH)	0,0-2,0;	A	IAPB21(DH) (0,0-1,0)	B
21	17+800	S	PZ-PB9	NO		IAPZ-PB9 (0,0-0,4)	A
22	18+300	N	PZ-AMB9	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-AMB9 (0,0-1,0)	A

			Piano di indagini PdU		Piano integrativo sui riporti		
	pk	carr	CODICE	CA	CSC	campione integrativo	CSC
				m da p.c.			
23	18+670	S	PB24(DH)	0,0-1,0;	A	IAPB24(DH) (0,0-1,0)	B
24	20+822	N	PB27	0,2-1,2;	A	IAPB27 (0,0-1,0)	A
25	21+350	S	PB29	0,0-2,0;	A	IAPB29 (0,70-1,0)	A
26	21+580		PZ-PB13	0,0-0,3; 0,3-1,0	A	IAPZ-PB13 (0,0-1,0)	B

Dalla tabella si evince, come già anticipato, che le analisi confermano sostanzialmente il quadro ambientale presentato nel Piano di Utilizzo, con la totale conformità dei prelievi ai valori soglia dettati dalle colonne A e B per il riutilizzo nelle diverse destinazioni d'uso.

I casi in cui si ha uno scostamento da A a B o viceversa possono essere messi in correlazione alle differenze, seppur minime, nell'intervallo di campionamento considerato nelle 2 campagne di indagine.

Verifica della percentuale in peso del contenuto di riporto antropico

La valutazione della percentuale in peso degli elementi di origine antropica è stata eseguita facendo riferimento, in assenza di riferimenti cogenti, all'allegato 10 dell'allora emanando DPR 120/2017 recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo.

L'allegato riporta la seguente formula:

$$\%Ma = \frac{P_{Ma}}{P_{tot}} * 100$$

dove:

%Ma: percentuale di materiale di origine antropica

P_Ma: peso totale del materiale di origine antropica rilevato nel sopravaglio

P_tot: peso totale del campione sottoposto ad analisi (sopravaglio+sottovaglio)

Tale determinazione è stata condotta direttamente in laboratorio separando il terreno con caratteristiche stratigrafiche e geologiche naturali dai materiali di origine antropica in modo che la presenza di questi ultimi potesse essere pesata. Il campionamento è stato condotto sul materiale "tal quale". La quantità massima del 20% in peso è riferita unicamente allo specifico orizzonte stratigrafico costituito da materiale di origine naturale e materiale di origine antropica.

Il campione utilizzato, come precedentemente riportato, è rappresentativo di tutte le classi granulometriche presenti, per cui non è scartata la frazione superiore a 2 cm nella fase di prelievo. È stata eseguita una prima operazione di selezione in laboratorio dei macro elementi lapidei: infatti sono stati esclusi i materiali di origine naturale di dimensioni > 2 cm, come indicato in allegato 10, costituiti essenzialmente da sassi, ciottoli, anche alloctoni rispetto al sito.

Il campione è poi stato pesato e successivamente è stata eseguita una seconda operazione di selezione manuale e vagliatura ai 2 cm per selezionare i macro elementi antropici. Infine è stata eseguita la pesata dei materiali antropici rilevati in sopravaglio.

Il rapporto percentuale dei 2 pesi totali ha determinato il valore del materiale antropico.

Di seguito si elenca l'esito delle analisi finalizzate al contenuto in percentuale di materiale antropico nei campioni prelevati:

Tabella 15-10 Sintesi delle verifiche sulla % in peso del contenuto antropico

Descrizione	Valore in peso del contenuto di materiale antropico
	%
IA PZ PB1 PROF.: 0,30-1,0 m	< 2
IA PB1 PROF.: 0,00-0,50 m	< 2
IA PB2 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2
IA PZ AMB1 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2
IA PB3 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2
IA PZ PB2 PROF.: 0,00-0,45 m	< 2
IA PB7 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2
IA PB9 PROF.: 0,00-0,60 m	4
IA PB12DH PROF.: 0,00-1,0 m	< 2
IA PZ PB5 PROF.: 0,00-1,0 m	< 2
IA PZ PB6 PROF.: 0,35-1,0 m	< 2
IA PB16 PROF.: 0,00-1,0 m	< 2
IA PZ AMB4 PROF.: 0,00-1,0 m	< 2
IA PB17DH PROF.: 0,00-1,0 m	< 2
IA PZ AMB5 PROF.: 0,30-1,0 m	< 2
IA PB19 PROF.: 0,30-1,0 m	< 2
IA PZ PB7 PROF.: 0,30-0,60 m	< 2
IA PZ AMB7 PROF.: 0,15-0,80 m	< 2
IA PZ PB8 PROF.: 0,30-0,80 m	< 2
IA PB21DH PROF.: 0,00-1,00 m	27
IA PZ PB9 PROF.: 0,00-0,40 m	< 2
IA PZ AMB9 PROF.: 0,00-1,00 m	11
IA PB24DH PROF.: 0,00-1,00 m	< 2
IA PZ PB27 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2

Descrizione	Valore in peso del contenuto di materiale antropico
IA PB29 PROF.: 0,70-1,00 m	< 2
IA PZ PB13 PROF.: 0,00-1,00 m	< 2

Dalla tabella si evince che:

- a. 1 campione presenta una percentuale superiore al 20% ed è rappresentativo del sito nei pressi del punto di indagine PB21DH, lungo il rilevato in corrispondenza delle lavorazioni alla barriera FO047;
- b. 2 situazioni hanno evidenziato percentuali superiori alla media: una percentuale di 11% nel campione prelevato in carreggiata Nord lungo il rilevato presso la pk 18+300 (PZAMB9) ed un valore di 4% nel punto in carreggiata S (PB9) alla pk 11+300;
- c. 23 campioni presentano valori in percentuali pari o inferiore a 2%, che risulta il limite di rilevabilità quantitativa che identifica un trascurabile peso in % rispetto alla matrice naturale dominante.

Risultati analitici sui test in eluato eseguiti

In considerazione delle valutazioni sopra riportate sono stati sottoposti al test di cessione i seguenti 3 campioni:

- PB21DH;
- PZAMB9;
- PB9.

Gli esiti dei test in eluato evidenziano che le analisi di cessione sono risultate conformi ai criteri dettati dal D.M. 5 febbraio 1998 e ai valori soglia riferiti a tabella 2 sulle acque sotterranee.

Anche se non si possono ovviamente determinare delle correlazioni con le concentrazioni chimiche sul tal quale, si ribadisce che le stesse risultano comunque conformi ai limiti di interesse per un uso in sito commerciale-industriale (colonna B).

Sintesi dei risultati

Dalle determinazioni effettuate in sito, in fase di analisi geognostica ed ambientale e dagli esiti chimici in laboratorio, si possono sintetizzare i seguenti risultati:

- a. Sono stati messi in evidenza dall'indagine geognostica, 28 punti o siti su 44, caratterizzati nell'orizzonte più superficiale, dalla presenza di materiale di origine antropica;
- b. L'intervallo stratigrafico con presenza di elementi antropici nei 28 siti è in generale di spessore variabile, ma in media inferiore al metro dal p.c., ad eccezione di 4 casi (PB2, PB3DH, PB5 e PB29) dove tuttavia la matrice grossolana è costituita da elementi naturali e la parte antropica è concentrata nel livello più superficiale;

- c. 19 punti, sui 28 segnalati, sono stati oggetto di caratterizzazione ambientale nella precedente campagna svolta ai sensi del D.M. 161/2012 e sono descritti nel Piano di Utilizzo, AMB1000;
- d. 26 punti dei 28 sono stati oggetto di una campagna di caratterizzazione ambientale specifica per la presenza dei riporti, applicando un metodo di valutazione per la % in peso del contenuto antropico nella matrice di scavo rinvenuta in questi siti;
- e. in considerazione degli altri 14 siti di indagine descritti congiuntamente nel Piano di Utilizzo, AMB1000, si può affermare che complessivamente sono stati investigati 40 punti lungo il tracciato di circa 13,5 km ai sensi del D.M. 161/2012;
- f. Gli esiti analitici di laboratorio sui 26 campioni confermano la totale conformità alle CSC indicate dalla Tabella 1 del D.Lgs 152/2006, come già evidenziato nel Piano di Utilizzo delle Terre, AMB1000;
- g. Lo screening analitico è stato completato con il test di cessione in eluato sui punti ove è stata riscontrata una % in peso superiore o uguale al 2%, essendo tale valore un limite di rilevabilità quantitativa;
- h. I test di cessione in eluato risultano conformi ai criteri di legge ed ai valori soglia della tabella 2 sulle acque sotterranee;
- i. L'applicazione di una procedura per la valutazione del peso % nel contenuto antropico ha rilevato che un sito di indagine (PB21Dh) risulta avere un valore superiore al 20 %, soglia di riferimento per l'assimibilità a suolo, condizione limite per l'inquadramento di sottoprodotto.

Modalità di gestione del materiale di riporto

Alla luce dei dati rilevati nell'ambito del piano integrativo di caratterizzazione, le modalità di gestione dei materiali da scavo che potranno interessare i riporti sono confermate e già descritte nel cap. 4 del Piano di Utilizzo.

Le modalità di scavo riguardano essenzialmente:

- a. gli scavi di scotico, con mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale;
- b. gli scavi di sbancamento, con escavatori meccanici cingolati o gommati.

In tutti i casi i mezzi di lavoro sono affiancati, a seconda delle situazioni, da pale per il carico e dai mezzi di trasporto, utilizzati per lo spostamento del materiale escavato.

Dopo le operazioni di scavo, i materiali rimossi saranno depositati nelle aree previste in progetto (CB01 e CO01) e nel Piano di Utilizzo in attesa di essere riutilizzati in reinterri e nella formazione dei rilevati e delle sottofondazioni stradali.

Pertanto, in riferimento a quanto emerso dalla campagna integrativa, in generale la caratterizzazione ha dato conferma del possibile riutilizzo dei materiali di riporto con le modalità già previste per il riutilizzo dei sottoprodotti.

Gestione dei materiali di riporto identificati come non sottoprodotti

In riferimento a quanto già indicato nel par. 4.4 del Piano di Utilizzo “*Gestione dei materiali di riporto identificati come non sottoprodotti*”, le aree o porzioni di scavo ove sono presenti materiali di riporto con frammenti di origine antropica, con percentuali superiori al 20% (PB21DH) saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV “Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti”, ai sensi dell’art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Pertanto si specifica che i materiali di scavo provenienti dalle lavorazioni di preparazione del piano di posa per l’ampliamento del corpo stradale e per la realizzazione del muro di sostegno lungo la carreggiata Sud, circa 300 metri lineari, tra le pk 21+006 e la pk 21+316 (tratta C), in prossimità del vecchio sito di conferimento di Hera, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo come sottoprodotti, saranno gestiti come rifiuto.

Prescrizioni in relazione alla caratterizzazione dei terreni

Il MATTM, con Determina Direttoriale prot. DVA-DEC-409 del 06/12/2017 - corredata del parere della Commissione Tecnica di Verifica dell’Impatto Ambientale VIA e VAS, n. 2561 del 24/11/2017 ha approvato il sopracitato Piano di Utilizzo, con condizioni ambientali.

In riferimento alla caratterizzazione ambientale la condizione ambientale n.2 prevede:

“Il proponente dovrà completare la campagna di indagini:

- *per i punti di prelievo individuati presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire o completare il campionamento:*
 - o *delle aree di cantiere;*
 - o *dei terreni dell'area dove si prevede lo svincolo nord della bretella Lazzaretto – Bertalia;*
 - o *delle aree in cui verrà sviluppata la bretella del Lazzaretto, in questo caso lo screening analitico da sottoporre tali terreni sarà il medesimo di quello riportato nel Piano di Utilizzo con l'integrazione dei seguenti parametri: PCE (tetracloroetilene) e PCB (policlorobifenili), i cui valori dovranno confrontarsi con le CSC della tabella 1 dell’Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;*
- *fornire i risultati al MATTM prima dell’inizio dei lavori”.*

La caratterizzazione integrativa sarà sviluppata in fase preliminare al corso d’opera, così come richiesto dalla condizione ambientale stessa, limitatamente alle aree di cantiere in quanto l’attuale progetto non prevede l’esecuzione dello svincolo Lazzaretto e della bretella Lazzaretto-Bertalia.

15.3 CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

La tabella seguente riporta in sintesi le quantità di siti individuati e prelievi ambientali sottoposti ad analisi chimica effettuati ai sensi del D.M. 161/2012 per la caratterizzazione ambientale finalizzate alla definizione di sottoprodotto delle terre e rocce da scavo.

Tabella 15-11 Riepilogo della campagna di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012

		Campagna 2016 D.M.161/2012	
Ambiti di scavo e riutilizzo	lunghezza in ml	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	~ 6000	14	34
Tratta B	~ 2050	5	11
Tratta C	~ 5500	14	34
Totale	~ 13550	33	79

Area di cantiere	mq	Punti di indagine	Prelievi
CB01	115000	16	16

I risultati analitici, riportati in allegato al Piano di Utilizzo, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 95 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.M. 161/2012, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- b) Il 95% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (79 campioni) risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.;
- c) I superamenti rilevati nei terreni con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 4 campioni (su 95) per concentrazioni di idrocarburi pesanti (in 2 campioni), Zinco (in 3), Piombo (in 1); nel dettaglio si può notare che:
 - a. sono tutti prelievi ubicati lungo il tracciato lineare e riferiti alla parte superficiale e comunque nel primo metro da p.c., ovvero l'orizzonte che subisce maggior influenza dall'agente esterno, sia atmosferico sia antropico;
 - b. si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato;
 - c. in generale tali elementi e le relative concentrazioni anomale sono sintomatici in prossimità di una struttura viaria con intenso traffico veicolare, perché riconducibili ad

usura degli asfalti ed al degrado di alcune parti meccaniche e gomme dei mezzi di trasporto;

- d) in nessun caso si segnala una concentrazione anomala in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici; il 100% dei 95 campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, per tali parametri, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- e) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Tabella 15-12 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita ai sensi del D.M. 161/2012

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
Tratta A	33	1	34
Tratta B	11	0	11
Tratta C	31	3	34

Totali campioni	75	4	79
------------------------	----	---	----

% su intero intervento			
Tratta A	41,8	1,3	43,0
Tratta B	13,9	0,0	13,9
Tratta C	39,2	3,8	43,0

Totali	94,9	5,1	100,0
---------------	------	-----	-------

% sul parziale di tratta			
Tratta A	97,1	2,9	100
Tratta B	100,0	0,0	100
Tratta C	91,2	8,8	100

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
CB01	16	0	16

Tabella 15-13 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

Tratta	Numero	Sigla	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica	Tratta	Numero	Sigla	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
		campione								campione					
A	1	PB1	8+100	N	0,0-2	B	C>12	C	46	PZAMB8	16+400	S	0,0-0,3	B	Zn e Pb
	2				15-17	A			47				0,3-1,0	B	Zn
	3				33-35	A			48	0,0-0,3	A				
	4	PZ-PB1	8+500	N	0,0-0,3	A			49	PZPB8	16+850	N	0,3-1,0	A	
	5				0,3-1,0	A			50				0,0-2	B	C>12, Pb e Zn
	6	PZ-AMB1	9+100	N	0,0-0,3	A			51	PB21bis	17+400	N	25,5-29	A	
	7				0,3-1,0	A			52				47-49	A	
	8	PZ-PB2	9+700	N	0,0-0,3	A			53	PB22	17+800	S	0,0-1	A	
	9				0,3-1,0	A			54				16,5-18	A	
	10	0,0-2	A		55	32-34	A								
	11	PB6 DH	10+100	N	18-20	A			56	PZAMB9	18+300	N	0,0-0,3	A	
	12				38-40	A			57				0,3-1,0	A	
	13	PZ-PB3	10+600	N	0,0-0,3	A			58	PB24 DH	18+670	S	0,0-1	A	
	14				0,3-1,0	A			59				20-21	A	
	15	0,0-2	A		60	31-33	A								
	16	PB7	10+800	S	dic-14	A			61	PB25	19+100	N	0-1	A	
	17				23-25	A			62				13-15	A	
	18	PB8	11+300	S	0,0-2	A			63	33,5-34,7	A				
	19				dic-14	A			64	0,0-0,3	A				
	20	23-25	A		65	0,3-1,0	A								
	21	PZAMB2	11+850	N	0,0-0,3	A			66	PZPB10	19+650	N	0,0-0,3	A	
	22				0,3-1,0	A			67				0,3-1,0	A	
	23	0,0-2	A		68	PZAMB10	20+250		N	0,0-0,3	A				
	24	PB10 DH	12+300	N	18-20					A		69	0,3-1,0	A	
	25				33-35	A			70	0,2-1,2	A				
	26	0,0-2,0	A		71	PB27	20+822		N	16-18	A				
	27	PB12 DH	12+500	S	18-20					A		72	33-35	A	
	28				38-40	A			73	0,0-0,3	A				
	29	PZAMB3	12+850	S	0,0-0,3	A			74	PZ-PB12	20+830	S	0,3-1,0	A	
	30				0,3-1,0	A			75				0,0-2,0	A	
	31	PZAMB4	13+900	N	0,0-0,3	A			77	PB29	21+350	S	15,5-17,50	A	
	32				0,3-1,0	A			78				32-34	A	
	33	PZ-PB6	13+600	N	0,0-0,3	A			79	PZ-PB13	21+580	N	0,0-0,3	A	
	34				0,3-1,0	A			80				0,3-1,0	A	
B	35	PB17 bis	14+300	S	0,2-1,5	A		81	SMCN01			0,0-0,4	A		
	36				26-28	A		82	SMCN02			0,0-0,4	A		
	37				47-48	A		83	SMCN03			0,0-0,4	A		
	38	PZAMB5	14+800	S	0,0-0,3	A		84	SMCN04			0,0-0,4	A		
	39				0,3-1,0	A		85	SMCN05			0,0-0,4	A		
	40	PZAMB6	15+125	S	0,0-0,3	A		86	SMCN06			0,0-0,4	A		
	41				0,3-1,0	A		87	SMCN07			0,0-0,4	A		
	42	PZ-PB7	15+400	S	0,0-0,3	A		88	SMCN08			0,0-0,4	A		
	43				0,3-1,0	A		89	SMCN09			0,0-0,4	A		
	44	PZAMB7	16+050	N	0,0-0,3	A		90	SMCN10			0,0-0,4	A		
	45				0,3-1,0	A		91	SMCN11			0,0-0,4	A		
								92	SMCN12			0,0-0,4	A		
								93	SMCN13			0,0-0,4	A		
								94	SMCN14			0,0-0,4	A		
								95	SMCN15			0,0-0,4	A		

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 3 tratte, identificate secondo il D.M. 161/2012, per un inquadramento dei materiali di scavo in sub-tratte secondo una CSC principale di riferimento.

Questo approccio parte dalla definizione, descritta in premessa, di uniformità delle condizioni al contorno, come il contesto litologico e territoriale, la tipologia della pressione antropica presente e le tipologie delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in subtratte è effettuata individuando una pk equidistante tra 2 siti di indagine sottoposti ad analisi. Questa progressiva rappresenta il limite di una sub-tratta, a cui appartengono tutti i siti di scavo e riutilizzo ivi compresi. Questa sub tratta è appunto caratterizzata da una CSC principale di riferimento riscontrata in fase di analisi. Pertanto su tale criterio, il tracciato risulta così suddiviso:

Tabella 15-14 Criterio di suddivisione del tracciato e delle tratte in parti caratterizzate da una CSC di riferimento

Tratta	dalla pk	a pk	CSC	Punti di indagine	
A	8100	8300	B	PB1	
	8300	14100	A	PZ-PB1	
				PZ-AMB1	
				PZ-PB2	
				PB6 DH	
				PZ-PB3	
				PB7	
				PB8	
				PZAMB2	
				PB10 DH	
				PB12 DH	
				PZAMB3	
				PZ-PB6	
				PZAMB4	
B	14100	16150	A	PB17 bis	
				PZAMB5	
				PZAMB6	
				PZ-PB7	
				PZAMB7	
C	16150	16225	A	PZAMB8	
	16225	16625	B		
	16625	17125	A		
	17125	17600	B		
	17600	21620	A		PB22
					PZAMB9
					PB24 DH
					PB25
					PZPB10
					PZPB11
					PZAMB10
					PB27
					PZ-PB12
PB29					
PZ-PB13					

Conclusioni

Complessivamente i risultati sopra richiamati consentono di affermare che:

- 1) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili;**
- 2) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata, al netto delle evidenze sui riporti antropici;

- 3) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzata in siti a destinazione verde o residenziale;
- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione, così come precisato nel paragrafo seguente.

Per la sintesi dei risultati delle analisi di laboratorio e per i relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DM. 161/2012, si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano di Utilizzo.

15.4 COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi. Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una successiva fase, la caratterizzazione dei siti di utilizzo è costituita dalle stesse informazioni finalizzate alla caratterizzazione dei siti di scavo. Si ribadisce che il riutilizzo del materiale di scavo è previsto in sostanza lungo il tratto lineare di rilevato oggetto degli scavi.

15.5 BILANCIO DEI MATERIALI

Ai fini della quantificazione dei volumi, sono stati considerati:

- il volume di scavo derivante dalla bonifica dei rilevati e di opere stradali suddiviso in scotico e scavo vero e proprio;
- il fabbisogno di materiali per la realizzazione dei rilevati e delle parti d'opera;
- il volume riutilizzabile in considerazione dei requisiti ambientali e di idoneità geotecnica;
- le quantità di materiale per soddisfare il fabbisogno con approvvigionamento esterno o da cava;
- i volumi provenienti da operazioni di demolizione e gli esuberi dagli scavi da gestire a rifiuto.

È stata quindi eseguita una valutazione delle volumetrie delle terre originate dagli scavi differenziando le seguenti categorie:

- a) materiali per rilevati;
- b) materiali per rinterri, riempimenti, rimodellamenti;
- c) terreno vegetale.

Gli inerti necessari per la realizzazione delle opere sono, pertanto, reperiti direttamente dagli scavi in opera previsti all'interno del progetto e da approvvigionamenti di materiale idoneo geotecnicamente ad essere utilizzato in rilevato o in opera.

Di seguito si riporta in tabella il bilancio dei materiali, con in evidenza i volumi di scavo che saranno riutilizzati come sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012.

Tabella 15-15 Sintesi dei volumi di materiali movimentati

BILANCIO MATERIALI		Volumi	di cui ai sensi del DM 161/2012
		Mc	
A	SCAVO		
	A1 - SCAVO SCOTICO VEGETALE	85.721	81.285
	A2 - SCAVO DI SBANCAMENTO, FONDAZIONE E PREPARAZIONE	1.310.722	833.366
	A3 - SCAVI DA PERFORAZIONI	216.123	--
	A4 - SCOTICO AREE DI CANTIERE	79.549	79.549
	TOTALE	1.692.115	994.200
B	FABBISOGNO		
	B1 - PER SISTEMAZIONE RILEVATI, OPERE E GRADONATURE	1.011.348	
	B2 - PER RIEMPIMENTI	280.588	
	B3 - PER SISTEMAZIONE A VERDE CON VEGETALE	81.285	
	B4 - SISTEMAZIONE AREE DI CANTIERE	145.666	
	TOTALE	1.518.887	
C	RIUTILIZZI SCAVI		
	C1 - PER RIEMPIMENTI E REINTERRI	280.588	280.588
	C2 - PER RILEVATI	552.778	552.778
	C3 - PER SISTEMAZIONE A VERDE CON VEGETALE	81.285	81.285
	C4 - SCOTICO AREE DI CANTIERE	79.549	79.549
	TOTALE	994.200	994.200
D=B-C	APPROVVIGIONAMENTO		
	D1 - FORNITURA ESTERNA (A1 – VADO, MONZUNO)	127.590	
	D2 - FORNITURA da CAVA	330.981	
	D3 - FORNITURA per CANTIERE	66.117	
	TOTALE	524.688	
E=A-C+D3	SMALTIMENTO IN DISCARICA O IMPIANTO	764.032	

Il bilancio delle terre riportato riassume i quantitativi dei materiali che saranno movimentati per la realizzazione dei diversi interventi, indicando i volumi in banco degli scavi e dei riutilizzi desunti dagli elaborati progettuali. Rispetto al volume in banco, si dovrà tenere conto sia del fisiologico rigonfiamento che si verifica nelle terre e nei materiali da scavo al momento della loro estrazione dal banco naturale, sia dell'effetto, in termini di modifiche di volume, prodotto dalle tecniche utilizzate per il loro reimpiego.

Gli scavi complessivi, per bonifica, scotico e sbancamento ammontano a circa 1.692.115 mc. Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, incluse le aree di cantiere, è pari ad un totale di circa 1.518.887 mc, di cui 1.011.348 mc destinati al rilevato ed alla sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli, delle scarpate e delle aree a verde è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa 81.285 mc. Il volume residuo (circa 426.254 mc) è costituito dalle quote di riempimenti e sistemazioni.

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 994.200 mc, ai sensi del D.M. 161/2012, provenienti direttamente dalle operazioni di scavo per la realizzazione degli interventi in oggetto, comprensive delle operazioni di scotico dei cantieri.

Si evince che la quota parte, che eccede il riutilizzo dei materiali da scavo, è approvvigionata esternamente con materiale tecnicamente idoneo e conforme ai requisiti ambientali (circa 524.688 mc). Tale approvvigionamento è previsto da cava e da altre iniziative sul territorio del Proponente, quali la riqualifica e dismissione del tratto autostradale A1, presso la località Vado nel comune di Monzuno (BO). Tale previsione è in linea con le buone pratiche in materia ambientale con la disposizione di un riutilizzo di materiali originatesi da interventi presenti nella stessa provincia, limitando i volumi di esuberanti da gestire in discarica.

Pur possedendo i requisiti di compatibilità ambientale, parte degli scavi non hanno caratteristiche tecniche idonee alla formazione a rilevato, o comunque risultano in esubero rispetto ai fabbisogni, pertanto un volume di circa 764.032 mc, compreso quello proveniente dalle attività di perforazione dei pali, dovrà essere smaltito in discarica o destinato ad impianto di recupero autorizzato.

Tenendo conto che le litologie sono costituite, soprattutto, da sabbie, limi e argille, è previsto il ricorso alla procedura di stabilizzazione a calce su parte dei volumi di scavo, per il miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le caratteristiche geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

15.6 DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA O AD IMPIANTI DI RECUPERO

Oltre ai volumi di terre scavate non idonee o in esubero, sono previsti circa 363.283 mc provenienti dalle attività di demolizione di manufatti, di pavimentazione e di fondazione stradale. Questi volumi dovranno essere gestiti a rifiuto in impianti autorizzati con gli esuberanti provenienti dagli scavi.

Tabella 15-16 Volumi provenienti dalle demolizioni

BILANCIO MATERIALI da ATTIVITA' DI DEMOLIZIONE	Volumi
	mc
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI C.A.	68.714
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI	144.245
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONI BIANCHE	144.743
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI FABBRICATI	5.581
TOT. A DISCARICA o RECUPERO	363.283

L'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica come "rifiuti speciali", i materiali da operazioni di demolizione e costruzione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

Tali rifiuti, sono solitamente identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti): rifiuti delle operazioni di costruzione e demolizione.

I rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett. bb). In ragione di quanto previsto dal cosiddetto "principio di precauzione e di prevenzione", tale deposito deve essere "controllato" dal suo produttore o detentore e, quindi, questi devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo precise modalità.

Dal deposito temporaneo interno al cantiere, i rifiuti da demolizione e costruzione devono obbligatoriamente essere conferiti a soggetti debitamente autorizzati allo svolgimento delle fasi di recupero o, in alternativa, a fasi residuali di smaltimento.

I rifiuti pertanto possono essere avviati a:

- Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.
- Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Ai fini della corretta gestione del rifiuto prodotto, il produttore è tenuto a:

- 1) attribuire il CER corretto e la relativa gestione;
- 2) organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- 3) stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- 4) definire le modalità di Recupero/Smaltimento e individuare l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- 5) tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

Si evidenzia che, per quanto riportato nel Piano di Utilizzo, tutti i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Le seguenti tipologie di materiali di scavo, alla luce degli approfondimenti conoscitivi del territorio per la redazione del progetto con le indagini geognostiche e di caratterizzazione effettuate, sono direttamente identificati quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti (impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- gli scavi necessari alla bonifica ed alla preparazione del piano di posa per l'ampliamento del corpo stradale e per la realizzazione del muro di sostegno lungo la carreggiata Sud, circa 300 metri lineari, tra le pk 21+006 e la pk 21+316 (tratta C), in prossimità del vecchio sito di conferimento di Hera;
- i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc);
- le evidenze sui riporti antropici.

Il materiale qualificato quale rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche o, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati.

16 ESPROPRI

Il presente progetto definitivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione del Passante di Bologna che insiste nei tenimenti dei Comuni di Bologna e San Lazzaro di Savena della provincia di Bologna.

Tale sezione è composta da una parte grafica (piano particellare), una descrittiva (elenco ditte da espropriare) e della stima dei costi delle espropriazioni.

La parte grafica riporta la proiezione del perimetro dell'esproprio sulla mappa catastale, rappresentato dalla sovrapposizione della stessa mappa con il rilievo reale (cartografia) e con la planimetria di progetto.

Il piano particellare è stato redatto secondo i seguenti titoli di occupazione:

- aree da doversi espropriare per la nuova sede dell'autostradale;
- aree da doversi espropriare per le deviazioni o nuove viabilità;
- aree da doversi espropriare per le sistemazione ambientale;
- aree da doversi asservire per la risoluzione delle interferenze;
- aree da doversi asservire per servitù di passo;
- aree da doversi espropriare per marciapiedi e piste ciclabili;
- aree da doversi occupare per la cantierizzazione delle opere e campi - cantieri.

La parte descrittiva invece contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle in esproprio e degli altri elementi di identificazione catastale (qualità, classe, reddito dominicale, reddito agrario).

A ciascuna ditta catastale interessata è stata attribuita una numerazione tenendo conto dell'eventuale accorpamento di più particelle in capo alla singola proprietà.

Dopo la formazione del piano particellare sono stati calcolati gli oneri per le espropriazioni con le seguenti modalità:

- determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, con la parte grafica del piano particellare, sono stati eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, atti ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili, nonché le possibili colture prevalenti;
- successivamente si è provveduto ad individuare la destinazione urbanistica dei fondi interessati dalle nuove opere ai fini di stabilire l'effettivo valore di mercato dei terreni riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, edificate e a potenzialità edificatoria legale.

Le aree interessate dalle opere sono azionate nel PSC del Comune di Bologna e di San Lazzaro di Savena in agricole o non edificabili, edificate, zone di consolidamento urbano, zone da consolidare ed infine a standard per infrastrutture.

I conteggi economici delle indennità di espropriazione comprendono anche delle seguenti in indennità aggiuntive:

- occupazione temporanea preordinata e non preordinata all'espropriazione, applicando il criterio della presumibile incidenza del danno determinato dal mancato godimento del bene per la durata della sua detenzione;
- valutazione dei pregiudizi arrecati sia ai beni espropriati parzialmente sia a quelli non espropriati ma che per effetto della costruzione dell'opera pubblica subiranno una perdita di valore (rispettivamente art. 33 e 44 D.P.R. 327/2001 e s.m.i.)
- coltivazione diretta dei fondi (tenendo conto della diffusione delle figure professionali aventi diritto alle indennità aggiuntive, tutte le aree sono state considerate coltivate da soggetti aventi diritto all'indennità aggiuntiva);
- frazionamento della proprietà e limitazione del suo diritto;
- asservimenti;
- costi tecnici per la procedura espropriativa ed imposte.

Per le aree agricole o non edificate la sentenza n. 181 del giugno 2011 la Corte Costituzionale ha dichiarato costituzionalmente illegittimo il criterio indennitario basato sul valore agricolo medio in quanto esso prescinde dall'area oggetto del procedimento espropriativo, ignorando ogni dato valutativo inerente ai requisiti specifici del bene.

Il dispositivo in particolare ha dichiarato incostituzionale i commi 2 e 3 dell'art 40 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

E' stato, invece fatto salvo il comma 1 del sempre art. 40 il quale con riguardo alle aree effettivamente coltivate, prevede che l'indennizzo debba essere determinato tenendo conto delle colture praticate effettivamente sul fondo e del valore dei manufatti legittimamente realizzati, anche in relazione all'esercizio dell'azienda agricola.

Pertanto si è giunti alla determinazione delle indennità o del valore venale secondo l'insegnamento della Corte Costituzionale e prendendo a riferimento il valore agricolo medio più il 50%, i valori dell'osservatorio immobiliare del mercato fondiario pubblicato da "crea", i valori della pubblicazione EXEO e prendendo in esame gli episodi di mercato riguardanti beni assimilabili a quelli espropriati.

Invece per le aree edificabili o edificate la sentenza n. 348 del 24 ottobre 2007 della Corte Costituzionale ha abrogato la norma con la quale l'indennità di esproprio per i terreni edificabili era ottenuta in base alla semisomma ridotta del quaranta per cento del valore venale del bene ed il

reddito dominicale rivalutato e moltiplicato per dieci e quindi, nella pratica, coincidente con la metà del valore venale.

Le nuove disposizioni legislative dopo tale abrogazione hanno sancito che il valore delle aree edificabili ai fini espropriativi deve essere equiparato all'intero valore venale.

Tale valore venale viene ricercato con il più probabile valore sul libero mercato e successivamente confrontato con i dati statistici indicati dai tradizionali istituti di ricerca. Il principale riferimento è senz'altro l'Osservatorio Immobiliare. Si tratta di una banca dati continuamente aggiornata dall'Agenzia delle Entrate Ufficio del Territorio attraverso indagini ed estimazioni puntuali.

Nella prassi estimativa il valore delle aree edificate si determina mediante l'applicazione di un'aliquota percentuale al valore di mercato del fabbricato su di essa edificato.

Detta aliquota non rappresenta altro che l'incidenza che il costo del suolo ha sul valore della costruzione. In considerazione della ubicazione delle aree, dell'indice di cubatura, delle risultanze delle tabelle mercuriali, è stato possibile affermare che l'incidenza del valore delle aree su quello del fabbricato è pari tra il 10% e 15% per le aree residenziali e per quelle industriali.

Ciò rappresentato le aree edificate o edificabili interessate dall'intervento in esame ricadono per la maggior parte in fascia di rispetto autostradale e pertanto per tali aree devono essere indennizzate riconducendo il valore venale alle previsioni di quanto disposto dall'art 37 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i. sulle possibilità legali di edificazione indipendentemente dall'eventuale sottostante destinazione urbanistica.

Pertanto tali aree hanno un valore di mercato più ridotto rispetto a quelle con destinazione legale edificatoria e nelle stesse non è consentito considerare la volumetria edificatoria utilizzabile nella restante proprietà.

Particolare attenzione è stata riposta anche alla determinazione dei costi degli espropri per la demolizione dei fabbricati.

L'indennità è stata commisurata al giusto prezzo in libera contrattazione di compravendita ai sensi dell'art. 38 del T.U. prendendo a riferimento il metodo sistema sintetico - comparativo, nella misura del vuoto per pieno mediante comparazione diretta di beni analoghi e svolgendo una indagine dei valori immobiliari tipici della zona con riferimento anche le principali pubblicazioni sui valori immobiliari (OMI – Camera di Commercio ed ecc).

17 INTERFERENZE

Nella previsione del piano finanziario sono stati esaminati anche i costi necessari per adeguare i servizi tecnologici che interferiscono con la realizzazione dell'opera e che dovranno essere adeguati. Una volta individuate le reti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso gli Enti gestori. Partendo dal censimento si è provveduto alla compilazione degli opportuni elaborati progettuali per la gestione delle interferenze, planimetrie di censimento, schede di risoluzione e relazione giustificativa dei costi per le opere provvisoriale e le varianti alle reti tecnologiche.

Censimento delle interferenze:

Dall'analisi territoriale delle infrastrutture presenti e costituenti interferenza con le opere in esame si individuano le seguenti tipologie di reti tecnologiche:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);
- Reti di telecomunicazione e relativi cablaggi (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);
- Reti semaforiche;
- Reti consortili;
- Reti tecnologiche ferroviarie.

Tale analisi è avvenuta coinvolgendo i Comuni interessati e gli Enti Gestori, ai quali è stato fornito il materiale cartografico (in formato digitale o cartaceo) necessario alla verifica delle interferenze insieme alla richiesta delle specifiche sulle caratteristiche degli impianti esistenti.

Il lavoro ha portato alla definizione della situazione generale della tipologia delle reti come sopra elencate.

Dopo la sopra citata analisi e la disamina dei dati progettuali con gli Enti Gestori è stato schematizzato l'intervento di risoluzione delle interferenze

Risoluzione delle interferenze:

Le principali tipologie di risoluzione d'interferenza, previste sono così classificate:

- Deviazioni provvisorie;
- Spostamenti definitivi e allacciamenti alle linee esistenti;

- Dismissioni linee esistenti;
- Protezioni varie;

Questi interventi “tipo” sono descritti nelle schede di risoluzione interferenze.