

autostrade // per l'italia

AUTOSTRADA (A13) : BOLOGNA-PADOVA

TRATTO: BOLOGNA - FERRARA

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA TRATTO: BOLOGNA ARCOVEGGIO - FERRARA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PARTE GENERALE

RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

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

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

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


IL DIRETTORE TECNICO

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

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO				RIFERIMENTO DIRETTORIO						RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore:
Codice	Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA		Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	---
1	1	1306	0001	P	D	0000	0000	0000	0000	0	GEN	0002	--	SCALA: -

 <small>gruppo Atlantia</small>	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE				
	Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082				n.	data			
					0	NOVEMBRE 2016			
					1	-			
					2	-			
REDATTO:		-		VERIFICATO:		-		3	-
								4	-

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade // per l'italia

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Antonio Tosi

VISTO DEL CONCEDEnte



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI E IL PERSONALE
STRUTTURADIVIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

AUTOSTRADA A13 Bologna - Padova
Tratto Bologna Arcoveggio - Ferrara Sud

Ampliamento alla 3ª corsia

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	8
2.1	Progettazione stradale.....	8
2.2	Barriere di sicurezza.....	8
2.3	Segnaletica	9
2.4	Strutture	11
2.5	Geotecnica all'aperto.....	12
2.6	Geologia.....	12
2.7	Idraulica	12
2.8	Opere a verde	15
2.9	Studio acustico	16
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE.....	18
4	INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO	20
5	GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	26
5.1	Inquadramento Geologico.....	26
5.2	Indagini Geognostiche	29
5.3	Inquadramento Geomorfologico	29
5.4	Inquadramento Idrogeologico	31
6	SISMICITÀ.....	34
6.1	Sismicità dell'area	35
6.2	Azioni sismiche di progetto	36
6.3	Stabilità del sito nei confronti dei fenomeni di liquefazione	39
7	GEOTECNICA	41
7.1	Introduzione	41
7.2	Normativa di Riferimento.....	41
7.3	Caratterizzazione Geotecnica.....	41

8	ARCHEOLOGIA	43
8.1	Autostrada A13 ó Tratta Bologna Arcoveggio ó Ferrara Sud	43
8.2	Nuovo Svincolo di Castel Maggiore	52
9	IDROLOGIA E IDRAULICA	54
9.1	Generalità	54
9.2	Autorità di Bacino	54
9.3	Consorzi Di Bonifica	55
9.4	Idrografia	55
9.5	Idrologia.....	55
9.6	Interferenze Idrografiche ed Interventi di Sistemazione Idraulica.....	56
9.7	Sistema di Drenaggio della Piattaforma	68
10	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	74
10.1	Aspetti geometrici dell'infrastruttura esistente	74
10.2	Sezione tipo esistente.....	75
10.3	Andamento plano-altimetrico attuale	75
11	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO	85
11.1	Inquadramento normativo e criteri progettuali	85
11.2	Asse autostradale	86
12	SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO.....	93
12.1	Nuovo Svincolo di Castel Maggiore	93
12.2	Svincolo di Bologna Interporto.....	101
12.3	Area Di Servizio Bentivoglio.....	101
12.4	Svincolo di Altedo.....	101
12.5	Criteri Progettuali	102
13	VIABILITÀ INTERFERITA	106
13.1	Viabilità in sovrappasso.....	109
14	OPERE D'ARTE.....	110

14.2	ASPETTI GEOTECNICI	143
15	OPERE COMPLEMENTARI.....	154
15.1	Segnaletica	154
15.2	Pavimentazioni	157
15.3	Barriere Acustiche	162
15.4	Opere a Verde	165
16	GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO	171
16.1	Gestione dei materiali e delle terre da scavo	171
16.2	Caratteristiche Chimiche per la Qualificazione del Materiale di Scavo.....	181
16.3	Bilancio dei Materiali	187
16.4	Disposizioni per la Gestione dei Materiali da Smaltire a Discarica o ad Impianti di Recupero	189
17	CANTIERIZZAZIONE E DURATA LAVORI.....	190
17.1	Cantierizzazione	190
17.2	Fasizzazione e Durata dei Lavori.....	200
18	ESPROPRI	202
19	INTERFERENZE	203

1 PREMESSA

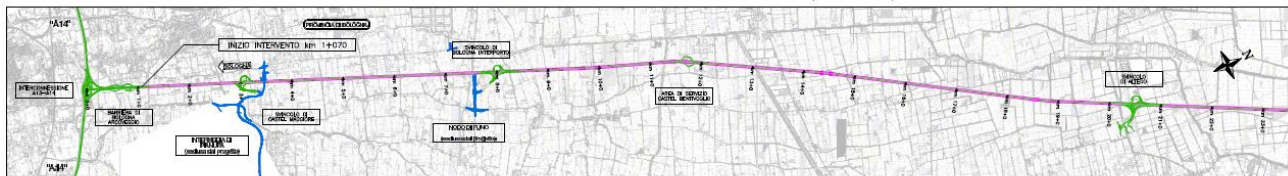
Nell'ambito delle attività da svolgere legate al V° Atto aggiuntivo alla concessione per l'esercizio di tratte autostradali tra Autostrade per l'Italia S.p.A. ed ANAS, si prevede l'ammodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A13 Bologna - Padova nei tratti Bologna - Ferrara sud e Padova - Monselice.

L'intervento rientra tra quelli previsti della Convenzione Unica alla concessione per l'esercizio di tratte autostradali stipulata tra Autostrade per l'Italia S.p.A. e Anas, stipulata in data 12/10/2007 ed approvata con legge n. 101 del 06/06/2008.

In base all'art. 15 di tale Convenzione, Autostrade per l'Italia ha in corso un importante programma di investimenti che ha l'obiettivo di migliorare la fluidità del traffico e l'accessibilità della rete.

All'interno del più esteso intervento di ampliamento ed ammodernamento dell'autostrada A13 sopra richiamato, si inserisce il presente Progetto definitivo di ampliamento alla 3^a corsia della tratta Bologna - Ferrara, dalla progr. km 1+070 alla progr. km 33+547 (progressiva riferita all'asse dello spartitraffico), coincidente con la progr. esistente km 33+548.76, per una lunghezza complessiva di 32,477 km circa. In particolare l'intervento ha inizio in corrispondenza dei due rami di diversione ed immissione da e per la tangenziale di Bologna (km1+070) e termina in corrispondenza dello svincolo esistente di Ferrara sud (km 33+547), dove le terze corsie si perdono sulle rampe di diversione/immissione dello svincolo esistente. All'interno di tale tratto ricadono il nuovo svincolo di Castel Maggiore (km 3+000), lo svincolo di Bologna Interporto (km 7+955), lo svincolo di Altedo (km 20+476) e l'area di Servizio Castel Bentivoglio (km 11+700).

COGROGRAFIA GENERALE DA INIZIO INTERVENTO A KM 23 (SCALA 1:25.000)



COGROGRAFIA GENERALE DA KM 14 A FINE INTERVENTO (SCALA 1:25.000)



- *Il Potenziamento del Nodo di Bologna e l'Ampliamento della A13 Bologna Arcoveggio - Ferrara sud*

L'area bolognese 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.

I livelli di servizio del sistema tangenziale/autostrada A14 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 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Bassante di mezzo+

Inoltre, in tale accordo, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, si sono 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.

In data 15 Aprile 2016 è stato quindi sottoscritto un accordo ("Accordo 2016") che si pone come obiettivo la definizione di un progetto che, a partire dall'analisi del contesto insediativo esistente, sviluppi il tema del potenziamento in sede con un approccio che veda nell'infrastruttura anche l'opportunità di riorganizzare, con particolare attenzione alla mitigazione ed all'insediamento ambientale, lo spazio ed il territorio adiacente già fortemente urbanizzato in un'ottica di minor occupazione del territorio, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

L'accordo si pone quindi l'obiettivo di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano stabilendo le condizioni e gli impegni delle Parti. Tra gli interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana . metropolitana, è previsto il completamento dei tratti mancanti per circa 8,3 km e adeguamento in sede per circa 5,8 km della viabilità di Adduzione denominata "Intermedia di Pianura". L'Intermedia di Pianura è una strada di connessione/distribuzione costituita dalla successione di strade comunali esistenti cui, tuttavia, mancano dei tratti per realizzare una viabilità continua in grado di collegare alcune delle zone industriali principali della Provincia.

Considerando che il tracciato dell'intermedia di pianura attraversa l'autostrada A13 alla prog. Km 3+462, nell'accordo del 15 aprile 2016, ASPI, di concerto con il Ministero, si è impegnata alla realizzazione del Nuovo Svincolo di Castel Maggiore, che connette l'autostrada A13 all'intermedia di Pianura, nell'ambito del progetto di ampliamento alla terza corsia della A13. Considerato inoltre che le tratte D ed E dell'intermedia di Pianura rappresentano una viabilità diretta di adduzione al sistema autostradale attraverso il citato Svincolo di Castel Maggiore è in corso di definizione l'insediamento anche di dette tratte nell'ambito del Progetto in argomento.

La presente relazione contiene le principali caratteristiche del progetto di ampliamento alla terza corsia della autostrada A13 nel tratto Bologna Arcoveggio . Ferrara sud, per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni ed elaborati di dettaglio.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 Progettazione stradale

- D.M. 5.11.2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (G.U. n. 3 del 04.01.2002);
- D.M. 22.04.2004 n. 67/s "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»" (G.U. n. 147 del 25.06.2004);
- D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (G.U. n.170 del 24.07.2006);
- D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.. "Nuovo codice della Strada";
- D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".

2.2 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".

2.3 Segnaletica

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale . orizzontale e verticale . viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- a) **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.** "Nuovo codice della Strada"
- b) **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- c) **DIRETTIVA 24.10.2000** ~~%~~Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione+ (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- d) **D.M. 10.07.2002** ~~%~~Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo+(G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- e) **Norme UNI**
 - o UNI EN 1463-1: 2004

Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;

- UNI 11154: 2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera . Segnaletica orizzontale.

- UNI EN 1436: 2008

Materiali per segnaletica orizzontale . Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;

- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
 - Parte 1: Segnali permanenti
 - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
 - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
 - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
 - Parte 5: Prove iniziali di tipo

f) Standard Autostrade per Italia

- SMA/ARD 16 gennaio 1996
Proposte ed integrazioni al nuovo codice della strada . segnaletica verticale autostradale . soluzioni segnaletiche di dettaglio.+
- Segnaletica antinebbia . giugno 1998
Interventi di segnaletica orizzontale antinebbia di 3° livello, relativa segnaletica verticale didattica e delinea tori stradali.+
- Segnaletica di Indicazione dei "Punto Blu"- "Schemi di massima e particolari costruttivi della segnaletica da adottare in avvicinamento e in corrispondenza dei Punto blu" del 26 Novembre 2004
- Segnaletica di indicazione delle modalità di pagamento - Schemi di massima e particolari costruttivi della segnaletica verticale e orizzontale in avvicinamento ed in corrispondenza delle stazioni a barriera e intermedie.+ - VTP 2005
- Interventi di rifacimento della segnaletica verticale autostradale
Norme Tecniche ed. marzo 2013
- DRES/NST/Segnaletica . giugno 2009
Allestimento Gallerie
- DPSC/GOR/MPE-DPSC/GOR/GTR . giugno 2011
Criteri e Standard di Progettazione relativi ad installazioni di segnaletica verticale ad alto impatto (livelli 1 e 2) in avvicinamento ed in corrispondenza dei tratti curvilinei . Interventi per il miglioramento della sicurezza+

2.4 Strutture

L'analisi strutturale e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa Europea (Eurocodici), in linea con il quadro normativo. In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale. In dettaglio si sono prese in esame quindi i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC-08")

Circ. 2 febbraio 2009: Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008

UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture . Azione del vento

UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture . Azioni termiche

UNI EN 1991-1-6: Azioni sulle strutture . Azioni in generale . Azioni durante la costruzione

UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture . Carichi da traffico sui ponti

UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo . Ponti di calcestruzzo

UNI EN 1993-1-1: Progettazione delle strutture di acciaio . Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1993-2: Progettazione delle strutture di acciaio . Ponti di acciaio

UNI EN 1993-1-5: Progettazione delle strutture di acciaio . Elementi strutturali a lastra

UNI EN 1993-1-8: Progettazione delle strutture di acciaio . Progettazione dei collegamenti

UNI EN 1993-1-9: Progettazione delle strutture di acciaio . Fatica

UNI EN 1993-1-10: Progettazione delle strutture di acciaio . Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore

UNI EN 1993-1-11: Progettazione delle strutture di acciaio . Progettazione di strutture con elementi tesi

UNI EN 1994-1-1: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo . Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo . Ponti

UNI EN 1998-1-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica . Parte Generale

UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica . Ponti

UNI EN 1090 - 1: Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio . Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali

UNI EN 1090 - 2: Esecuzione di strutture in acciaio e di alluminio . Requisiti tecnici per strutture in acciaio.

2.5 Geotecnica all'aperto

- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 1997-1 : Eurocodice 7 . Progettazione geotecnica . Parte 1: Regole generali
- UNI EN 1998-5 : Eurocodice 8 . Progettazione delle strutture per la resistenza sismica . Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

2.6 Geologia

- D.M. LL. PP: 11-03-1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008
Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n. 618 del 2 febbraio 2009
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

2.7 Idraulica

2.7.1 Normativa Comunitaria

- Direttiva Europea Quadro sulle Acque 2000/60/CE

2.7.2 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. 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).

- 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).

- 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).

- D.L. 3 aprile 2006 n.152

"Norme in materia ambientale"

2.7.3 Normativa regionale

- Legge Regionale 13 gennaio 1976 n°3

Riordino dei consorzi di bonifica e determinazione dei relativi comprensori.

- D.G. R. 22 luglio 2008, n. 1998

Decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 ~~Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.~~ Disposizioni applicative

- D.G.R. 566/2003

Legge regionale 26 marzo 1999, n. 10

Nuova definizione degli interventi idraulici non sottoposti a V.I.A

- D.G.R. 527/2004

Legge regionale 26 marzo 1999, n. 10

Nuova definizione degli interventi idraulici non sottoposti a V.I.A

- 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 (art. 39, DLgs 11 maggio 1999 n°152).

- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n° 1860:

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.

- Piano di Tutela delle Acque (PTA):

Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005.

2.7.4 Normativa Autorità idrauliche interferite

- Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Reno, torrente Idice, Sillaro e Santerno:

adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno con delibera n. 1/1 del 06.12.2002, approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 07.04.2003, pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n.70 (PII) del 14.05.2003.

- Norme tecniche del Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile - Savena abbandonato:

adottato con delibera del C.I. n. 2/1 del 28.09.1999; 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.

- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti:

Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 - Norme di attuazione

- D.G.R. 308/2009

Primi indirizzi applicativi in materia di valutazione di impatto ambientale di coordinamento del d. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, ~~Norme in materia ambientale~~ come modificato ed integrato dal d. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, ~~Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale~~ con la legge regionale 26 marzo 1999, n. 10.

- D.G.R. 327/2009

Ulteriori indirizzi applicativi in materia di Valutazione di Impatto Ambientale di coordinamento del d. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, ~~Norme in materia ambientale~~ come modificato ed integrato dal d. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, ~~Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale~~ con la legge regionale 26 marzo 1999, n. 10.

- D.G.R. 4145/2009

Ulteriori indirizzi applicativi in materia di Valutazione di Impatto Ambientale di coordinamento del d. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, ~~Norme in materia ambientale~~ come modificato ed integrato dal d. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, ~~Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale~~ con la legge regionale 26 marzo 1999, n. 10

- Variante al PTCP per il recepimento del Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Emilia Romagna, approvata con Delibera di Consiglio Provinciale n° 15 del 04/04/2011.

Individua le fasce di tutela fluviale.

2.8 Opere a verde

- DLgs 30/04/1992, n. 285 ~~Nuovo Codice della Strada~~ e s.m.i.;

- DPR 16 dicembre 1992, n. 495 %Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada+e s.m.i.;
- Codice Civile;
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988, n. 449 %Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne+;
- DLgs 152/2006 %Norme in materia ambientale+e s.m.i.;
- DLgs 227/2001 %Orientamento e modernizzazione del settore forestale, a norma dell'articolo 7 della legge 5 marzo 2001, n. 57";
- LR 52/1978 %Legge Forestale Regionale+della Regione Veneto;
- PMPF %Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale+Regione Veneto (provvedimento del Consiglio Regionale del 21 Aprile 1980, n 1066 e Deliberazione del Consiglio regionale del 23 Ottobre 2003, n. 51).

2.9 Studio acustico

- " 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.P.C.M. 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.
- " D.M. Ambiente 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- " 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.
- " L. R. Toscana 1 dicembre 1998, n. 89 %Norme in materia di inquinamento acustico+, modificata con Legge Regionale 29 novembre 2004, n. 67.

- “ D.G.R. Toscana 13 luglio 1999, n. 788 "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della L.R. n. 89/98", modificata ed integrata con Deliberazione n. 398 del 28/03/2000.

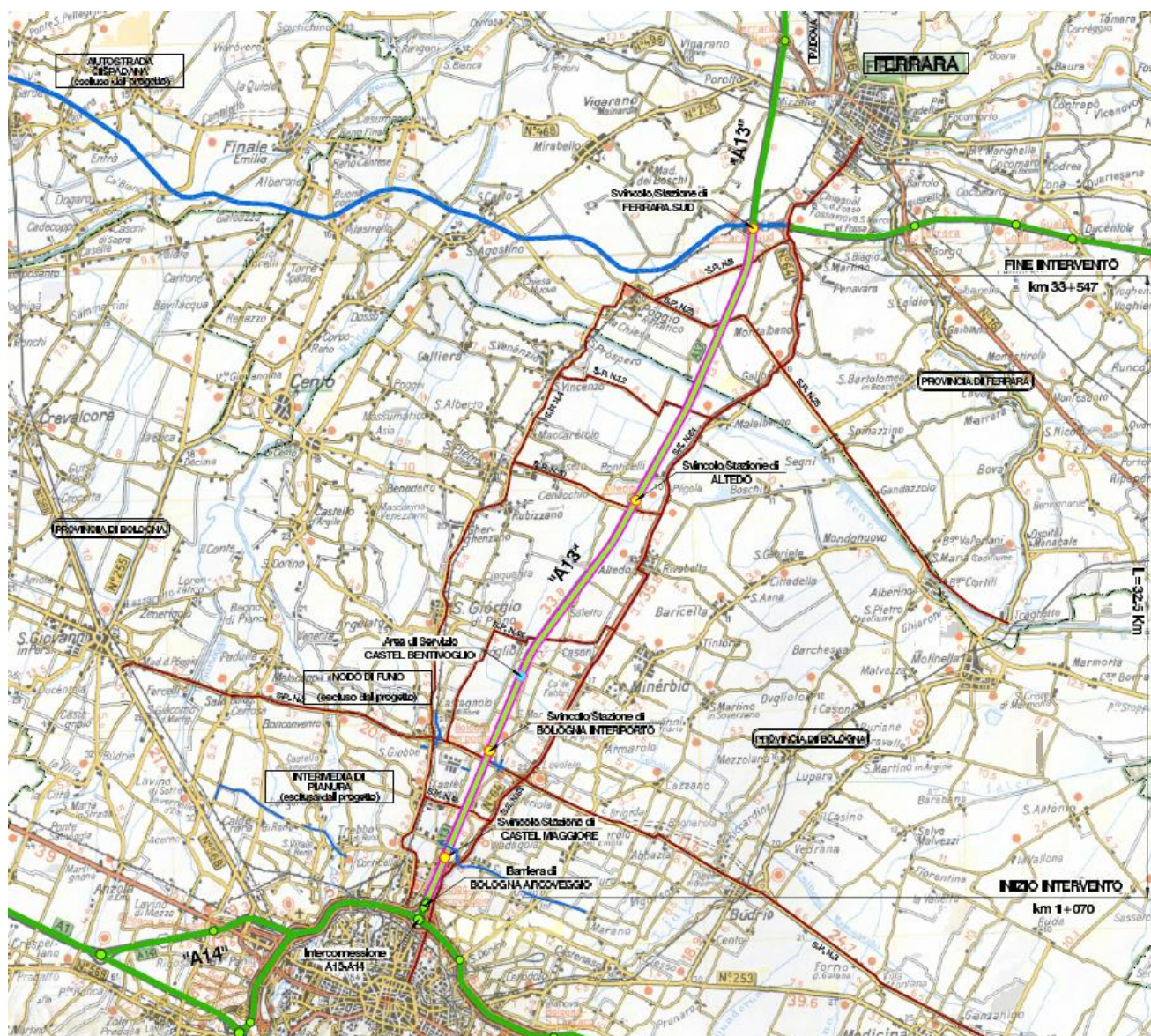
- “ L.R. Veneto 10 maggio 1999 n. 21 ~~Norme~~ Norme in materia di inquinamento acustico+.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A13 insiste nel territorio della Regione Emilia Romagna e della Regione Veneto il tratto oggetto di intervento di ampliamento alla 3ª corsia si colloca completamente all'interno della Regione Emilia Romagna attraversando le Province di Bologna e Ferrara.

L'intera tratta autostradale è ripartita rispettivamente per le due province in:

- 25,467 km in provincia di Bologna (pari al 78.4% dello sviluppo totale)
- 7,010 km in provincia di Ferrara (pari al 21.6%)



Tracciato autostradale A13 da Bologna a Ferrara

Il tratto oggetto del presente studio Bologna Arcoveggio - Ferrara sud, lungo il suo sviluppo Sud-Nord, attraversa il comprensorio di sette comuni:

- BOLOGNA
- CASTEL MAGGIORE
- BENTIVOGLIO
- MALABERGO
- GALLIERA
- POGGIO RENATICO
- FERRARA

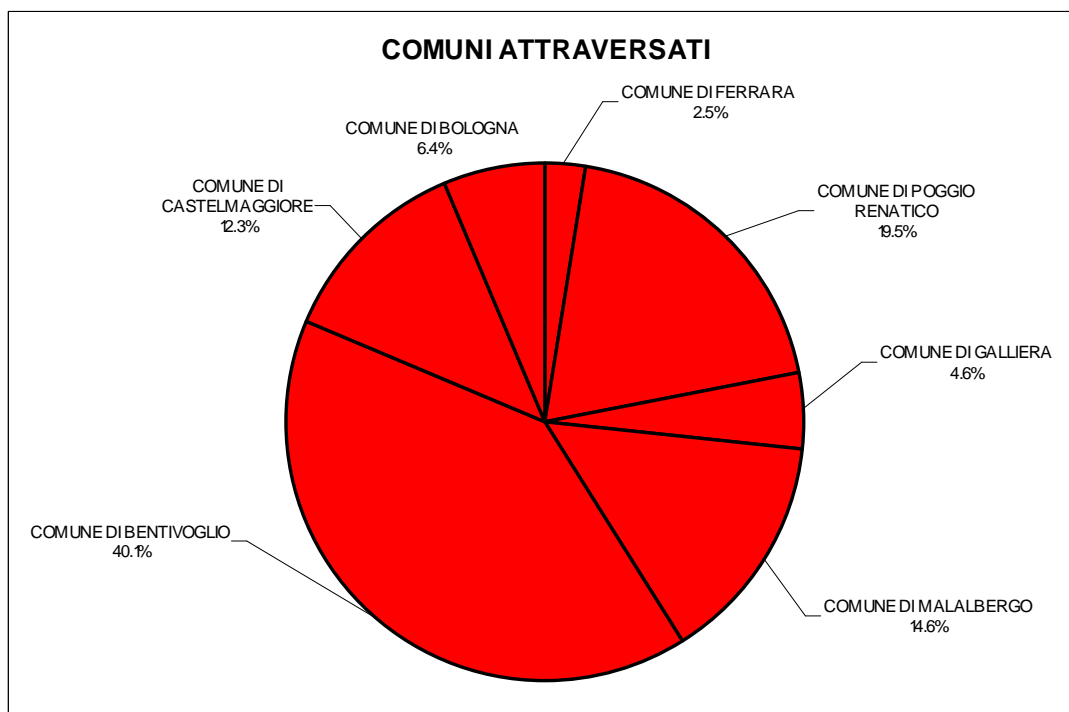


Figura 1 . Comuni interessati dall'intervento

4 INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

Lo Studio di Traffico è stato redatto per valutare la realizzazione della 3ª corsia nelle tratte A13 da Arcoveggio a Ferrara Sud. Nello specifico il **potenziamento della A13** avverrà tramite la realizzazione di una **terza corsia** reale e della corsia di emergenza tra gli svincoli di Arcoveggio e Ferrara Sud. L'intervento di progetto prevede inoltre la realizzazione di un nuovo **svincolo autostradale sulla A13 a Castel Maggiore** (tra Bologna Interporto e Bologna Arcoveggio) ed il completamento dell'**intermedia di Pianura** (tratte progettuali D ed E ad Est dell'A13 sino all'intersezione con la classe lungo Savena).

Da un punto di vista metodologico, di costruzione della banca dati del traffico, di strumenti di valutazione (modello di simulazione) ed infine di ipotesi socioeconomiche e di sviluppo territoriale, lo studio è stato sviluppato in coerenza con le valutazioni sviluppate nell'ambito del Progetto Definitivo del potenziamento del sistema autostradale e tangenziale . Passante di Bologna. Tale approccio ha consentito di mettere a sistema e valorizzare la notevole banca dati di rilievi di traffico effettuati da Spea nel corso del 2016 sulla rete stradale della Città Metropolitana di Bologna.

Lo studio ha analizzato ed aggiornato rispetto alla progettazione preliminare il **quadro pianificatorio e programmatico** facendo riferimento al Piano Regionale Trasporti PRTI98 ed al documento preliminare del suo aggiornamento PRIT2025, al Piano della Mobilità Provinciale di Bologna del 2009 (oggi Città Metropolitana) ed alla documentazione reperibile dai siti internet di Enti e Concessionari. Ogni singolo intervento è stato descritto nelle sue caratteristiche trasportistiche ed è stato definito l'orizzonte temporale dello studio (2025, 2035, 2040) nel quale considerarlo già in esercizio.

Sono stati individuati ed analizzati anche i **principali poli di attrazione/generazione** definiti dalla Città Metropolitana: Aeroporto Marconi, Interporto di Bologna, Centro Agro Alimentare di Bologna (con la prevista Fabbrica Italiana Contadina) e Centergross. Sulla base di specifiche indagini effettuate lungo la loro viabilità di accesso e delle informazioni fornite da dai gestori delle suddette polarità, è stata definita la domanda attualmente attratta e stimata la domanda futura.

Lo studio si è basato su una **robusta banca dati** aggiornata al 2016: i dati autostradali sono stati tutti aggiornati al 2015/16 attingendo a tutte le banche dati in possesso di ASPI; i dati del sistema di monitoraggio regionale MTS sono stati tutti aggiornati; Spea ha effettuato una vastissima campagna di indagine per rilevare i flussi sulla Tangenziale di Bologna, su tutte le principali radiali di accesso a Bologna ed *infine lungo la viabilità extraurbana del corridoio tra Bologna e Ferrara*.

Le analisi trasportistiche effettuate hanno riguardato **l'ora di punta 08:00 - 09:00 di un giorno feriale medio del periodo neutro** (cioè escluso agosto) ed il giorno medio annuo. Il giorno rappresentativo del giorno feriale medio neutro è stato identificato nel 13 maggio 2016; l'ora di punta 08:00 - 09:00 di tale giorno è **rappresentativa anche della 30ª ora di punta**.

L'anno base dello studio è stato il 2016 (l'intero anno 2016 è stato stimato in base ai dati dei primi 6 mesi dell'anno e in relazione agli andamenti storici).

Le analisi sono state effettuate a livello strategico tramite l'ausilio di un **macromodello di simulazione del traffico veicolare** realizzato partendo da quello implementato nella progettazione definitiva del potenziamento del sistema autostradale e tangenziale. Passante di Bologna e ricalibrando il modello anche in ragione dei rilievi effettuati lungo la viabilità ordinaria tra Bologna e Ferrara.

Il **quadro programmatico** che è stato identificato come riferimento per lo studio è sintetizzato, nei suoi interventi più importanti, nella seguente tabella rispetto ai due orizzonti temporali considerati.

Quadro programmatico del progetto

Progetti e interventi del quadro programmatico	2025	2035	2040
Infrastrutture autostradali di ambito sovra-regionale e interregionale			
Potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna "Passante di Bologna"	x	x	x
A14 4° corsia tratto BO San Lazzaro - Diramazione Ravenna da nuovo svincolo di Ponte Rizzoli a Diramazione. Ravenna	x	x	x
A1 4° corsia da Piacenza Sud a Modena Nord		x	x
A13 3° corsia da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud e nuovo svincolo sulla A13	x	x	x
A13 3° corsia da Padova Sud a Monselice (Regione Veneto)	x	x	x
A22 3° corsia da Modena a Verona, compreso il ponte sul Po	x	x	x
Nuova Autostrada Cispadana: A13 Ferrara Sud - A22 Reggiolo Rolo		x	x
TIBRE - Tirreno – Brennero - Raccordo autostradale A22 – A15. 1° stralcio: Interconnessione A15/A1 – casello Terre Verdiane	x	x	x
TIBRE - Tirreno – Brennero - Raccordo autostradale A22 – A15. 2° stralcio: casello Terre Verdiane – Nogarole Rocca (A22) (Regione Emilia Romagna, Regione Lombardia e Regione Veneto)		x	x
Autostrada regionale Cremona-Mantova (Regione Lombardia)		x	x
Autostrada regionale Nogara – Mare Adriatico (Regione Veneto)		x	x
Opere di progetto e complementari all'ampliamento alla IV corsia della A14 – tratta BO San Lazzaro – Diramazione Ravenna			
Realizzazione COMPLANARE alla A14 in carreggiata NORD da Bologna S.Lazzaro a Ponte Rizzoli come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di BO del 15/04/16.	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Ponte Rizzoli tra viabilità ordinaria a Complanari Nord e Sud come da Accordo MIT – ASPI per il potenziamento del nodo di BO del 15/04/16.	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Toscanella di Dozza (tra gli svincoli di Castel S.Pietro e Imola)	x	x	x
A14 Nuovo casello autostradale di Solarolo (RA)	x	x	x
Realizzazione del collegamento della zona artigianale la Cicogna (Comune San Lazzaro) con la Complanare Nord e Sud – Svincolo di Borgatella	x	x	x
Sistemazione a rotonda dell'attuale intersezione tra uscita del casello A14 di Castel San Pietro e la SP-19 (San Carlo)	x	x	x

Infrastrutture di ambito REGIONALE

Ferrara-Porto Garibaldi: riqualificazione superstrada con caratteristiche autostradali		X	X
Bretella autostradale Campogalliano-Sassuolo	X	X	X
Sistema pedemontano: Asse Nuova Bazzanese (da Bologna loc. via Lunga a Bazzano)	X	X	X
Sistema cispadano rete ordinaria: da casello Reggiolo Rolo (interconnessione A22) a casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) tratte nelle province di Reggio Emilia e Parma		X	X
Sistema cispadano rete ordinaria: riqualificazione / realizzazione da casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) a A21. Tratte province Parma e Piacenza		X	X

Infrastrutture stradali di ambito PROVINCIALE BOLOGNESE di rilevanza per il progetto

A1 Nuovo Casello Autostradale di Valsamoggia e variante di Calcara alla SP27 dalla A1 alla SS9 via Emilia, comprensivo del raccordo tra il nuovo casello ed il tracciato attuale della SP27.	X	X	X
Variante alla SP 27 dal nuovo casello di Valsamoggia sulla A1 all'interconnessione con l' Asse Nuova Bazzanese	X	X	X
Asse Trasversale di Pianura SP 3: Variante nord di Budrio LOTTO B da via Calamoni all'innesto SP 3 / SP 5 in Granarolo Emilia	X	X	X
Asse Trasversale di Pianura SP 3 "Variante di Sala Bolognese" dalla SP18 alla circonvallazione di S.Giovanni in Persiceto		X	X
Asse S. Giovanni-via Emilia SP 2 "Variante Le Budrie" da Castelletto a S.Giovanni in Persiceto		X	X
Asse Nuova Galliera da via Corticella alla SP3: SP4var di Castel Maggiore	X	X	X
Asse Intermedia di Pianura: macrotratta via Di Vittorio - via Prati (Tratte D e d E)	X	X	X
Nodo di Rastignano: Lotto 2	X	X	X

Le **previsioni di crescita della domanda** di mobilità stradale sono state approfondite rispetto alla progettazione preliminare. Nello specifico la domanda per la classe veicolare leggeri è stata disaggregata secondo tre macro gruppi: domanda interna, domanda di scambio e domanda di attraversamento rispetto ad una identificata macro-area bolognese. Per la classe pesante si è mantenuta una previsione unica.

Previsioni di crescita della domanda Leggeri

ANNO	INTERNI		SCAMBIO		TRANSITO ED ESTERNI	
	Indice (2016=100)	Crescita media annua	Indice (2016=100)	Crescita media annua	Indice (2016=100)	Crescita media annua
2025	102	0.27%	105	0.54%	107	0.76%
2035	103	0.05%	109	0.34%	113	0.54%

Previsioni di crescita della domanda Commerciali e Pesanti

Anno	Indice (2016=100)	Crescita media annua
2025	111	1.2%
2035	115	0.3%

Scenario Attuale

Lo **scenario ATTUALE** ha come anno di riferimento il 2016. L'analisi dello scenario attuale in ora di punta mette in evidenza la presenza di una tratta in LOS D (tra Bologna Arcoveggio ed Interporto). Il VTGMA 2016 tra l'interconnessione A14/A13 e Ferrara Sud si attesta sui 51.000 veicoli totali a rappresentatività di un sistema autostradale con un importante carico veicolare.

Scenari Programmatici

Gli **scenari PROGRAMMATICI** sono stati implementati con riferimento alla domanda di mobilità prevista al 2025, al 2035 e al 2040 e al relativo quadro programmatico infrastrutturale.

Confrontando gli scenari programmatici con quello attuale si riscontra un generale aumento del carico veicolare, sia in ora di punta sia sull'intera giornata. Il VTGMA passa dai quasi 51.000 veicoli/g nell'attuale 2016, ai 56.000 del programmatico 2025 ed ai 57.400 del programmatico 2040. L'incremento non è da imputarsi alla sola crescita della domanda, ma anche dell'effetto delle infrastrutture previste nel quadro programmatico. In particolare il potenziamento del nodo di Bologna che migliorano l'attrattività della rete primaria (autostrada e tangenziale) rispetto alla viabilità ordinaria.

Gli scenari programmatici della A13 evidenziano, rispetto allo scenario attuale, un peggioramento dei LOS delle tratte. (Aumento del numero di tratte in LOS C e D).

Scenari Progettuali

Gli **scenari PROGETTUALI**, come i programmatici, sono stati configurati considerando la domanda di mobilità prevista al 2025, al 2035 e al 2040 e il relativo quadro progettuale che si integra al quadro programmatico.

A livello di VTGMA, come evidenziato nella tabella successiva, l'intervento di progetto consente di **incrementare i volumi di traffico complessivi sull'asse autostradale** di circa il 10.8% rispetto allo scenario programmatico all'anno 2025, contribuendo quindi a rendere nuovamente competitiva la tratta di progetto, che nello scenario programmatico mostrerebbe invece volumi più ridotti, anche a causa della congestione e della competizione con i percorsi alternativi.

Infine si osserva come l'allargamento della carreggiata permetta di ottenere crescite più elevate nel lungo periodo rispetto allo scenario programmatico, pur continuando a **garantire migliori condizioni di servizio** lungo la tratta in oggetto.

VTGMA sulla tratta autostradale di progetto nei diversi scenari di simulazione

Anno	DATI DI CONSUNTIVO			PROGRAMMATICO			PROGETTUALE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE	LEGGERI	PESANTI	TOTALE
2016	38'631	12'353	50'984						
2025				42'533	13'565	56'098	47'689	14'478	62'166
2035				43'560	13'393	56'953	49'346	14'503	63'849
2040				43'998	13'397	57'395	50'276	14'467	64'743

Il potenziamento dell'infrastruttura autostradale consente di aumentare la capacità fornendo, per l'ora di punta mattutina 8:00 - 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro, LOS più che adeguati sulla su tutte le tratte di intervento lungo la A13. I LOS D presenti negli scenario programmatici non sono più presenti negli scenari progettuali.

Le **verifiche funzionali**, secondo i criteri adottati e dettagliatamente spiegati nello studio, **sono tutte risultate soddisfatte**, sia per le immissioni, diversioni e tronchi di scambio della autostrada, sia per le opere di adduzione (Intermedia di Pianura).

L'analisi dei **macroindicatori trasportistici** (percorrenze e tempi di percorrenza) ha consentito di evidenziare i benefici sia rispetto all'ora di punta sia rispetto all'anno per l'intera rete modellizzata (che comprende la rete autostradale nazionale e la viabilità ordinaria urbana ed extraurbana delle province di Parma, Modena, Ferrara, Ravenna e Bologna ad un dettaglio via via crescente verso Bologna). I risultati confermano come complessivamente negli scenari progettuali, l'introduzione di una corsia addizionale, unitamente alla

realizzazione del nuovo svincolo ed il completamento dell'intermedia di Pianura, consentono di ridurre i tempi totali di rete, con un beneficio in termini di risparmio di tempo per gli utenti (pari a un valore massimo nel 2040 superiore a 3,5 milioni di ore risparmiate annualmente dai veicoli su strada). Tale risparmio cresce nel tempo, in ragione del progressivo incremento della domanda di trasporto, oltre che degli effetti del completamento del quadro infrastrutturale.

Si osserva inoltre come la A13 potenziata risulti più attrattiva e conseguentemente consenta un allontanamento di parte del traffico dalla viabilità ordinaria, con un effetto di miglioramento della fluidità veicolare: per questa ragione, gli effetti del progetto sono particolarmente positivi sulla rete ordinaria (in particolare extraurbana), laddove si ottiene sia un decremento dei tempi sia delle percorrenze. Nel caso della rete autostradale, si ha invece un incremento delle percorrenze, che viene - quantomeno sulle tratte di progetto - compensato da un miglioramento della fluidità di circolazione, in ragione della maggiore capacità dell'infrastruttura.

In definitiva gli interventi di progetto consentono un miglioramento del corridoio autostradale dell-A13 tra Bologna e Ferrara, migliorando significativamente le performance trasportistiche sia nel medio che nel lungo termine. Si osserva altresì un alleggerimento del carico veicolare sulla rete ordinaria extraurbana ed una riduzione dei tempi di percorrenza. Le opere di adduzione consentono poi migliorare l'accessibilità alla rete autostradale nella fascia di pianura bolognese ricompresa a Sud dalla Tangenziale di Bologna e a Nord dalla Trasversale di Pianura.

5 GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

Di seguito vengono elencate tutte le attività conoscitive svolte per la compilazione del progetto:

- inquadramento e caratterizzazione geologica e geomorfologica, eseguita lungo una fascia di ampiezza 2 km a cavallo del tracciato di progetto; ottenuto attraverso ricerca bibliografica di dati pregressi, analisi stereoscopica delle foto aeree, rilevamento di campagna, analisi delle risultanze delle indagini geognostiche.
- inquadramento idrogeologico generale dell'area di studio esteso ad una fascia di 2 km, comprendente il censimento ed il monitoraggio dei punti d'acqua ispezionabili in sito, la definizione dei complessi idrogeologici sulla base delle proprietà idrauliche dei terreni, la ricostruzione delle isopiezometriche e delle direzioni di deflusso delle acque sotterranee.

L'analisi critica dei dati bibliografici e l'esame di tutte le stratigrafie disponibili (pozzi, indagini pregresse e sondaggi appositamente realizzati) ha portato alla redazione della carta geologica, della carta geomorfologica e dei vincoli e della carta d'inquadramento idrogeologico redatte in scala 1:5000 nonché del profilo geologico longitudinale redatto in scala 1:500/5000 e 1:5000/5000.

Si rimanda alla relazione geologica, geomorfologica e di inquadramento idrogeologico (elaborato GEO001) e alla cartografia tematica (elaborati (GEO002-GEO005) per un'analisi di dettaglio degli aspetti di pertinenza.

5.1 Inquadramento Geologico

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

Il territorio ricade in particolare nel settore sud-orientale dell'ampio bacino sedimentario padano; questo settore è caratterizzato da una complessa struttura geologica conosciuta come "borsale ferrarese". In particolare, in questo settore si hanno una serie di depressioni strutturali comprese tra le pieghe ferraresi (alti strutturali sepolti), che evidenziano una geometria complessa. Questa geometria si regolarizza nel settore orientale dove i thrust e gli assi delle anticlinali, che generalmente hanno direzione WNW-ESE, si immergono in una monoclinale con vergenza NE.

In studi interdisciplinari molto approfonditi, condotti in ampi settori della pianura emiliana-romagnola, si evidenzia come l'architettura stratigrafica dei depositi quaternari sia influenzata dall'inquadramento di queste

fasce articolate di sovrascorrimenti sepolti e presenta spessori massimi nelle depressioni strutturali e minimi sulle anticlinali.

Dal punto di vista deposizionale il sollevamento della catena appenninica ha portato ad una importante regressione marina con la conseguente migrazione della transizione scarpata sottomarina - piana bacinale (TSB), dall'asse dell'orogene in evoluzione verso la costa adriatica. La regressione è stata interrotta da periodi più o meno lunghi di quiescenza tettonica e conseguente riapprofondimento bacinale (trasgressione marina).

A questo particolare contesto geodinamico corrisponde un'evoluzione dell'ambiente deposizionale da marino a marino-costiero a continentale.

I depositi hanno complessivamente un carattere regressivo. Essi sono formati da sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio progradante alla base, e da depositi continentali al tetto.

La successione sedimentaria complessiva è suddivisa in tre supersintemi delimitati da discontinuità testimonianti la transizione tra le fasi tettono-sedimentarie principali:

Supersintema del Pliocene medio-superiore: rappresenta una prima fase di trasgressione marina (3.6~3.3-2.4 Ma) e la relativa sedimentazione di depositi deltizi e costieri. Questa fase è seguita da un breve periodo di sollevamento regionale e regressione forzata (2.4-2.2 Ma).

Supersintema del Quaternario Marino: databile al Pliocene superiore, testimonia un periodo di quiescenza e subsidenza bacinale (2.2-0.8 Ma) associato alla deposizione di sedimenti fluvio-deltizi marginali e di piattaforma. La fase di sollevamento regionale e regressione forzata successiva (0.8-0.65 Ma) interessa un ampio settore dell'Italia centrale (è registrata anche in Marche, Abruzzo e nell'Adriatico centrale). In Emilia-Romagna essa porta alla migrazione della TSB fino alla Dorsale Ferrarese (TSB3).

Supersintema Emiliano Romagnolo: comprende depositi fluviali risultanti da due fasi di subsidenza bacinale e quiescenza tettonica, la prima tra 0.65 e 0.45~0.35 Ma e la seconda in evoluzione da 0.45~0.35 Ma ad oggi. In particolare è rappresentato da depositi di piana alluvionale e conoide distale alla base e depositi ghiaiosi di conoide (affioranti lungo il margine appenninico) e piana alluvionale, deltizi e costieri al tetto. Una superficie erosionale tra i depositi di base e di tetto testimonia una fase intermedia di sollevamento.

I depositi presentano eterogeneità interne frequenti che manifestano cambi ciclici di litofacies; ognuna di esse comprende depositi siltoso-argillosi con sabbie intercalate in lenti sottili. Le sabbie formano, verso l'alto stratigrafico, corpi canalizzati ben classati internamente (granulometria medio-grossolana) lateralmente estesi e gradualmente amalgamati tra loro che rappresentano la migrazione laterale di fiumi ramificati e poco sinuosi. Le singole unità canalizzate, spesse generalmente da 3 a 20 m, sono regolarmente raggruppate a formare corpi sedimentari più spessi (> 50 m); esse sono caratterizzate da un contatto basale erosivo ed un trend interno fining-upward, stratificazione incrociata (cross-bedding) unidirezionale ad alto angolo e suborizzontale. Intercalazioni di silt e argille sono subordinate; non si

osservano fossili. Strati ricchi in materiale organico sono interpretati come il risultato dell'abbandono dei canali.

Dai profili sismici messi a disposizione da ENI-AGIP e dai sondaggi utilizzati per la ricostruzione della carta sismotettonica della regione Emilia Romagna risultano ben riconoscibili alcune unconformities. Le principali discontinuità riconosciute a scala regionale sono la base del ciclo P2, databile a circa 3,8-3,9 Ma e circa corrispondente alla fine della fase tettonica del Pliocene Inferiore; la base del ciclo Qm (1,73 Ma), di poco successiva al limite Pliocene-Pleistocene (1,8 Ma); la base del Pliocene medio corrisponde all'inizio della sedimentazione delle facies Costiere (1 Ma) e, infine, la base del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore databile a circa 0,45 Ma. La unconformity alla base del SERS rappresenta la superficie di discordanza angolare più recente riconoscibile a scala regionale; anche la discontinuità che separa il SERS dal Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore presenta carattere di discontinuità angolare.

La successione sedimentaria d'interesse va dal Pleistocene medio superiore all'Olocene. Dal punto di vista gerarchico si possono distinguere tre sequenze principali:

- Supersintema del Pliocene medio-superiore
- Supersintema del Quaternario marino
- Supersintema Emiliano Romagnolo

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

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

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

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituisce la porzione superiore del Supersintema Emiliano-Romagnolo. Tale sintema è costituito prevalentemente da depositi continentali. In affioramento è costituito da depositi di pianura alluvionale e, in parte, di piana deltizia. Nel sottosuolo i depositi di piana deltizia e costiera sono più abbondanti.

Il limite inferiore non affiora, interpretato su base sismica, è data da un limite inconforme sul sintema emiliano-romagnolo inferiore (AEI). Il limite superiore corrisponde all'attuale superficie topografica. Lo spessore massimo è di 300 metri. (Pleistocene medio . Olocene)

5.2 Indagini Geognostiche

Per la redazione del progetto definitivo il lavoro si è avvalso delle risultanze della campagna di indagini geognostiche realizzata nell'ambito della fase progettuale in oggetto (2011) e nell'ambito della fase progettuale precedente: Progetto Preliminare Bologna - Ferrara (2009).

Sono stati inoltre reperiti ed utilizzati tutti i dati bibliografici disponibili:

- campagna d'indagine ambientale svolta nell'area di servizio Bentivoglio (2004);
- campagna d'indagine per la realizzazione della Tangenziale di Bologna (1984-1999-2000);
- campagna d'indagine per la costruzione dell'autostrada nel tratto di interesse;
- dati bibliografici (Regione Emilia Romagna).

Sui campioni prelevati durante la campagna d'indagine preliminare e definitiva è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati. Sono state inoltre eseguite prove meccaniche dinamiche, prove di stabilizzazione a calce, analisi gascromatografiche (metano) sui fluidi di perforazione e prove ambientali (analisi chimiche).

La documentazione bibliografica consiste invece specialmente, per la documentazione più datata, in stratigrafie di difficile interpretazione, in quanto derivate da perforazioni realizzate frequentemente a distruzione di nucleo (ricostruzione granulometrica deriva da analisi di cutting e fanghi). Le descrizioni del materiale risultano sommarie, soprattutto per quanto attiene agli strati più superficiali e significativi ai fini della progettazione geotecnica, o prive di quegli elementi indispensabili per una inequivocabile attribuzione alle unità geologiche (fuso granulometrico, colore ed alterazione dei granuli); inoltre, spesso non sono corredate da prove geotecniche (SPT, prove di permeabilità, prove di laboratorio, etc.).

5.3 Inquadramento Geomorfológico

Il tracciato autostradale in progetto ricade nella pianura bolognese e ferrarese, su un territorio caratterizzato dall'alternanza di aree depresse (zone umide bonificate) ed aree poco rilevate (dossi fluviali). L'area, morfologicamente pianeggiante, presenta una pendenza decrescente verso nord-est. Gli argini dei corsi d'acqua sono elementi caratterizzanti il paesaggio e condizionano l'assetto idraulico del territorio.

L'evoluzione della pianura olocenica compresa tra Bologna e Ferrara è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali: i corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene ed oggi prevalentemente in erosione, proseguono fino al collettore principale attraversando una pianura interessata da fenomeni di subsidenza e di sollevamento differenziale, legati a fattori sia tettonici sia sedimentari.

Nelle zone subsidenti, ove il drenaggio è minimo, i corsi d'acqua naturali tendono a tracimare formando ventagli di esondazione e di rotta fluviale che creano vaste zone umide con deposizione di limi argillosi, argille e torbe.

La velocità di subsidenza naturale (circa 2 mm/anno nel bolognese) condiziona la velocità di accrezione verticale, ma la sua variazione differenziale condiziona anche la distribuzione spaziale dei corsi d'acqua. L'accrezione della pianura emiliano-romagnola avviene perciò sia orizzontalmente sia verticalmente.

La distribuzione delle litologie in superficie e nel primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente legati ai processi di subsidenza differenziale, di erosione-sedimentazione e alla loro disposizione nel tempo.

L'evidente presenza nel passato di vaste aree occupate da zone di espansione dei corsi d'acqua superficiali (paludi, acquitrini stagionali) testimonia le difficoltà di drenaggio connesse all'evoluzione geostrutturale profonda della pianura ed alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi sabbiosi (dossi fluviali) dei maggiori fiumi. Questo vasto sistema di zone umide è stato oggetto delle bonifiche che si sono succedute tempo fino a produrre l'assetto attuale della pianura. Tale assetto è caratterizzato dalla permeabilità dei corsi d'acqua, dalla necessità di drenaggio dei bacini interfluviali mediante il sollevamento artificiale delle acque, dalla presenza di vaste aree di pianura depressa di forma per lo più ellissoidica (conche morfologiche) ed infine da morfologie allungate nella direzione del drenaggio e topograficamente rilevate sulla restante pianura (dossi fluviali).

In particolare, l'andamento del drenaggio è condizionato dall'azione delle faglie inverse che bordano a sud i rilievi collinari bolognesi. A seconda del rapporto esistente tra eventi tettonici ed eventi di sedimentazione, questi elementi strutturali possono o meno avere una espressione morfologica rilevabile. In particolare, se la deformazione tettonica è maggiore o uguale al tasso di sedimentazione, l'anticlinale sarà rappresentata in superficie da una zona rilevata e soggetta ad erosione, mentre la sinclinale sarà rappresentata da una zona depressa che può fungere da trappola sedimentaria.

Si evince con ciò che esistono diversi indicatori geomorfologici sensibili all'attività di una faglia sepolta: il semplice andamento della superficie topografica, lo spessore e la forma di corpi sedimentari di riempimento di depressioni, la geometria a grande scala dei corpi geologici superficiali, la tendenza erosiva o deposizionale del reticolo idrografico, l'andamento in pianta delle singole aste fluviali.

Esiste, un'ampia letteratura che mostra come il reticolo idrografico della Pianura Padana si sia adattato in maniera estremamente rapida all'evoluzione dell'area ed è facile dimostrare come la gran parte di questi adattamenti sia da imputare direttamente all'attività tettonica e alle conseguenti modificazioni del gradiente topografico a scale comprese tra i 5 e i 20 km. In particolare, l'effetto atteso della tettonica sull'idrografia consiste nel generare anomalie nell'andamento delle singole aste, che normalmente dovrebbero rispondere solo al gradiente topografico regionale (ad esempio, da SO verso NE ai piedi dell'Appennino Emiliano-Romagnolo) e dovrebbero quindi apparire quasi rettilinee e perpendicolari ad esso. I fiumi caratterizzati da un basso gradiente longitudinale, tipici delle aree continentali e anche della Pianura Padana, sono in grado di rispondere anche alle minime variazioni del gradiente topografico. Tali

anomalie potranno consistere in fenomeni di cattura del drenaggio da parte della sinclinale, brusche deviazioni prodotte dall'ostacolo morfologico rappresentato dall'anticlinale stessa, antecedenze lungo i tratti fluviali che attraversano perpendicolarmente la zona in sollevamento o progressiva migrazione per le aste che si trovano in una posizione marginale rispetto alla struttura sepolta.

Constatato quindi che l'idrografia è l'elemento geomorfologico più sensibile ai cambiamenti dei gradienti topografici indotti dall'attività tettonica, sono state localizzate, dalla letteratura scientifica in materia, una serie di aree ove la presenza di anomalie nell'andamento del drenaggio, una volta escluse cause non tettoniche, consente di ipotizzare la presenza di strutture attive. Il successivo confronto tra la posizione di anticlinali sepolte riportate nella cartografia geologica e le anomalie individuate, ha evidenziato una serie di corrispondenze che hanno avvalorato l'ipotesi dell'origine tettonica per molte delle anomalie. Si nota, nell'area di studio, la brusca deviazione del Fiume Reno da SSO-NNE a NO-SE. La maggior parte delle anomalie si concentra a Sud del fronte dei sovrascorrimenti appenninici più esterni: questa distribuzione sembra ricalcare la distribuzione della sismicità, e suggerisce che alcune delle anomalie non associate a forti terremoti potrebbero essere indicatori di strutture sismogenetiche caratterizzate da tempi di ritorno molto lunghi (>1000 anni).

È interessante inoltre evidenziare come il reticolo delle strade di collegamento tra i centri urbani privilegi i paleoalvei o i dossi dei fiumi attivi; d'altro canto, i terreni di cui sono costituiti sono anche gli unici che si prestavano alla coltivazione dei cereali e della vite: i dossi che da state emergevano dalle valli producevano fieno, così come le dune sabbiose verso il mare erano coltivate a bosco o a vigna. Tutto il resto del territorio è invece l'esito di ingenti investimenti e di diverse tecnologie che, soprattutto a partire dagli ultimi decenni del 1800, hanno permesso la progressiva bonifica delle terre più basse, comprese le valli che per molto tempo lo hanno caratterizzato. Tutto ciò ci consente di affermare che l'acqua ha svolto e continua a svolgere un ruolo rilevante nei confronti del territorio e del paesaggio anche quando, come nel caso delle aree di bonifica o dei paleoalvei, il tempo o l'azione dell'uomo ne ha quasi negata e cancellata la presenza. Ciò fa sì che molti degli elementi che caratterizzano questo paesaggio siano, quindi, fortemente legati all'acqua: rilievi, dossi, paleoalvei e arginature da un lato, localizzazione dei centri abitati, forma dei campi e vegetazione dall'altro.

5.4 Inquadramento Idrogeologico

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

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

Gli acquiferi presenti nel sottosuolo della pianura emiliano romagnola sono di due tipi: a sud vi sono le ghiaie che i fiumi appenninici depositano ed hanno depositato appena usciti dalle valli, allo sbocco in pianura. Queste formano dei grossi corpi ghiaiosi sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri di spessore (le ghiaie delle conoidi appenniniche). A nord vi sono le sabbie che il Po ha sedimentato lungo il suo percorso e nel suo apparato deltizio (le sabbie della pianura alluvionale e deltizia del Po).

L'assetto idrostratigrafico è dunque schematizzabile in un acquifero multifalda che consta di tre unità (A, B e C) separate da discontinuità stratigrafiche principali. L'approvvigionamento idrico nella pianura emiliano-romagnola sfrutta le falde contenute nei depositi continentali di pianura e conoide alluvionale appenninici e di pianura alluvionale padana. Tali depositi sono parte del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore e costituiscono il gruppo acquifero A più superficiale. Il gruppo acquifero A è il più superficiale ed è anche quello più esteso (sia in affioramento che nel sottosuolo) e più sfruttato, nonché quello interessato dalle opere di ampliamento dell'autostrada A13.

Nella parte meridionale della pianura emiliano-romagnola e, nel caso in esame, nell'area bolognese, affiorano lembi del gruppo idrogeologico C (ghiaie, conglomerati, sabbie e peliti di delta-conoide e marino marginali). Questi sono rapidamente sostituiti da grossi corpi ghiaiosi di derivazione appenninica, sovrapposti gli uni agli altri per alcune centinaia di metri di spessore nei conoidi del Fiume Reno e dei torrenti Navile-Savena Abbandonato e Idice. Muovendosi verso N-NE in direzione di Ferrara si trovano spessori variabili di ghiaie, conglomerati, sabbie e peliti della pianura alluvionale e deltizia del Po, riferibili all'estensivo gruppo idrogeologico A.

Avvicinandosi alla costa adriatica i depositi continentali sono interdigitati a quelli marino-costieri. L'interdigitazione è associata ad una conseguente variazione del tipo di acquifero (acquiferi ad acque dolci, salmastre).

Il gruppo acquifero A è strutturato in corpi acquiferi tabulari (depositi fluviali regressivi) separati da depositi trasgressivi a frazione fine prevalente. Gli acquiferi corrispondono alle porzioni regressive; le porzioni trasgressive formano le barriere di permeabilità principali. I corpi che costituiscono il gruppo acquifero raggiungono individualmente spessori massimi intorno ai 50 m.

Nell'area compresa tra le città di Bologna e Ferrara il letto del Gruppo acquifero A è posto a quote comprese tra 0 ed oltre -350 m s.l.m.. A nordovest di Bologna si registra un massimo di profondità della base del Gruppo acquifero con quote superiori a 300 m s.l.m. nei comuni di Argelato e Castel Maggiore; profondità rilevanti, comprese tra -150 e -200 m s.l.m., si registrano anche a SE della città di Ferrara.

Le minori profondità della base del Gruppo acquifero A, comprese tra -100 e -50 m s.l.m. sono localizzate a sudest del territorio comunale di Ferrara ed in quello di Poggio Renatico dove i depositi continentali poggiano su una dorsale di depositi marini.

In riferimento alle unità Idrostratigrafiche dell'Emilia Romagna, di cui al modello concettuale adottato a scala regionale (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998), il Gruppo Acquifero A, nel quale la circolazione idrica è legata alla disposizione dei corpi permeabili ghiaioso-sabbiosi, è ulteriormente suddivisibile in cinque Complessi Acquiferi, riferibili ad altrettante sequenze deposizionali elementari, identificati dall'alto con le sigle da A0 ad A4 e corrispondenti ai subsistemi della stratigrafia delle unità quaternarie da AES4 ad AES8.

Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero A0 dato da un sistema acquifero freatico. Le dinamiche deposizionali che hanno interessato l'acquifero freatico hanno fatto sì che la sua architettura stratigrafica fosse in parte differente da quella degli altri complessi acquiferi. Infatti esso è costituito, escluso il settore costiero, prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi, sia di origine padana che appenninica. In particolare si nota come i corpi sabbiosi appenninici occupino gran parte del territorio amalgamandosi con i depositi padani solo nell'estremo settore nord. Sia le sabbie di riempimento di canale e argine che i depositi di piana a meandri si amalgamano, e frequentemente incidono le sabbie costiere di cordone litorale e duna eolica. Spesso questi depositi sabbiosi, sia continentali che costieri, si incassano all'interno di argille e limi di piana deltizia o di palude/laguna che formano l'acquitardo del sistema acquifero A0.

I dati bibliografici individuano nel primo sottosuolo dell'area di studio, e quindi alle profondità di progetto per le opere di cui trattasi, una successione riferibile al Subsistema di Ravenna, sostanzialmente corrispondente al Complesso Acquifero superiore A0, sovrapposto all'Unità di Vignola (Subsistema di Villa Verrucchio), corrispondente al Complesso Acquifero A1.

Nell'area in esame le zone di ricarica principale degli acquiferi superficiali del gruppo A sono i conoidi del Fiume Reno, ad Ovest di Bologna, ed i conoidi dei torrenti Navile-Savena Abbandonato ed Idice, a Est della stessa città. Tali conoidi sono costituiti di depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili a seconda della granulometria, poco saturabili e suscettibili a disseccamento durante i periodi di magra. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

6 SISMICITÀ

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale infatti coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Il fronte della catena appenninica non coincide però con il limite morfologico catena-pianura ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghie Emiliane e Ferraresi sepolte dai sedimenti quaternari padani (Figura 7.1 in appendice n.7).

Per quanto attiene agli aspetti sismo-tettonici, le evidenze geologiche, le sezioni sismiche e gli studi morfotettonici indicano come la tettonica sia generalmente caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti, come segnalato anche dalle soluzioni dei meccanismi focali di terremoti.

L'analisi della sismo-tettonica dell'Emilia-Romagna ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza - Parma, Reggio Emilia e di Ferrara (Boccaletti et alii, 2004).

A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegrini & Mezzani, 1978). Lungo il margine, risulta attivo il *thrust* pede-appenninico tra Bologna e Parma, mentre blind thrusts attivi caratterizzano il settore a Sud Est di Bologna. L'attività del thrust pede-appenninico è in accordo con quanto osservato da Amorosi et alii (1996) sulla base dell'analisi delle correlazioni tra terrazzi fluviali del margine e conoidi alluvionali nella pianura nelle vicinanze della città di Bologna.

Con riferimento ai recenti studi condotti sull'intero territorio nazionale per la realizzazione di un modello delle sorgenti sismo-genetiche, l'area in esame è compresa interamente nella zona sismo-genetica 912 (nella posizione riportata in Figura 7.2 in appendice n.7), che risulta caratterizzata da un tasso di sismicità annuo relativamente alto (parametro v in tabella 4.1) e da una magnitudo massima non elevata.

In Tabella seguente sono riportati i valori di M_{wmin} magnitudo minima considerata nel catalogo, di M_{wmax} magnitudo massima per la ZS, del parametro b della relazione di Guttenberg-Richter e del numero di terremoti per anno di magnitudo superiore da M_{wmin} (v).

A parte la ZS 906 del Garda-Veronese e la ZS 915 della Garfagnana-Mugello, caratterizzate da terremoti di magnitudo massima intorno a 6.5-6.6, nelle altre ZS non si ritiene che possano avvenire terremoti di magnitudo di molto superiori a 6.

Nome ZS	#	Mw_{min}	Mw_{max}	b	v
Garda - Veronese	906	4.76	6.6	-1.14	0.11
Dorsale Ferrarese	912	4.76	6.14	-1.35	0.12
Appennino Emiliano-Romagnolo	913	4.76	5.91	-1.8	0.07
Forlivese	914	4.76	5.91	-1.33	0.14
Garfagnana - Mugello	915	4.76	6.6	-1.34	0.11
Rimini - Ancona	917	4.76	6.14	-1.04	0.12

Principali parametri adottati per l'elaborazione probabilistica ai fini della redazione della mappa di pericolosità del territorio italiano, per quanto riguarda le ZS adiacenti

Per quanto attiene la definizione della magnitudo dell'evento sismico con assegnata probabilità di non superamento nell'intervallo temporale considerato, da utilizzare per le verifiche del potenziale di liquefazione si rimanda al capitolo n.11 della Relazione Geotecnica APE 0001.

6.1 Sismicità dell'area

Come si può ricavare dalle Figure da 7.3 a 7.5 incluse nell'Appendice 7 della Relazione Geotecnica APE 0001, secondo le elaborazioni del Gruppo di Lavoro MPS (2004), in corrispondenza del tracciato autostradale, il valore medio della accelerazione massima al suolo in condizione di sito roccioso risulta compreso:

- tra 0.125 g e 0.175 g, con probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=475$ anni);
- tra 0.175 g e 0.225 g, con probabilità di eccedenza pari al 5% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=975$ anni);
- tra 0.275 g e 0.350 g, con probabilità di eccedenza pari al 2% in 50 anni (periodo di ritorno $T_R=2475$ anni).

Nella Tabella 7.1 riportata nell'Appendice 7 della Relazione Geotecnica APE 0001 sono altresì riportati gli eventi sismici rilevanti per il territorio in esame estratti dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI, 2004) che hanno avuto epicentro entro una distanza di circa 100 km dal baricentro del tracciato stradale con magnitudo maggiore di 4.76 e intensità epicentrale maggiore di 6.

Per quanto attiene alla definizione della magnitudo dell'evento sismico con assegnata probabilità di non superamento nell'intervallo temporale considerato, da utilizzare per le verifiche del potenziale di liquefazione, è stato fatto riferimento alle analisi di disaggregazione della pericolosità sismica in termini di magnitudo-distanza condotte nell'ambito degli studi per la redazione della mappa di pericolosità sismica prevista

dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003 e disponibili ai nodi della griglia adottata al sito internet <http://esse1-gis.mi.ingv.it>.

I punti della maglia per lo studio di disaggregazione sono stati scelti in relazione alla vicinanza del tracciato autostradale dell'Autostrada A13 dalla tratta Bologna Arcoveggio - Ferrara Sud. La mappa della griglia INGV con sovrapposto il tracciato autostradale ed evidenziati i punti scelti per l'analisi di disaggregazione è riportata in Figura 7.5 in Appendice 7 della Relazione Geotecnica APE 0001.

6.2 Azioni sismiche di progetto

6.2.1 Vita nominale, classe di uso e periodo di riferimento

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto si sono adottati i seguenti parametri:

- Vita nominale $V_N = 50$ anni
- Classe di uso: IV
- Coefficiente di uso $C_U = 2.0$
- Vita di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni.

La strategia di progettazione per i differenti stati limite di cui al punto 3.2.1 delle NTC-2008 è quindi ricavata dalla seguente formula dell'allegato A delle NTC-2008, in funzione delle probabilità di superamento P_{VR} indicate in tabella 3.2.I nel periodo di riferimento V_R (si veda anche la tabella sotto riportata):

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

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

NTC-2008, probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R per differenti stati limite.

I valori del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame risultano pertanto:

$T_R(\text{SLO})$	60	anni;
$T_R(\text{SLD})$	100	anni;
$T_R(\text{SLV})$	950	anni;
$T_R(\text{SLC})$	1950	anni.

Noti i valori del tempo di ritorno, in appendice n. 7 dalla Figure da 7.5 alla 7.16, sono rappresentati i grafici dei contributi specifici di magnitudo-distanza alla pericolosità sismica con $T_R = 975$ anni e $T_R=2475$ (rispettivamente adottabili per le analisi agli stati limite SLV ($T_R = 950$ anni) e SLC ($T_R=1950$ anni)) per differenti progressive lungo il tracciato.

Da tale analisi risulta che per gli stati limite SLV il valore dei magnitudo più probabile è compresa nell'intervallo tra 4.5 e 5.0, mentre per lo stato limite SLC si ha un valore compreso tra 5.0 e 5.5.

6.2.2 Pericolosità sismica

Nelle norme tecniche NTC-2008 (Allegato B) sono forniti, secondo un reticolo di riferimento e per differenti intervalli di riferimento, i parametri sismici a_g , F_0 e T^*_c per un sito rigido orizzontale (come definiti al paragrafo 3.2 delle NTC-2008) necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Qualora l'area in esame non ricada in corrispondenza dei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, mediante la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

in cui:

- p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;
- i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Inoltre, qualora le tabelle di pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contemplino il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} prefissati, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 , T^*_c) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione a partire dai dati relativi di T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando la seguente espressione, in allegato A alle NTC-2008:

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

in cui:

p è il valore del parametro di interesse al T_R desiderato;

T_{R1} T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori di p_1 e p_2 del generico parametro p .

Si evidenzia, come peraltro facilmente desumibile dalle figure riportate in Appendice n. 7, come la pericolosità sismica lungo il tracciato autostradale diminuisca passando dalla provincia di Bologna a quella di Ferrara.

6.2.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Le categorie di sottosuolo sono definite al punto 3.2.2 delle NTC-2008 sulla base del parametro di velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,30}$ relativo ai primi 30 metri di profondità.

È altresì specificato che per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata; è peraltro previsto che, nel caso in cui la misura diretta della V_S non sia disponibile, è possibile eseguire la classificazione del sottosuolo sulla base del valore dei numeri di colpi equivalente della prova penetrometrica dinamica $N_{SPT,30}$ per i terreni a grana grossa e/o sulla base della coesione non drenata equivalente $C_{u,30}$ per quelli a grana fine. A tale fine, lungo il tracciato sono disponibili:

- n. 42 sondaggi di Progetto Definitivo, con esecuzione di prove SPT in foro e misure della resistenza a taglio in condizioni non drenate C_u direttamente in sito e in laboratorio;
- n. 38 prove CPTU di Progetto Definitivo;
- n. 4 prove DPSH di Progetto Definitivo;
- n. 5 prove sismiche di tipo Cross - Hole di Progetto Definitivo.

L'interpretazione di tali prove in sito in termini di categoria di sottosuolo è riportata dalla Figura 4-1 alla Figura 4-3 in funzione della progressiva chilometrica. In aggiunta, dalla Figura 4-4 alla Figura 4-8 sono riportate le singole interpretazioni in termini di VS_{30} delle prove cross hole disponibili.

L'assegnazione delle categorie di sottosuolo lungo il tracciato è stata svolta con riguardo alle seguenti considerazioni:

- assegnazione di una maggiore rilevanza tecnica alle misure dirette delle velocità di propagazione delle onde di taglio ricavate mediante prove Cross-hole;
- necessità di evitare un'applicazione acritica delle espressioni $N_{SPT,30}$ e/o $C_{u,30}$, ad esempio scartando valori di SPT puntuali affetti con ogni probabilità da errori nella esecuzione della prova (e.g.: eccessivamente bassi per effetto del rifluire del fondo foro, eccessivamente alti e/o a rifiuto strumentale per presenza di ciottoli di grandi dimensioni, ecc.)
- opportunità di correlare le caratteristiche geologiche e stratigrafiche con la categoria di sottosuolo.

Dalle analisi eseguite si evince che la categoria prevalente è la classe D, ad esclusione di alcuni punti della tratta dove i valori della V_{s30} sono appena superiori al limite del valore della V_{s30} caratteristiche per la classe C.

A causa del ridotto numero di prove Cross Hole rispetto all'estensione planimetrica della tratta, non è stato possibile individuare delle aree omogenee caratterizzate da una classe di sottosuolo prevalente, ma si è associato sia la classe di sottosuolo C che D lungo tutta la tratta.

Per le singole opere la determinazione della categoria di suolo è stata approntata singolarmente, pertanto per le singole opere si rimanda direttamente a quanto riportato nelle schede in allegato.

In aggiunta a quanto sopra, si chiarisce altresì che:

- nel caso di opere posizionate in sovrapposizione a tratte con differenti categorie di sottosuolo, si suggerisce di riferirsi alla categoria più cautelativa, anche laddove questa non risulti prevalente sulla estensione dell'opera.

Per quanto attiene infine al coefficiente di amplificazione topografica, ai sensi del punto 3.2.2 delle NTC-2008 si assume che le aree in esame siano sempre riferibili alla categoria T1, ovvero quali superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

6.3 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 nelle Tabelle seguenti. Nella Tabella seguente è riportato il valore di tale indice LPI ottenuto per ciascuna prova CPTU considerate per le analisi di liquefazione. Al valore dell'indice LPI è associata una classificazione (Sonmez, 2003) in funzione della classe di pericolosità di liquefazione. Alla luce dei valori dei potenziali LPI ottenuti risulta che il rischio di liquefazione è per lo più basso. Solo in alcuni punti della tratta dove le lenti di sabbia sono più superficiali (CPTU BF4 B), o fortemente presenti il rischio di liquefazione è moderato. Per il dettaglio si rimanda ai documenti progettuali specifici.

		Indice del potenziale di liquefazione	Classi di pericolosità
CPTU	pk	LPI	Pericolosità di liquefazione
CPTU BF 3-B	pk 3+183	0.840	Bassa
CPTU BF4-B	pk 4+566	2.280	Moderata
CPTU BF4-A	pk 6+930	0.089	Bassa
CPTU BF 13-B	pk 14+920	0.090	Bassa
CPTU BF 16-C	pk 18+037	0.034	Bassa
CPTU BF 21-C	pk 24+049	1.610	Bassa
CPTU BF 16-A	pk 24+863	0.024	Bassa
CPTU BF 24-C	pk 26+406	1.910	Bassa
CPTU BF 25-C	pk 26+501	0.010	Bassa
CPTU BF 30-C	pk 31+300	0.012	Bassa

Indice del potenziale di liquefazione associato alla pericolosità di liquefazione

Indice del potenziale di liquefazione LPI	Suscettibilità alla liquefazione
0 m LPI m1	Nulla
1 < LPI m2	Bassa
2 < LPI m5	Moderata
5 < LPI m15	Alta
LPI > 15	Molto alta

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

7 GEOTECNICA

7.1 Introduzione

Nel presente capitolo vengono esaminati gli aspetti geotecnici legati al progetto definitivo per la realizzazione dell'ampliamento alla 3ª corsia dell'autostrada A13 Ferrara Bologna. Di seguito vengono affrontati e sviluppati i seguenti argomenti:

- analisi geotecnica del tracciato evidenziando le tematiche e le eventuali criticità incontrate lungo il tracciato, anche con riferimento agli aspetti legati alle attività di manutenzione dell'autostrada esistente e a quanto riportato nei documenti progettuali di costruzione (as-built);
- descrizione sommaria dei terreni interessati dal tracciato e loro caratterizzazione a fisico-meccanica;
- indicazioni riguardo alle tipologie delle opere di fondazione.

7.2 Normativa di Riferimento

La progettazione geotecnica è sviluppata conformemente alle prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008 (NTC).

7.3 Caratterizzazione Geotecnica

7.3.1 Caratteristiche litologiche, stratigrafie e proprietà meccaniche

Alla luce dell'esame della documentazione a disposizione (indagini pregresse e riferimenti bibliografici) è possibile descrivere, in termini generali, la natura dei terreni incontrati lungo il tracciato autostradale in ampliamento, allo scopo di definire le problematiche geotecniche presenti.

Il tracciato interessa terreni costituiti da alternanze di limi-argillosi e sabbie limose. Dall'esame dei risultati delle indagini pregresse a disposizione è possibile osservare come i livelli degli strati costituiti dalle sabbie limose siano da decimetrici a metrici e, procedendo da Bologna verso Ferrara, essi diminuiscono in frequenza. In prossimità dello svincolo di Ferrara si ha la prevalenza di materiali più fini. L'esame delle prove penetrometriche statiche (CPT) e la descrizione allegata ai sondaggi geognostici ha permesso di individuare generalmente:

- uno strato superiore (con spessore variabile da 15÷20m) di alternanze di depositi di materiale fine, argille e limi color nocciola, debolmente sovraconsolidati caratterizzati da resistenze alla punta (q_c) compresi tra 1÷2MPa (localmente sono presenti livelli di argilla torbosa), da poco consistenti a consistenti ($c_u \geq 50 \div 100$ kPa) e strati da decimetrici a metrici di sabbie limose caratterizzati da N_{spt} compresi tra 10÷18colpi/piede (localmente presenza di strati con $N_{spt} < 10$ colpi/piede) e resistenze alla punta $q_c > 4$ MPa;

- uno strato sottostante (non sempre individuato) di depositi di materiale fine (argille di color grigio) più consistente ($c_u \approx 100-150 \text{ kPa}$) con resistenze alla punta $q_c > 2 \text{ MPa}$.

7.3.2 Problematiche geotecniche

Le problematiche geotecniche che interessano il tratto autostradale in esame possono essere riassunte nei seguenti punti:

- le indicazioni delle misure dei livelli di falda e alla documentazione di contabilità definitiva del progetto esecutivo, indicano livelli di falda prossimi al piano campagna, pertanto gli scavi di fondazione dovranno prevedere tutti gli accorgimenti necessari per la possibile esecuzione in presenza di acqua; in fase di progettazione successiva, in presenza di strati superficiali sabbiosi sciolti, si dovranno condurre le opportune verifiche relative alla stabilità del fondo scavo per evitare problematiche di sifonamento/instabilità del piano di scavo. La realizzazione dei rilevati, prevederà l'esecuzione di uno strato materiale granulare con funzione di anticapillare.
- dall'esame dei pozzetti a disposizione e risulta che la quasi totalità dei terreni di fondazione dei rilevati autostradali sono rappresentati da terreni fini soffici pertanto il progetto dovrà prevederne la stabilizzazione a calce (o a cemento). Gli scavi di bonifica variano tra 20-80cm. Localmente sono presenti livelli torbosi decimetrici tra 1.5-3m da p.c.
- i terreni interessati dai lavori di ampliamento, come evidenziato sono terreni con contenuto di fine prevalente, e da poco consistenti a mediamente consistenti, pertanto la realizzazione dei rilevati in ampliamento e/o di nuova realizzazione possono indurre, localmente, fenomeni di instabilità nei terreni di fondazione dei rilevati e diffusamente per tutto il tratto cedimenti decimetrici differenziali tra la parte di nuova costruzione e quella già esistente;
- Il progetto prevede l'ampliamento dei rilevati esistenti in modo da adeguare la piattaforma autostradale a 3 corsie più emergenza, per ogni direzione di marcia. I rilevati previsti sono, generalmente inferiori ai 5-6m. Localmente nei pressi delle opere principali e in fase di realizzazione dei cavalcavia le altezze possono anche superare i 10m. Le pendenze di progetto delle scarpate dei rilevati in ampliamento e di quelli di nuova realizzazione (svincoli e nuovi cavalcavia) sono 7(orizz):4(vert). Le problematiche relative all'evoluzione del cedimento di consolidazione nel tempo non destano particolare preoccupazione data la presenza diffusa di livelli sabbiosi (almeno nella parte iniziale del tracciato) che costituiscono una via preferenziale per la dissipazione delle eventuali sovrappressioni idrauliche, accelerando il processo di consolidazione. Tuttavia, per minimizzare le problematiche di cedimenti differenziali, che possono indurre un aggravio nei carichi delle fondazioni profonde (attrito negativo) si prevede di realizzare rilevati in materiale alleggerito. Il dimensionamento e la verifica delle lunghezze dei pali sono condotte in modo da minimizzare l'effetto del cedimento

residuo atteso (attrito negativo). In sede di affinamento della progettazione potrà essere definito l'esatto impatto che la presenza dei livelli sabbiosi ha sul decorso dei cedimenti nel tempo valutando l'esatta entità delle problematiche correlate ai cedimenti differenziali sulle opere.

Sollecitazioni cicliche e dinamiche (accumulo di deformazioni plastiche e sviluppo di sovrappressioni interstiziali), durante un evento sismico, in terreni in cui la presenza di frequenti livelli sabbiosi saturi è significativa, possono innescare fenomeni di liquefazione. Per tale motivo, in fase di approfondimento di indagine e di livello progettuale, saranno svolte analisi di suscettibilità alla liquefazione.

8 ARCHEOLOGIA

8.1 Autostrada A13 - Tratto Bologna Arcoveggio - Ferrara Sud

La verifica preventiva dell'interesse archeologico relativo al Progetto Definitivo denominato "Autostrada A13 Bologna-Padova: Ampliamento alla terza corsia del tratto Bologna Arcoveggio - Ferrara Sud" è stata elaborata allo scopo di approfondire la conoscenza delle presenze archeologiche latenti o incidenti al tracciato, individuando quindi le aree a maggior rischio di rinvenimenti, in modo da poter effettuare delle valutazioni sulla potenzialità archeologica del territorio interessato dall'infrastruttura.

L'individuazione preventiva delle zone a maggior rischio archeologico è di fondamentale importanza nell'ottica di gestire l'incidenza delle problematiche connesse con la realizzazione dell'opera stradale ed in particolare la sua interferenza con eventuali preesistenze archeologiche: tali problematiche infatti, oltre a riguardare in primis la tutela del patrimonio culturale, investono inevitabilmente anche gli aspetti di ordine economico/organizzativo/temporale legati alla realizzazione dell'opera.

Lo studio è composto da:

- Relazione;
- All. 1 . Analisi integrata, elaborato analitico in cui sono riportate su apposita cartografia tutte le informazioni raccolte;
- All. 2 . Schede bibliografiche;
- All. 3 . Resoconto survey ;
- All. 4 . Schede Aree di Rischio, elaborato in cui sono perimetrate ed analizzate puntualmente le aree di rischio archeologico individuate lungo il tracciato stradale, comprensivo di interpretazione ed osservazioni conclusive con relative proposte di intervento.

8.1.1 Analisi integrata

A seguito delle ricerche condotte sono state redatte delle tavole di sintesi, elaborate in formato A3 e riguardanti le aree di rischio presenti lungo l'intera tratta, dove sono stati inseriti i seguenti dati:

- risultati dell'analisi bibliografica;
- dati provenienti dagli archivi della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto;
- risultati del survey;
- dati ricavati dalla fotointerpretazione e dalla fotorestituzione;

- toponimi derivanti dall'analisi delle tavolette IGM;
- vincoli tratti da PTP Provinciali e bibliografia specifica;
- dati relativi ad indagini pregresse.

Tale documento rappresenta quindi lo stato di fatto delle conoscenze archeologiche del territorio esaminato, costituendo al tempo stesso l'illustrazione del potenziale archeologico dell'area.

Per la visualizzazione di questi dati si è scelto di approntare le tavole in scala 1:10.000 utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale (CTR). Va tuttavia segnalato come la inquadratura delle tavole qui presentate non ricalchi la ripartizione dei fogli CTR, poiché in questa sede è stata privilegiata la scelta di riportare tutte le basi delle diverse CTR alla medesima scala, rendendole così uniformemente riproducibili nel formato A3.

All'interno delle tavole sono stati prese inoltre in considerazione anche porzioni di territorio immediatamente ad est e ad ovest del tracciato di progetto, in modo da assicurare una lettura ed una conoscenza del territorio quanto più completa ed esauriente possibile.

Le suddette tavole sono ovviamente precedute da un quadro di unione (basato su aggregazioni perpendicolari e/o trasversali rispetto al tracciato) in modo da consentire un facile orientamento nella gestione dei dati e nelle letture di dettaglio.

8.1.2 Analisi Bibliografica

Gli esiti dell'indagine bibliografica-archivistica (condotta presso biblioteche specializzate e negli archivi della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna) sono confluiti in schede normalizzate (ciascuna relativa ad un singolo sito/area archeologica), la cui compilazione più o meno esauriente è dipesa dalla precisione e dalla completezza della segnalazione dalla quale si sono desunti i dati. Per ogni scheda sono stati previsti i seguenti campi, in modo da definire con la massima chiarezza possibile tutti gli aspetti principali della relativa segnalazione:

Numero identificativo	Numero progressivo corrispondente a quello indicato nell'elaborato <i>Analisi integrata</i> .
Localizzazione	Indicazione di <i>Regione, Provincia, Comune, Frazione o Località</i> . Nel caso di centri urbani, alla voce Località si riporta la <i>Via/Piazza</i> .
Caratteristiche dei resti archeologici	<p><i>Definizione</i>: definizione riportata dalla fonte bibliografica (villa, necropoli, acquedotto, ecc.).</p> <p><i>Tipo</i>: funzione/funzioni di ogni singola presenza (es. produttivo, funerario, idrico, viario, ecc.)</p> <p><i>Grado di ubicabilità</i>: indica il grado di affidabilità nel posizionamento del sito (<i>incerto . approssimativo . certo</i>), che varia sensibilmente secondo l'epoca del rinvenimento.</p> <p><i>Quota</i>: quando note, si riportano in metri le profondità a cui sono individuate le presenze archeologiche, in genere a partire dall'attuale piano di campagna. Nel caso di rinvenimenti di superficie, la quota è <i>affiorante o subaffiorante</i>.</p> <p><i>Vincoli esistenti</i>: precisare se il sito archeologico è sottoposto a vincoli</p>

	di vario tipo.
Cronologia	Indicazione del <i>periodo</i> (es.: età del Ferro, età romana). Ove noto, si fornisce la <i>datazione</i> puntuale.
Descrizione	Se possibile si riporta a testo libero ed in forma generale quella esclusivamente desumibile dalla bibliografia; altrimenti, si indica non desumibile dalla bibliografia+.
Circostanze del ritrovamento	<i>Modalità</i> : si indicano le motivazioni o le circostanze che hanno costituito la causa del recupero (es. rinvenimento fortuito, scasso da lavori agricoli, scavo archeologico, ecc.). <i>Anno/i</i> : si riporta l'anno o gli anni in cui il sito è stato scoperto o scavato o pubblicato.
Bibliografia	Indicazione, in ordine cronologico, dei testi relativi all'oggetto della scheda, secondo le abbreviazioni in uso nelle pubblicazioni scientifiche di ambito archeologico.
Autore della scheda	XY

Per la raccolta dei siti desunti dalla ricerca bibliografica-archivistica si è stabilito di fissare un buffer massimo di 2 km di distanza da entrambi i lati del tracciato. In alcuni casi, tuttavia, sono stati inseriti dati aggiuntivi localizzati a distanze leggermente maggiori, che evidentemente permettono di definire meglio la potenzialità e l'importanza archeologica di una area nell'ambito territoriale attraversato dal progetto.

Tutti i dati pertinenti alla ricerca bibliografica sono stati in seguito georiferiti ed inseriti nel GIS appositamente predisposto.

I siti archeologici sono stati posizionati e georeferenziati su GIS, utilizzando una simbologia (vedi legenda) che consente di evidenziare la provenienza dell'informazione (notizia bibliografica, dato da archivio, rinvenimento da survey) e il grado di precisione nel posizionamento del sito. Relativamente ai siti archeologici areali, per consentire di visualizzare in modo appropriato il simbolo corrispondente (quadrato campito), le superfici di estensione limitata sono state tutte portate convenzionalmente ad una dimensione minima visibile. Si fa riferimento in particolare ai siti n. 66, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 80, 83, 85, 86, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 123, 125, 127, 129, 133, 135, 136. L'estensione di tali affioramenti nella realtà è minore rispetto a quella del simbolo corrispondente utilizzato per segnalarli.

8.1.3 Survey

La ricognizione di superficie (survey) ha lo scopo di individuare e documentare eventuali affioramenti/concentrazioni di materiali archeologici sul terreno, affioranti durante le arature, indicando in tal modo la possibile presenza di siti archeologici subaffioranti o sepolti a debole profondità. La ricognizione svolta per tale lavoro è di tipo intensivo, ossia prevede una copertura totale dei terreni interessati dal progetto (in particolare si è stabilito di indagare una fascia larga circa 200 m in adiacenza al tracciato), documentando anche il più irrilevante elemento archeologico individuato.

Durante la ricognizione sui terreni, condotta nei mesi di novembre/dicembre 2011, a ciascuna UR (= unità di ricognizione) è stata data una numerazione progressiva, per permettere l'immediata identificazione del campo sulla carta e poter definire con precisione le condizioni di visibilità proprie di ogni unità. La descrizione di ciascuna UR prevede inoltre le seguenti voci: a) la destinazione d'uso della UR ed il relativo grado di leggibilità b) il risultato del riscontro, tentato sul terreno, di rintracciare indicazioni bibliografiche, anomalie riscontrate da foto aeree, vincoli archeologici c) la presenza di siti di nuova scoperta.

A tal proposito va sottolineato come il limite più significativo di questa tipologia di indagine sia rappresentato proprio dalle condizioni di visibilità del terreno (ad esempio vegetazione in avanzato stato di crescita, vegetazione fitta/coprente), che talvolta possono occultare totalmente la presenza di reperti archeologici e l'identificazione dei siti affioranti o subaffioranti.

La visibilità del suolo è stata definita pertanto mediante gradi progressivi (nulla, parziale, totale), riportati in cartografia con colori differenti, come indicato nella tabella seguente:

TIPO	DESCRIZIONE	COLORE IDENTIFICATIVO	GRADO DI VISIBILITA'
NON LEGGIBILE	<i>Aree coperte da incolto o colture in avanzato stato di crescita (prato stabile, frutteto, uliveto, bosco, etc.)</i>		NULLA
INACCESSIBILE	<i>Aree urbanizzate, lastricati, ferrovie, strade, parcheggi; aree recintate, o non raggiungibili</i>		
LEGGIBILE	<i>Colture in parziale stato di crescita; stoppie (raccolto avvenuto ma non arato)</i>		PARZIALE
ARATO	<i>Arato e/o erpicato</i>		TOTALE

Tale informazione risulta assolutamente determinante, poiché permette di valutare la possibilità che l'assenza di elementi di interesse archeologico sia imputabile ad una leggibilità scarsa o nulla del terreno al momento della ricognizione.

Ogni rinvenimento archeologico, indipendentemente dall'entità dell'affioramento, è stato considerato sito; di conseguenza per ogni presenza archeologica è stata compilata una apposita scheda di sito; ed

ognuna di esse, rilevata con GPS su campo, risulta posizionata nelle tavole dell'analisi integrata e georeferita nel GIS.

8.1.4 Fotointerpretazione e Fotorestituzione

L'analisi delle fotografie aeree è stata condotta in primis sui fotogrammi del volo G.A.I. (Gruppo Aereo Italiano) eseguito tra agosto e settembre dell'anno 1955, disponibili presso l'Istituto Geografico Militare. Successivamente, l'analisi è stata integrata dalla lettura dei fotogrammi del volo del 12 febbraio 2009, eseguito lungo la tratta autostradale dalla CGR (Compagnia Generale Riprese aeree S.p.A.).

Le anomalie riscontrate nei terreni, di possibile origine antropica e ipotetico interesse archeologico, sono state segnalate e georeferenziate, identificandole con la sigla alfanumerica AF (anomalia fotografica) seguita da un numero progressivo.

Per evitare confusione nella lettura delle tavole, non sono state segnalate le anomalie di probabile o certa origine naturale (tracce di paleoalvei, tracce litologiche, etc.) oppure le anomalie di origine antropica che dal confronto tra i voli di annate distanti nel tempo sono risultate con buona sicurezza databili agli ultimi cinquant'anni (ad esempio, le tracce delle parcellizzazioni esistenti nelle foto del 1954-55 e visibili come traccia nel terreno nelle foto del 2009).

I fotogrammi stereoscopici IGM volo GAI 1954-55+ sono stati scansionati e georeferenzati e successivamente mosaicati per l'inserimento nel GIS.

8.1.5 Analisi Toponomastica Storica

Lo studio della toponomastica storica di possibile interesse archeologico è stato condotto visionando la cartografia IGM storica relativa alle annate 1880-1882 e 1922-1934, che per entrambe le edizioni è stata scansionata, georeferenzata e mosaicata, per permetterne la visualizzazione nel GIS.

Nelle Tavole di sintesi sono stati evidenziati con un riquadro i toponimi che presentano una certa o probabile origine antica (in particolare di età romana o preromana), e che possono essere indicativi della presenza in loco o nell'area circostante di siti archeologici.

Le informazioni relative ad ogni toponimo segnalato sono visualizzabili come dati informativi nel GIS.

8.1.6 Vincoli

Al fine di individuare l'eventuale presenza di vincoli di tipo archeologico nella fascia territoriale presa in esame, ad integrazione della ricerca d'archivio, sono stati consultati i Piani Strutturali Comunali dei Comuni interessati dal progetto e il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Bologna.

8.1.7 Carta Uso del Suolo

Ogni layout delle Tavole di sintesi prevede al primo livello uno stralcio della carta *Uso del Suolo 2008*. Edizione Maggio 2011, Regione Emilia Romagna di cui è possibile visualizzare la legenda nelle pagine seguenti. La carta è stata inserita e georeferenziata anche nel GIS, da cui è possibile visualizzarla.

8.1.8 Carta Geologica

Nel GIS è stata inserita infine la Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (rilievi eseguiti nell'ambito del Progetto CARG), pubblicata nel 2007, di cui sono stati utilizzati i seguenti Fogli: 221 Bologna, 220 Casalecchio di Reno, 203 Poggio Renatico. Il Foglio 185 Ferrara, che copre il territorio a nord della fine intervento non è stato ancora pubblicato, e potrà eventualmente essere inserito nel GIS in una fase successiva, quando sarà disponibile al pubblico.

La scelta di utilizzare la nuova versione della Carta Geologica d'Italia (nonostante non sia al momento disponibile per tutto il territorio italiano) è stata dettata dalla considerazione che i dati raccolti dal Progetto CARG hanno aggiornato e molto spesso corretto la versione precedente in scala 1:100.000, e restituiscono un quadro complessivo del territorio dal punto di vista geologico molto più preciso e reale.

8.1.9 Aree di Rischio

La discriminante che ha determinato la perimetrazione delle aree di rischio consiste in particolar modo nella localizzazione dell'elemento archeologico (ricadente sul sedime autostradale o adiacente ad esso) e nella certezza/possibilità della sua effettiva presenza.

Ciascuna delle aree considerate a maggior rischio di impatto sul tracciato di progetto presenta una specifica scheda, i cui lemmi, appositamente predisposti, rispondono a esigenze diverse, quali:

- fornire dati utili alla localizzazione dell'area;
- riassumere tutte le indicazioni bibliografiche già raccolte;
- evidenziare la presenza di vincoli;
- sottolineare eventuali indicazioni desunte dall'analisi delle fotografie aeree;
- riportare eventuali notizie di archivio della Soprintendenza;
- sottolineare, se presenti, dati toponomastici significativi;
- fornire i risultati di *survey* o controlli occasionali del terreno effettuati e/o ripetuti nel corso del tempo;
- fornire documentazione fotografica, grafica o topografica essenziale;
- produrre osservazioni conclusive e proposte di intervento.

In sostanza, dopo aver riassunto tutte le informazioni disponibili riguardanti una specifica area, si evidenziano, nell'ultimo lemma, i criteri utilizzati nella perimetrazione e le relative proposte di intervento.

Il presente elaborato illustra quindi in ultima analisi i risultati della verifica preventiva dell'interesse archeologico relativamente al progetto in esame: in particolare costituisce una sintesi dei dati archeologici, individuando le cosiddette aree in cui, sulla base delle notizie raccolte, le lavorazioni in progetto presentano un impatto più alto sul patrimonio archeologico.

Lungo l'ampliamento in progetto sono state individuate n. 4 potenziali aree di rischio, individuate principalmente in base alle notizie archivistiche e ai risultati del *survey*.

- **Area di rischio 1:** Svincolo Bologna Arcoveggio (fig. 1).
Nell'area in questione, il progetto prevede un ampliamento simmetrico su entrambe le carreggiate, seguito dalla transizione da simmetrico a asimmetrico. Essa viene segnalata in quanto in corrispondenza dello Svincolo Bologna Arcoveggio sono stati rinvenuti livelli di frequentazione e strutture dall'età del Bronzo all'età romana. Considerando la prossimità dell'inizio intervento all'area dei ritrovamenti, è possibile che le lavorazioni in progetto intercettino evidenze archeologiche.

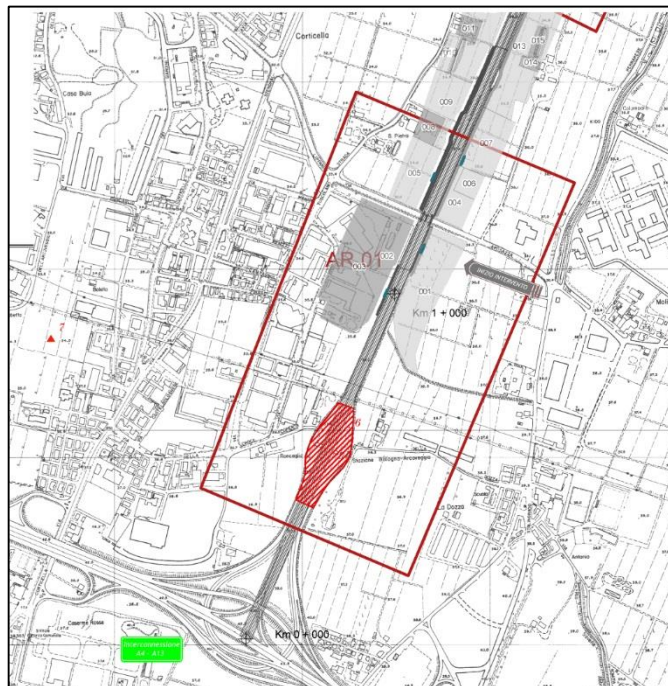


Figura 1. Area di Rischio 01

- **Area di rischio 2:** Castel Maggiore, Corticella, via Peglion (fig. 2).
Nell'area in questione, il progetto prevede un ampliamento simmetrico sulla carreggiata est e la demolizione e ricostruzione del Nuovo Cavalcavia comunale Via Peglion.

Essa viene segnalata in quanto i dati archeologici la configurano come un'area in cui potenzialmente potrebbero essere rinvenute strutture produttive di età medievale o rinascimentale. Infatti, la ricognizione di superficie ha individuato un affioramento di laterizi, ciottoli e ceramica di età rinascimentale (**Sito 14**), in prossimità al tracciato autostradale; inoltre, il toponimo **La Fabbrica** potrebbe indicare la presenza di impianti produttivi artigianali, anche di età medievale. Nella area è stata infine individuata un'anomalia fotografica, di natura non determinabile (**AF 01**).

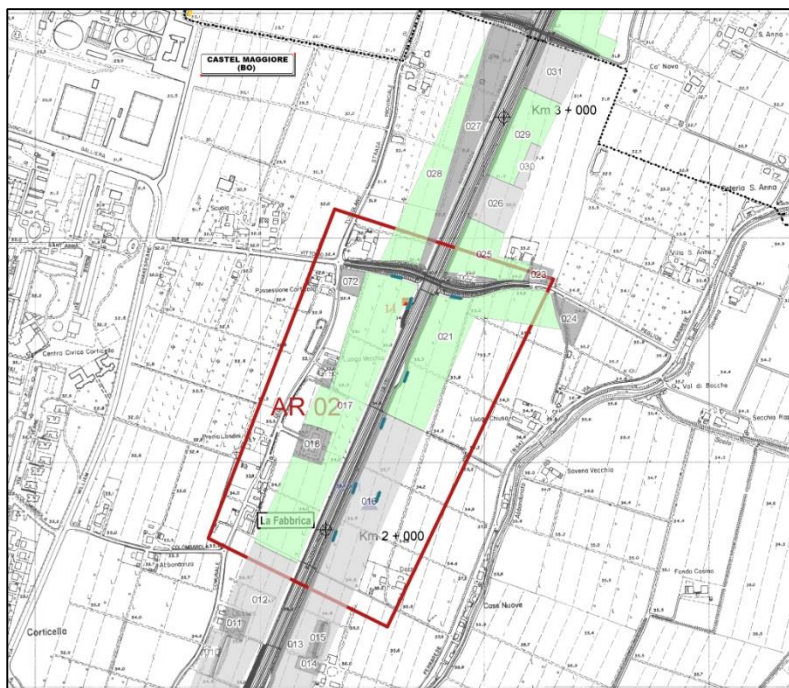


Figura 2. Area di rischio 02

- Area di rischio 3: Bentivoglio, zona industriale via Saliceto (fig. 3).

Nell'area in questione, il progetto prevede la realizzazione di un ampliamento simmetrico su entrambi i lati del tracciato autostradale e la demolizione e ricostruzione del nuovo Cavalcavia poderale Santa Lucia. L'area si configura ad alta potenzialità archeologica in quanto rientra in una zona di persistenze centuriali (un decumano della centuriazione, **sito 152**, si trova in corrispondenza del Cavalcavia in progetto) ed ha restituito numerosi rinvenimenti di materiale e strutture di interesse archeologico, dall'età del Ferro all'età medievale, entro 1-1,5 m di profondità dal piano di campagna.



Figura 3. Area di rischio 03

- Area di rischio 4: Bentivoglio, Località Saletto (fig. 4).

Nell'area in questione, il progetto prevede la realizzazione di un ampliamento asimmetrico sul lato orientale del tracciato autostradale, oltre alla demolizione e costruzione del Cavalcavia poderale Palazzo Gazzadini e del Cavalcavia poderale Spagnola.

L'**Area di Rischio 04** si configura come una zona in cui i dati archeologici noti evidenziano la possibilità della presenza di strutture conservate di età medievale o moderna. In particolare, per ciò che concerne l'età moderna, è noto che molte zone di pianura in territorio emiliano hanno restituito numerose fornaci databili tra XVI e XVII secolo, spesso in buono stato di conservazione. L'eventuale interferenza delle lavorazioni in progetto con una fornace di età moderna comporta lo scavo archeologico e la documentazione della stessa, con le stesse modalità, tempi e costi applicati per lo scavo archeologico di strutture più antiche. Di conseguenza, nel caso in esame, la presenza di diversi affioramenti consistenti di materiale edilizio e ceramico di età medievale o moderna nella stessa area prossima al tracciato in

progetto, può indicare la presenza di una struttura (probabilmente una fornace) in corrispondenza ai punti indicati, oppure in forte prossimità, e pertanto, in fase di progettazione, deve essere considerata un'area di rischio a tutti gli effetti.



Figura 4. Area di rischio 04

8.2 Nuovo Svincolo di Castel Maggiore

La Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico (VIARCH) relativa al Progetto Definitivo del Nuovo Svincolo di Castel Maggiore (BO) è stata elaborata in osservanza delle normative vigenti ai sensi dell'art. 25 del Dlgs 50/2016 e secondo le indicazioni della Circolare della Direzione Generale Archeologia prot-DG-AR 410 del 20/01/2016. Lo studio è stato realizzato da un professionista iscritto all'Elenco Nazionale degli Archeologi del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e in possesso dei requisiti necessari per la redazione del documento di valutazione archeologica nel progetto di opera pubblica di cui al comma 1 Art. 95 D. Lgs. 163/2006 e successive modificazioni.

Il lavoro si compone di un elaborato testuale e due elaborati cartacei.

Nell'elaborato testuale sono contenuti gli studi e la descrizione delle attività svolte per la realizzazione della Verifica Preventiva e i risultati della stessa. Si inizia con un inquadramento storico del territorio nel quale si fornisce descrizione degli eventi storici che hanno investito il territorio e contribuito alla sua connotazione nel corso dei millenni; dalla Preistoria, alla Protostoria all'Età Storica. Alcuni di questi

eventi costituiscono ancora oggi elemento caratterizzante di questi luoghi. Si fornisce una lista della bibliografia, contenente le principali pubblicazioni utilizzate per l'inquadramento storico.

Si prosegue descrivendo il sopralluogo effettuato limitatamente all'area del progetto. Si specificano le motivazioni per le quali, in accordo con gli ispettori della Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara responsabili della tutela dei due Comuni nei quali ricade il progetto, si è deciso di non effettuare una vera e propria ricognizione, essenzialmente in virtù della limitatezza del tempo a disposizione per la stesura della VIARCH e per motivi tecnici legati alla fattibilità di un survey in questo periodo dell'anno.

Si esplicitano poi i criteri utilizzati per la realizzazione della Carta delle Presenze Archeologiche note nel territorio, primo dei due elaborati cartacei allegati allo studio (ARC5002), dalla modalità di reperimento dei dati (ricerche effettuate tra materiale edito, materiale d'archivio e rinvenimenti effettuati nel corso del sopralluogo), alle scelte grafiche simboliche adottate nel posizionamento dei rinvenimenti. Si descrivono altresì i campi utilizzati per la redazione delle Schede delle Presenze Archeologiche corrispondenti a ciascun rinvenimento posizionato sulla carta, anch'esse pubblicate nell'elaborato cartaceo.

Sulla base delle informazioni sopra descritte si arriva quindi a descrivere il Potenziale Archeologico del territorio in studio, ossia la valutazione del livello di probabilità che in esso si conservi stratificazione archeologica. La descrizione rimanda alla Carta del Potenziale Archeologico (ARC5003), secondo degli elaborati cartacei allegati al presente studio. I parametri utilizzati per la valutazione del potenziale archeologico sono vari: dalla tipologia delle indagini archeologiche effettuate, al diverso grado di intensità con il quale sono state applicate, al tipo, alla densità e alla quota di rinvenimento delle evidenze archeologiche note. Questi aspetti sono stati considerati poi complessivamente all'interno del più ampio contesto storico ambientale, che fornisce elementi imprescindibili per un quadro generale indispensabile ai fini della valutazione. Uno tra i fattori storici più caratterizzanti della porzione di territorio in esame è la centuriazione, ossia la divisione agraria in lotti regolari basata sulla piccola e media proprietà terriera, che prevedeva una distribuzione capillare del popolamento e un suo sfruttamento intensivo. Di questa poderosa parcellizzazione, ancora oggi chiaramente leggibile nella pianura emiliano-romagnola, restano varie tracce nella zona studiata per il presente progetto: alcuni relitti del reticolo centuriale, attestazioni riferibili a fattorie di modeste dimensioni o ville rustiche, due assi di traffico viario e aree funerarie che dovevano servire i nuclei abitativi. Diversa è l'immagine dell'insediamento nella successiva età medievale che appare, sulla base dei siti rinvenuti, ancora abbastanza vivace anche se rispondente a una diversa logica insediamentale, meno uniformemente diffusa ed organizzata per gruppi di fabbricati; diversa anche la sua persistenza sul paesaggio attuale, che si traduce nella continuità di alcuni insediamenti maggiori, tra i quali la stessa Castel Maggiore.

Sulla base dell'analisi combinata di tutti questi elementi il potenziale archeologico di questo territorio è stato ritenuto ALTO, e quindi alto è anche il rischio che le attività connesse alla realizzazione dello svincolo in progetto possano interferire con strutture o resti archeologici di varia natura ed epoca,

particolarmente con quelli riferibili ad età romana e medievale, i quali si trovano a quote superiori se non prossime alla superficie del piano di campagna.

9 IDROLOGIA E IDRAULICA

9.1 Generalità

Nell'ambito del Progetto definitivo dell'intervento di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A13 Bologna Padova, tratta Bologna - Ferrara Sud, tra la progressiva Km 1+070.00 (inizio intervento) e la progressiva Km 33+542 (fine intervento), è stata effettuata un'analisi volta all'individuazione degli elementi idrologici ed idraulici di partenza, sulla base dei quali definire gli aspetti critici. 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.

9.2 Autorità di Bacino

Le autorità di bacino competenti per il territorio sono 2 e precisamente:

- l'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- l'Autorità di Bacino del Fiume Reno.

L'Autorità di Bacino del Po 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.12). 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 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. In seguito il PAI è stato approvato, per il territorio di competenza, dal Consiglio Regionale della Toscana con deliberazione n. 114 del 21.09.2004 e pubblicato nel Bollettino Ufficiale Regionale n. 43 (PII) del 27.10.2004.

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.

9.3 Consorzi Di Bonifica

I Consorzi di Bonifica interessati dall'ampliamento alla 3ª corsia della tratta Bologna - Ferrara Sud (dal Km 1+070.00 al Km 33+547) sono i seguenti:

- Consorzio della Bonifica Renana
- Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Per completezza, si rammenta che il confine fra il territorio di competenza del Consorzio della Bonifica Renana e quello del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara è costituito dal fiume Reno.

9.4 Idrografia

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

Il reticolo idrografico naturale è costituito essenzialmente dal solo fiume Reno, unica interferenza principale, scavalcata in viadotto; tutte le altre aste interferenti sono, in genere, canali per la bonifica e l'irrigazione, a volte anche di notevoli dimensioni, scavalcati con ponti, ponticelli o tombini.

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

9.5 Idrologia

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

- Per il Reno ed il Diversivo Navile, sono state utilizzate le portate riportate nel PAI. Inoltre, non essendo indicate all'interno del PAI stesso le portate per un tempo di ritorno pari a 200 anni, queste sono state desunte partendo da considerazioni idrologiche ed idrauliche partendo dalla pluviometria a disposizione.
- Per tutti gli altri corsi d'acqua, non essendo possibile definire in maniera univoca il bacino scolante per la natura del territorio e il regime idraulico dello stesso per la presenza di una o più opere di regolazione, la portata presa come riferimento è la massima portata transitabile nel tratto in esame.

9.6 Interferenze Idrografiche ed Interventi di Sistemazione Idraulica

Le interferenze idrografiche sono state suddivise in base all'ente di riferimento riportando le informazioni principali relative all'interferenza stessa. I manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, scolarari, etc.) sono stati ampliati, in modo simmetrico (sia a monte che a valle) o asimmetrico in funzione del tratto di intervento stradale in cui ricade l'interferenza. Gli ampliamenti sono stati realizzati in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare l'attuale grado di rischio. Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano numerosi fossi di campagna caratteristici di un contesto agricolo di pianura ampiamente sfruttato a scopo agricolo come quello emiliano romagnolo. Tali aste, generalmente, vengono attraversate mediante tombini circolari, scolarari o ponticelli di piccole dimensioni (0.30 - 2.00 m). Il prolungamento è stato realizzato con la medesima sezione dell'esistente salvo verifica idraulica e relativo adeguamento, se necessario.

9.6.1 Corsi d'acqua di competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è dell'Autorità di Bacino del Fiume Reno, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

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

Tabella 1 . Corsi d'acqua di competenza dell'ADB Reno

9.6.2 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è del Consorzio della Bonifica Renana, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELL'A13
T001	scolo privato	1+232	Privato	Minore	Condotta circolare

T002	scolo privato	1+714	Privato	Minore	Condotta circolare
T003	scolo privato	1+912	Privato	Minore	Condotta circolare
T004	fosso	2+292	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T005	scolo privato	2+575	Privato	Minore	Condotta circolare
T006	fosso	3+189	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T007	scolo privato	3+477	Privato	Minore	Condotta circolare
T008	fosso	3+718	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T009	fosso	3+956	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T010	scolo Carsè	4+199	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T011	fosso	4+315	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T012	fosso	4+569	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T013	fosso	4+787	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T014	fosso	4+914	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T015	fosso	5+170	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T016	fosso	5+375	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T017	scolo privato	5+423	Privato	Minore	Condotta circolare
T018	fosso	5+686	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T019	fosso	5+888	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T020	scolo privato	6+118	Privato	Minore	Condotta circolare
T021	scolo privato	6+464	Privato	Minore	Condotta circolare
T022	fosso	6+601	Consorzio di Bonifica	Minore	Scatolare

			Renana		
T023	scolo privato	6+885	Privato	Minore	Condotta circolare
T024	fosso	7+166	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T025	scolo privato	7+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T026	scolo privato	7+512	Privato	Minore	Condotta circolare
T028	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T029	scolo privato	7+962	Privato	Minore	Condotta circolare
T030	scolo privato	7+967	Privato	Minore	Condotta circolare
T031	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T032	scolo privato	8+103	Privato	Minore	Scatolare
T033	scolo privato		Privato	Minore	Condotta circolare
T034	scolo privato		Privato	Minore	Scatolare
T035	fosso	8+236	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T036	fosso	8+429	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T037	fosso	8+556	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T038	scolo privato	8+842	Privato	Minore	Scatolare
T039	fosso	8+968	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T040	fosso	9+172	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T041	fosso	9+637	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T042	fosso	9+759	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T043	fosso	9+897	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T044	fosso	10+324	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T045	fosso	10+359	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
CODICE	NOME	Progressi	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA

WBS		va			IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELLA 13
T046	scolo privato	10+602	Privato	Minore	Scatolare
T047	fosso	11+225	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
VI001	Canale Emiliano Romagnolo	11+292	Consorzio CER	Secondari o	Ponte
T048	scolo privato	11+486	Privato	Minore	Condotta circolare
T049	scolo privato	11+617	Privato	Minore	Condotta circolare
T050	scolo privato	11+619	Privato	Minore	Scatolare
T051	scolo privato	11+621	Privato	Minore	Scatolare
T052	scolo privato	11+624	Privato	Minore	Scatolare
T053	scolo privato	11+996	Privato	Minore	Scatolare
T054	scolo privato	12+517	Privato	Minore	Condotta circolare
T055	scolo privato	12+524	Privato	Minore	Scatolare
T056	scolo privato	12+532	Privato	Minore	Scatolare
T057	scolo privato	12+764	Privato	Minore	Scatolare
T058	fosso	12+906	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T059	fosso	13+090	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T060	scolo privato	13+180	Privato	Minore	Condotta circolare
T061	Fossa Quadra	13+553	Consorzio di Bonifica Renana	Secondari o	Scatolare
T061bis	Fossa Quadra		Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T062	Fossa Quadra	13+565	Consorzio di Bonifica Renana	Secondari o	Condotta circolare
T063	fosso	13+771	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T064	fosso	13+947	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T065	fosso	14+135	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare

T066	scolo privato	14+374	Privato	Minore	Condotta circolare
T067	Fossa Quadra	14+411	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T068	scolo privato	14+507	Privato	Minore	Condotta circolare
T069	scolo privato	14+678	Privato	Minore	Condotta circolare
T070	scolo privato	14+854	Privato	Minore	Condotta circolare
T071	scolo privato	14+990	Privato	Minore	Condotta circolare
T072	fosso	15+154	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T073	scolo privato	15+344	Privato	Minore	Condotta circolare
T074	scolo privato	15+719	Privato	Minore	Condotta circolare
T075	scolo privato	15+858	Privato	Minore	Condotta circolare
T076	scolo privato	16+194	Privato	Minore	Condotta circolare
T077	scolo privato	16+277	Privato	Minore	Scatolare
T078	scolo privato	16+381	Privato	Minore	Condotta circolare
T079	Fossa Quadra	16+707	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare
T080	fosso	17+023	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T081	scolo privato	17+261	Privato	Minore	Condotta circolare
T082	scolo privato	17+385	Privato	Minore	Condotta circolare
CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELLA A13
T083	scolo privato	17+515	Privato	Minore	Condotta circolare
T084	scolo privato	17+821	Privato	Minore	Condotta circolare
T085	scolo privato	18+033	Privato	Minore	Condotta circolare
T086	scolo privato	18+043	Privato	Minore	Scatolare
T087	scolo privato	18+171	Privato	Minore	Condotta circolare
T088	scolo privato	18+307	Privato	Minore	Scatolare
T089	scolo privato	18+413	Privato	Minore	Condotta circolare
T090	scolo privato	18+513	Privato	Minore	Condotta circolare
T091	scolo privato	18+533	Privato	Minore	Condotta circolare

T092	scolo privato	18+652	Privato	Minore	Condotta circolare
T093	scolo privato	18+856	Privato	Minore	Scatolare
T094	scolo privato	18+864	Privato	Minore	Scatolare
T095	scolo privato	19+103	Privato	Minore	Scatolare
T096	scolo privato	19+288	Privato	Minore	Scatolare
T097	scolo privato	19+357	Privato	Minore	Condotta circolare
T098	scolo privato	19+728	Privato	Minore	Condotta circolare
T099	Scolo Marsiglia	20+176	Consorzio di Bonifica Renana	Secondari o	Scatolare
T100	scolo privato	20+418	Privato	Minore	Condotta circolare
T101	scolo privato	20+669	Privato	Minore	Scatolare
T102	fosso	20+737	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T103	fosso	20+946	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Scatolare
T104	fosso	21+077	Consorzio di Bonifica Renana	Minore	Condotta circolare
T105	scolo privato	21+185	Privato	Minore	Condotta circolare
T106	scolo privato	21+200	Privato	Minore	Condotta circolare
T107	scolo privato	21+801	Privato	Minore	Condotta circolare
T108	scolo privato	22+058	Privato	Minore	Condotta circolare
T109	scolo privato	22+133	Privato	Minore	Condotta circolare
T110	scolo privato	22+536	Privato	Minore	Scatolare
T111	scolo privato	22+871	Privato	Minore	Scatolare
T112	scolo privato	23+214	Privato	Minore	Condotta circolare
T113	scolo privato	23+223	Privato	Minore	Scatolare
T114	scolo privato	23+506	Privato	Minore	Condotta circolare
T115	scolo privato	23+517	Privato	Minore	Scatolare
T116	scolo privato	23+756	Privato	Minore	Condotta circolare
T117	scolo privato	23+960	Privato	Minore	Condotta circolare
VI004	Scolo Calcarata	23+991	Consorzio di Bonifica Renana	Secondari o	Ponte
T118	scolo privato	24+240	Privato	Minore	Condotta circolare

T119	scolo privato	24+250	Privato	Minore	Condotta circolare
VI005	Scolo Tombe	24+448	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T120	scolo privato	24+868	Privato	Minore	Condotta circolare
VI006	Scolo Riolo	25+150	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Ponte
T121	Fosso San Prospero	25+210	Consorzio di Bonifica Renana	Secondario	Scatolare

Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Bonifica Renana

9.6.3 Corsi d'acqua di competenza del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

Nella tabella seguente sono riportate le interferenze idrografiche la cui competenza è del Consorzio di bonifica Pianura di Ferrara, la progressiva relativa all'attraversamento autostradale la tipologia di opera e il rango dell'interferenza:

CODICE WBS	NOME	Progressiva	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELLA A13
T121 bis	scolo privato	26+587	Privato	Minore	Condotta circolare
T122	scolo privato	27+144	Privato	Minore	Condotta circolare
T123	scolo privato	27+697	Privato	Minore	Condotta circolare
T124	scolo privato	28+734	Privato	Minore	Condotta circolare
VI008	Scolo Principale	28+819	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Ponte
T125	scolo privato	29+110	Privato	Minore	Condotta circolare
T126	fosso	29+169	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T127	Canale Torniano	29+291	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondario	Scatolare
T128	fosso	29+58	Consorzio di Bonifica	Minore	Condotta circolare

		8	Pianura di Ferrara		
T129	fosso	29+76 9	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T130	fosso	30+01 6	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T131	Deviazione Margosa	30+25 7	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T132	Fosso Margosa	30+40 2	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondar io	Scatolare
T133	Deviazione Margosa	30+77 3	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T134	Deviazione Margosa	31+05 1	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T135	Deviazione Margosa	31+18 9	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Condotta circolare
T136	Deviazione Margosa	31+34 0	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondar io	Scatolare
T137	Canale circondariale San Martino	31+62 1	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondar io	Scatolare
T138	scolo privato	31+82 3	Privato	Minore	Condotta circolare
T139	scolo privato	32+24 4	Privato	Minore	Condotta circolare
T140	scolo privato	32+46 7	Privato	Minore	Scatolare
T141	scolo privato	32+71 1	Privato	Minore	Scatolare
CODICE WBS	NOME	Pk	ENTE GESTORE	RANGO	TIPOLOGIA OPERA IDRAULICA ALL'ALTEZZA DELLA 13
T142	Scolo Madonna dei Boschi	32+97 5	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare
T143	Scolo Uccellino	33+30 7	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Secondar io	Scatolare

T144	scolo privato	33+50 5	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	Minore	Scatolare
------	---------------	------------	---	--------	-----------

Corsi d'acqua di competenza del Consorzio della Pianura di Ferrara

9.6.4 Interventi di sistemazione idraulica

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

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

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

Nella tabella seguente si riassumono tutte le opere idrauliche ampliate nel tratto in oggetto e le sistemazioni idrauliche che sono state adottate caso per caso, con riferimento alla classificazione sopra riportata.

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Ponte CER VI001	11+292	E
Ponte Diversivo VI002	13+053	A
Scatolare Quadra T67	14+411	A
Scatolare Quadra T79	16+707	A
Ponte Navile VI003	21+411	A

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Ponte Calcarata VI004	23+991	A
Ponte Tombe VI005	24+240	A
Ponte Riolo VI006	25+150	A
Scotolare Prospero T121	25+210	A
Ponte Reno VI007	26+398	A
Ponte Principale VI008	28+819	A
Scotolare Torniano T127	29+291	A
Scotolare Margosa T132	30+402	E
Scotolare Margosa T136	31+340	A
Scotolare S. Martino T137	31+621	A
Scotolare Uccellino T143	33+307	A
T001	1+243	D
T002	1+713	D
T003	1+912	D
T004	2+292	E
T005	2+575	E
T006	3+189	D
T007	3+476	D
T008	3+717	D
T009	3+955	D
T011	4+313	D
T012	4+568	D
T013	4+786	D
T014	4+913	D
T015	5+169	D
T016	5+374	D
T017	5+424	D
T018	5+685	D
T019	5+888	D
T020	6+117	D
T021	6+462	E
T022	6+601	D
T023	6+885	D
T024	7+168	D
T025	7+356	D
T026	7+510	D
T027	7+725	D
T028	7+880	D
T029	7+962	D
T030	7+959	D
T031	8+048	D
T032	8+100	D
T033	8+110	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T034	8+048	D
T035	8+235	D
T036	8+424	D
T037	8+553	D
T038	8+837	D
T039	8+966	D
T040	9+175	D
T041	9+635	D
T042	9+757	D
T043	9+898	D
T044	10+314	D
T045	10+358	A
T046	10+602	D
T047	11+224	D
T048	11+484	D
T049	11+617	D
T050	11+619	D
T051	11+621	D
T052	11+624	D
T053	11+997	D
T054	12+518	D
T055	12+521	D
T056	12+528	D
T057	12+771	D
T058	12+906	D
T059	13+091	D
T060	13+171	D
T062	13+565	D
T063	13+762	E
T064	13+949	D
T065	14+143	D
T066	14+363	D
T068	14+508	D
T069	16+667	D
T070	14+854	D
T071	14+991	D
T072	15+155	D
T073	15+325	D
T074	15+711	A
T075	15+858	D
T076	16+182	D
T077	16+277	D
T078	16+368	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAIMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T080	17+012	D
T081	17+257	E
T082	17+374	D
T083	17+509	D
T084	17+823	D
T085	18+020	D
T086	18+025	D
T087	18+159	D
T088	18+308	D
T089	18+408	D
T090	18+507	D
T092	18+660	D
T096	19+288	A
T097	19+362	D
T098	19+730	D
T100	20+420	D
T104	21+073	D
T105	21+174	D
T106	21+189	D
T107	21+802	D
T108	22+059	A
T109	22+133	D
T112	23+214	D
T114	23+507	D
T115	23+517	D
T116	23+761	D
T117	23+961	D
T118	24+240	D
T119	24+250	D
T120	24+868	D
T122	27+144	D
T123	27+688	D
T124	28+735	D
T125	29+110	D
T126	29+170	D
T128	29+590	D
T129	29+770	D
T130	30+016	D
T131	30+257	D
T133	30+773	D
T134	31+050	D
T135	31+190	D
T138	31+823	D

DESCRIZIONE	PROGRESSIVA ATTRAVERSAMENTO [Km]	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
T140	32+467	D
T141	32+700	D
T142	32+967	D
T144	33+491	D

Sistemazioni idrauliche in progetto

9.7 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.

9.7.1 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;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il ricettore finale è in condizioni critiche o dove richiesto dalla normativa vigente;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

9.7.2 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 rivestiti e non) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali, possono essere diretti o presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

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

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

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
	viadotto	caditoie grigliate a passo calcolato con scarico nella tubazione sottostante

Tabella 2 . Tipologia di drenaggio ed elementi costitutivi

9.7.3 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 m³/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.

Sebbene il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po non prescriva il recupero dei volumi, è stato adottato lo stesso approccio anche per la parte di tracciato ricadente nella zona di competenza dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

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 la filtrazione delle acque nel sottosuolo.

Secondo il PTA i corsi idrici superficiali significativi nella zona di intervento, risultano essere i seguenti:

- fiume Reno;
- canale Navile-Savena;

La zona oggetto di intervento non ricade in un'area di ricarica delle acque sotterranee e pertanto non verranno previsti fossi rivestiti per la tutela dei corpi idrici sotterranei. Di seguito si riporta le tratte in cui è previsto il sistema chiuso:

- dalla progressiva 15+145 alla progressiva 16+071;
- dalla progressiva 23+506 alla progressiva 25+210;

In tutte le altre zone del tracciato il sistema di drenaggio è previsto di tipo aperto.

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.

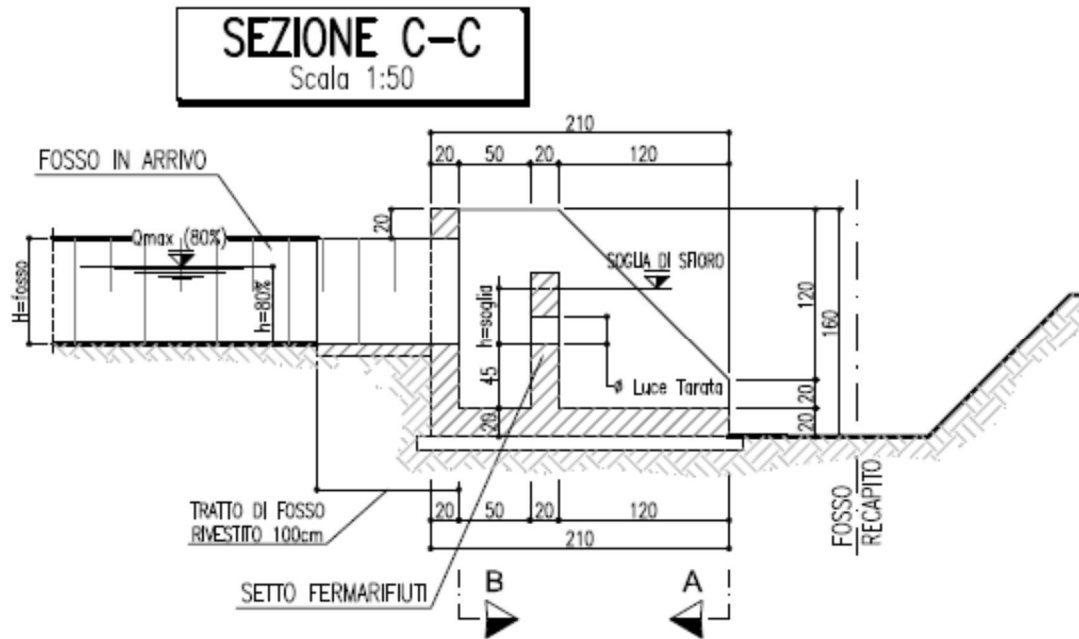


Figura: Manufatto per il controllo quantitativo

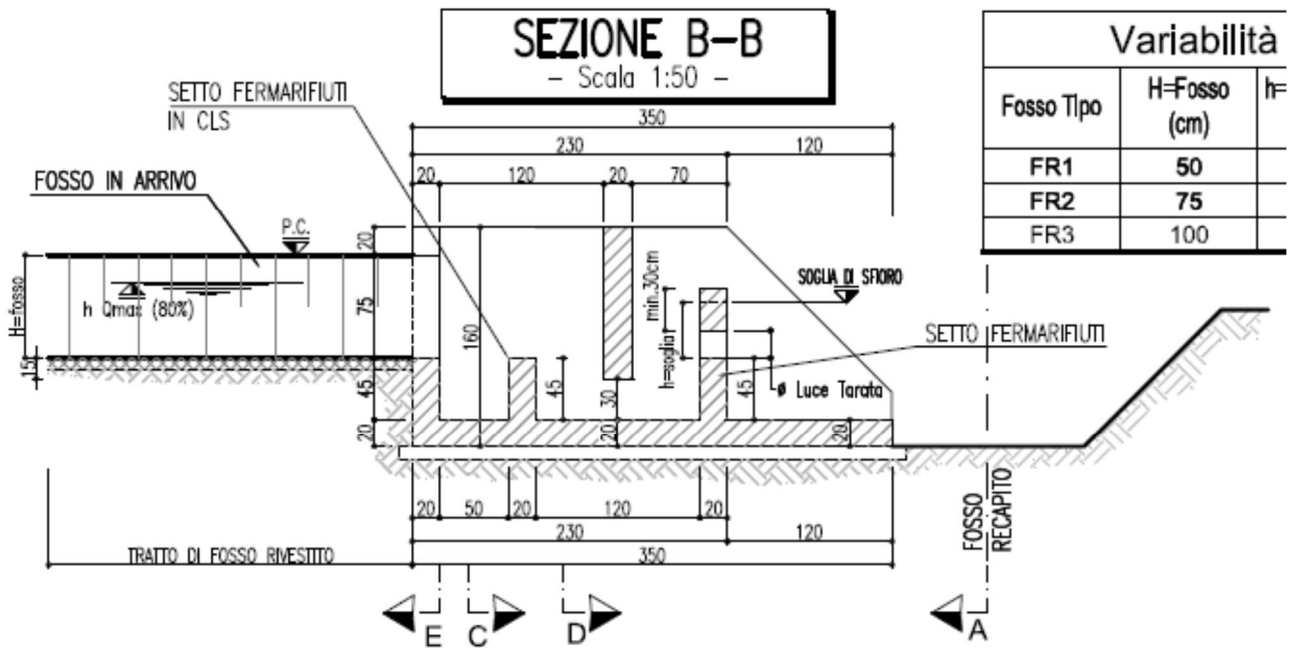


Figura: Manufatto per il controllo quali . quantitativo

10 INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'autostrada A13 Bologna - Padova è stata realizzata negli anni '60 - '70 e serve i territori attraversati garantendone lo sviluppo sia industriale che turistico e definendo un collegamento funzionale tra il Nord-Est ed il nodo di Bologna.

10.1 Aspetti geometrici dell'infrastruttura esistente

Il tratto in progetto ha inizio in corrispondenza dell'attuale interconnessione tra le autostrade A14 ed A13. L'inizio dell'intervento è previsto in corrispondenza dell'attuale chiusura / apertura delle corsie specializzate di immissione / diversione per e da la tangenziale di Bologna (km 1+070).

Il tracciato esistente è caratterizzato da lunghi rettili e curve di ampio raggio.

Il raggio planimetrico minimo è pari a 1080m (tale curva è localizzata al termine dell'intervento km 32+492).

I primi 10 km del tracciato esistente si sviluppano di fatto in rettilo (è presente una curva di raggio pari a 100.000m non percepibile come tale). In questo primo tratto sono presenti alla progressiva 1+217 una opera maggiore il sottovia (L=15.00m) di via Aposazza ed al km 7+950 l'esistente svincolo di Bologna Interporto.

Passato il canale Emiliano Romagnolo al km 11+292, l'autostrada piega verso est con una curva di raggio 2100 m, in corrispondenza dell'area di servizio Castel Bentivoglio al km 11+700.

Segue un ulteriore tratto rettilineo (da progr. 11+746 a progr. 14+278; L = 2531m).

L'autostrada quindi devia leggermente verso Est, con una curva di raggio R=6000 m, per poi dopo un rettilineo lungo circa 4 km (da progr. 14+593 a progr. 18+520), puntare con una curva di raggio 5000m verso Ovest, in direzione dello svincolo di Altedo (km 20+450). In questo tratto è presente l'opera sul canale Diversivo Navile (progr.13+053).

Dal km18+954 inizia un rettilo di circa 8660 m di lunghezza. Su questo elemento di tracciato si inseriscono i ponti sul canale Navile, sullo scolo Calcarata, sullo scolo Tombe, sullo scolo Riolo ed il ponte sul fiume Reno.

Quest'ultima opera è caratterizzata da 12 campate per una lunghezza complessiva di 390.10m.

La curva successiva di raggio 5000 m immette su un tratto costituito da un rettilo di 1.5 km, una curva di raggio 350000m ed un secondo rettilo di circa 2.8km dove si colloca l'ultima opera d'arte maggiore il Ponte sullo scolo Principale.

L'ultimo tratto è costituito da una curva di raggio pari a 1080m e dal rettilineo finale che porta allo svincolo di Ferrara sud dove il presente intervento termina, con le terze corsie che si smorzano nei rami di diversione / immissione dello svincolo medesimo.

Dal punto di vista dell'altimetria il tracciato parte dalla quota +36.05 al km 1+070 per arrivare alla quota di +10.38 nel punto fissato come termine dell'intervento (km 33+547), con una pendenza media pari a 0.08%.

In corrispondenza degli attraversamenti idraulici principali il profilo longitudinale si muove per permetterne localmente lo scavalco. La pendenza massima rilevata lungo il tratto è pari al 2.00%, il raccordo verticale concavo minimo è di 5000m, il raccordo verticale convesso minimo è pari a 7500m.

10.2 Sezione tipo esistente

L'autostrada è organizzata in due carreggiate separate da un margine interno da 2.20 m che alloggia le barriere di sicurezza tipo NJ in cls (vedi fig. 19). Ciascuna carreggiata è organizzata con due corsie larghe 3.75m, corsia di emergenza da 2.75m. La larghezza complessiva della piattaforma è di 22.70m. In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli da 80 cm, su cui sono alloggiate le barriere di sicurezza metalliche.

La pendenza trasversale in rettilo risulta variabile da 1.60 a 2.00%.

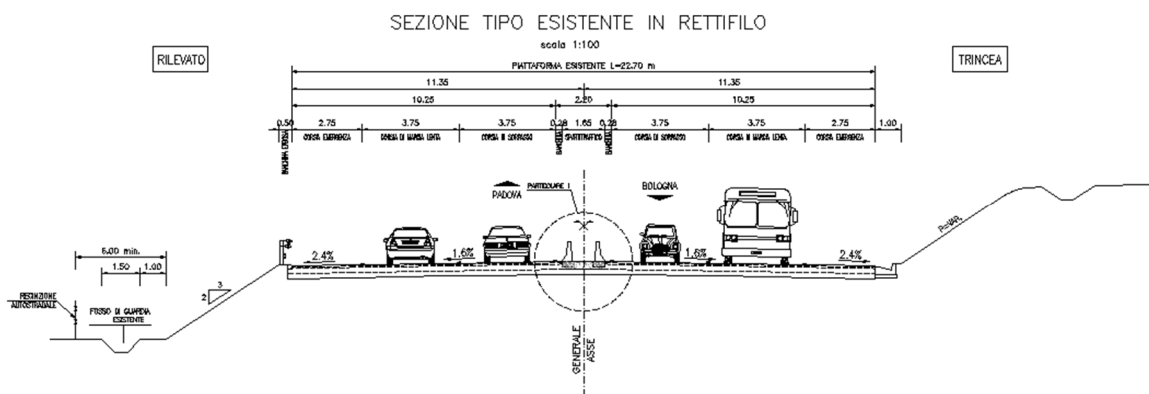


Figura 2 - Sezione tipo esistente in rilevato/trincea

La sezione degli impalcati in corrispondenza dei sottovia, ponti (di luce > 10 m) è generalmente coincidente a quella in rilevato.

10.3 Andamento plano-altimetrico attuale

Il tracciato dell'A13 nel tratto di intervento, di sviluppo complessivo pari a circa 32,5 km è stato ricostruito sulla base dei rilievi celerimetrici dei cigli autostradali esistenti e dei disegni di contabilità (as built) relativi ai lavori di primo impianto.

L'andamento planimetrico presenta lunghi rettili raccordati con curve generalmente di raggio elevato sprovviste di clotoidi di transizione.

In Tabella 1 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono la classe autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato (R = Rettilo, C =

Curva Circolare). In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa).

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	0.000	2'573.807	2573.807	R		
2	2'573.807	2'844.589	270.782	C	100000.00	DX
3	2'844.589	9'138.978	6294.389	R		
4	9'138.978	9'517.246	378.268	C	10250.00	SX
5	9'517.246	10'859.942	1342.696	R		
6	10'859.942	11'194.413	334.471	C	2100.00	DX
7	11'194.413	13'792.021	2597.608	R		
8	13'792.021	14'062.777	270.756	C	6000.00	DX
9	14'062.777	17'997.148	3934.371	R		
10	17'997.148	18'432.035	434.887	C	5000.00	SX
11	18'432.035	27'094.868	8662.833	R		
12	27'094.868	27'528.960	434.092	C	5000.00	SX
13	27'528.960	29'048.780	1519.820	R		
14	29'048.780	29'154.432	105.652	C	350000.00	DX
15	29'154.432	31'994.487	2840.055	R		
16	31'994.487	32'389.819	395.332	C	1080.00	SX
17	32'389.819	34'163.058	1773.239	R		

Tabella 1 - Riepilogo caratteristiche planimetriche

Con riferimento all'andamento altimetrico il tracciato risultata complessivamente pianeggiante.

Il profilo longitudinale risulta caratterizzato da variazioni di livelletta in corrispondenza di attraversamenti stradali ed idraulici che si realizzano prevalentemente attraverso una sequenza sacca . dosso . sacca.

10.3.1.1 Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001

Vengono di seguito riportati in forma tabellare i dati plano-altimetrici dell'asse autostradale esistente ed i risultati delle verifiche di rispondenza alla normativa di riferimento DM 05/11/2001 prot. N° 6792, condotte sul tratto oggetto del presente intervento, con l'indicazione degli elementi non rispondenti in riferimento ai parametri di seguito descritti.

Criteria di Verifica delle caratteristiche planimetriche

- (a) - Raggio minimo delle curve planimetriche
 - (b) - Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede
 - (c) - Compatibilità tra i raggi di due curve successive
 - (d) - Lunghezza massima dei rettili
 - (e) - Lunghezza minima dei rettili
 - (f1) - Congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio da tratti con $V_{p,max}$ a curve a $V_p < V_{p,max}$
 - (f2) - Congruenza del diagramma delle velocità nel passaggio fra due curve successive ($V_{p1} > V_{p2}$)
 - (g) - Lunghezza minima delle curve circolari
 - (h1) - Verifica del parametro A delle Clotoidi: Limitazione del contraccolpo
 - (h2) - Verifica del parametro A delle Clotoidi Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità
 - (h3) - Verifica del parametro A delle Clotoidi : Criterio Ottico
- Criteri di Verifica delle caratteristiche altimetriche
- (i) - Pendenze longitudinali massime
 - (j) - Raccordi verticali convessi
 - (k) - Raccordi verticali concavi

Come mostrato nella seguente tabelle, con riferimento alle caratteristiche planimetriche, il tracciato non presenta particolari criticità rispetto a quanto richiesto dalla normativa di riferimento da un punto di vista geometrico. Gli elementi di diversità sono rappresentati dalla assenza di curve a raggio variabile (raccordi clotoidici), dalla presenza di tre rettili che eccedono la lunghezza di 3080 metri, corrispondente al valore massimo suggerito dalla norma in ambito autostradale per la costruzione di nuove strade .

El e m	Progr In zio (m)	Progr Fi ne (m)	Lung h. (m)	Tipo Elem	Para metr o	V s ic	Vp	Lmin /max	Pmin /max	Veri fica	Note	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	0.000	2'573.807	2573.807	R				140.0				
2	2'573.807	2'844.589	270.782	C	100000.00	D X	- 2.10	140.0				
3	2'844.589	9'138.978	6294.389	R				140.0	3080.00	NO	(d)	
4	9'138.978	9'517.246	378.268	C	102500.00	S X	- 1.70	140.0				
5	9'517.246	10'859.942	1342.696	R				140.0				
6	10'859.942	11'194.413	334.471	C	2100.00	D X	2.10	119.8				(f1) [- 20.2 km/h]
7	11'194.413	13'792.021	2597.608	R				140.0				
8	13'792.021	14'062.777	270.756	C	6000.00	D X	- 2.30	106.7				(f1) [- 33.3 km/h]
9	14'062.777	17'997.148	3934.371	R				140.0	3080.00	NO	(d)	
10	17'997.148	18'432.035	434.887	C	5000.00	S X	- 2.10	98.5				(f1) [- 41.5 km/h]

11	18'432.0 35	27'094. 868	8662. 833	R				14 0. 0	3080. 00		NO	(d)
12	27'094.8 68	27'528. 960	434.0 92	C	5000. 00	S X	- 1. 80	98 .5				(f1) [- 41.5 km/h]
13	27'528.9 60	29'048. 780	1519. 820	R				14 0. 0				
14	29'048.7 80	29'154. 432	105.6 52	C	3500 00.00	D X	- 1. 90	14 0. 0				
15	29'154.4 32	31'994. 487	2840. 055	R				14 0. 0				
16	31'994.4 87	32'389. 819	395.3 32	C	1080. 00	S X	2. 30	12 0. 2			NO	(f1) [- 19.8 km/h]
17	32'389.8 19	34'163. 058	1773. 239	R				14 0. 0				

Tabella 2 - Asse esistente: verifiche planimetriche

Per quanto riguarda le velocità di percorrenza, come risulta dal diagramma delle velocità riportati in figura 2, il tracciato si pone in corrispondenza dell'intervallo di velocità di progetto per strade di categoria A (90 . 140 km/h).

Il tracciato presenta attualmente una serie di salti di velocità da V_p max a curve di velocità inferiore. L'andamento del diagramma delle velocità relativo all'infrastruttura esistente risulta quindi non congruente con quanto previsto dalla normativa di riferimento in quanto la variazione di velocità in corrispondenza delle curve circolari, è generalmente superiore al valore massimo previsto, pari a 10 km/h. Tale incongruenza è essenzialmente legata alle pendenze trasversali attualmente inferiori a quanto indicato nella normativa di riferimento; per effetto delle precitate pendenze trasversali esistenti sulle curve circolari si origina il diagramma di velocità di seguito riportato.

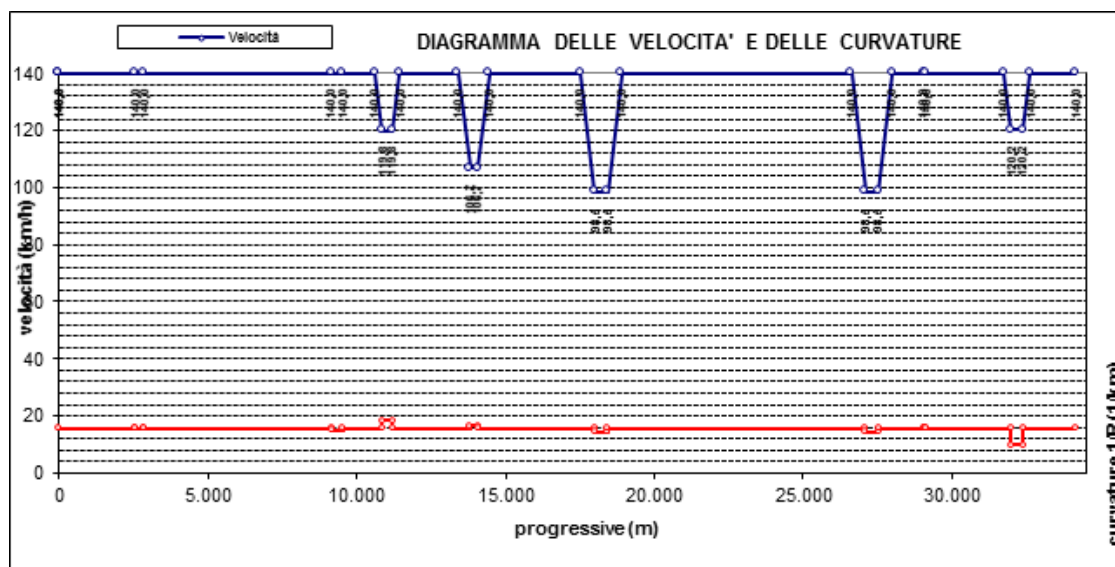


Figura 3 - Asse esistente: diagramma delle velocità

Con riferimento all'andamento altimetrico del tracciato esistente, la pendenza massima delle livellette risulta prossima al 2%, sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa, che richiede per strade di tipo A . Autostrade extraurbane di non superare la pendenza del 5%. Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati della verifica dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto, effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata.

In colonna (2) è riportato il tipo di raccordo altimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- S = Raccordo verticale convesso (Sacca)
- D = Raccordo verticale concavo (Dosso)

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 120 km/h ed in colonna (13) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

58	D/	Pr.Ver						i						Rv,mi	VERIFI	Vam
1	S	t	da	a	L	i1	i2		Rv	Vp	D	h1	h2	n	CA	m
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(1)	(1)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	S	1'098	1'076	1'119	43.10	- 0.3 1	- 0.0 2	0.2 9	1500 0	120. 0	176. 2	0.5	1	-		
2	D	1'213	1'185	1'241	56.35	- 0.0 2	- 0.4 3	0.4 2	1355 0	120. 0	176. 4	1.1	0.1	-		
3	S	1'546	1'536	1'557	20.30	- 0.4 3	- 0.2 3	0.2 0	1000 0	120. 0	176. 7	0.5	1	-		
4	D	2'235	2'231	2'239	8.75	- 0.2 3	- 0.2 8	0.0 4	2000 0	120. 0	176. 5	1.1	0.1	-		
5	S	3'720	3'714	3'726	12.18	- 0.2 8	- 0.1 5	0.1 2	1000 0	120. 0	176. 4	0.5	1	-		
6	S	6'143	6'138	6'149	10.94	- 0.1 5	- 0.1 0	0.0 5	2000 0	120. 0	176. 1	0.5	1	-		
7	D	8'792	8'783	8'800	17.12	- 0.1 0	- 0.2 1	0.1 1	1500 0	120. 0	176. 2	1.1	0.1	-		
8	S	10'755	10'654	10'856	201.84	- 0.2 1	- 0.4 5	0.6 7	3025 0	120. 0	175. 5	0.5	1	4322		
9	D	11'237	11'130	11'345	215.00	- 0.4 5	- 0.7 2	1.1 7	1830 0	120. 0	176. 2	1.1	0.1	8327		
10	S	11'715	11'533	11'898	365.08	- 0.7 2	- 0.1 8	0.5 4	6700 0	120. 0	177. 0	0.5	1	4365		
11	S	12'640	12'55	12'72	176.8	- 1.5	- 1.7		1000	120.	173.	0.5	1	4278		

			2	9	0	0.1	9	7	0	0	9						
						8											
12	D	13'057	12'81 0	13'30 4	493.7 1	1.5 9	1.7 0	3.2 9	1500 0	120. 0	175. 9	1.1	0.1	8307			
13	S	13'521	13'45 2	13'59 0	138.1 9	1.7 0	0.0 3	1.7 3	8000	120. 0	178. 1	0.5	1	-			
14	D	14'117	14'06 2	14'17 3	110.3 4	0.0 3	0.1 9	0.2 2	5000 0	115. 9	166. 1	1.1	0.1	-			
15	S	15'298	15'28 7	15'31 0	22.56	0.1 9	0.0 4	0.1 5	1500 0	120. 0	176. 1	0.5	1	-			
16	S	17'999	17'96 9	18'03 0	60.85	0.0 4	0.3 6	0.4 1	1500 0	101. 0	132. 2	0.5	1	-			
17	D	18'524	18'47 9	18'57 0	91.24	0.3 6	0.2 4	0.6 1	1500 0	110. 4	153. 0	1.1	0.1	-			
18	S	19'652	19'64 0	19'66 4	24.57	0.2 4	0.0 0	0.2 5	1000 0	120. 0	176. 1	0.5	1	-			
19	S	21'049	20'94 7	21'15 1	203.8 6	0.0 0	2.0 4	2.0 4	1000 0	120. 0	173. 1	0.5	1	4255			
20	D	21'485	21'21 6	21'75 3	536.8 7	2.0 4	1.5 4	3.5 8	1500 0	120. 0	175. 1	1.1	0.1	8230			
21	S	21'887	21'85 2	21'92 2	69.95	1.5 4	0.1 4	1.4 0	5000	120. 0	178. 1	0.5	1	-			
22	S	23'543	23'49 0	23'59 6	106.0 1	0.1 4	0.5 7	0.7 1	1500 0	120. 0	175. 2	0.5	1	-			
23	D	24'039	23'90 2	24'17 5	273.2 3	0.5 7	- 1.2	1.8 2	1500 0	120. 0	176. 7	1.1	0.1	8381			

							6										
24	S	24'326	24'27 0	24'38 3	112.5 9	1.2 6	0.1 5	1.4 1	8000	120. 0	177. 3	0.5	1	-			
25	S	24'601	24'53 6	24'66 6	130.2 6	0.1 5	1.0 2	0.8 7	1500 0	120. 0	174. 2	0.5	1	-			
26	D	25'193	25'09 5	25'29 2	196.7 5	1.0 2	0.9 5	1.9 7	1000 0	120. 0	175. 7	1.1	0.1	8284			
27	S	25'696	25'57 4	25'81 8	244.1 5	0.9 5	2.1 0	3.0 5	8000	120. 0	174. 3	0.5	1	4288			
28	D	26'414	26'25 6	26'57 2	316.5 7	2.1 0	2.1 2	4.2 2	7500	120. 0	175. 8	1.1	0.1	8294	NO	114.9	
29	S	27'174	27'07 3	27'27 4	201.3 8	2.1 2	0.1 0	2.0 1	1000 0	100. 4	133. 1	0.5	1	3138			
30	S	29'600	29'59 4	29'60 6	11.94	0.1 0	0.0 2	0.1 2	1000 0	120. 0	175. 9	0.5	1	-			
31	S	30'932	30'91 8	30'94 6	27.46	0.0 2	0.1 5	0.1 4	2000 0	120. 0	175. 6	0.5	1	-			
32	D	32'950	32'92 2	32'97 8	55.70	0.1 5	0.1 2	0.2 8	2000 0	120. 0	175. 8	1.1	0.1	-			
33	S	33'804	33'69 7	33'91 1	214.1 2	0.1 2	2.0 2	2.1 4	1000 0	120. 0	173. 3	0.5	1	4261			
34	D	34'399	34'10 6	34'69 2	586.4 9	2.0 2	2.0 0	4.0 2	1460 0	120. 0	175. 8	1.1	0.1	8291			
35	S	34'875	34'77 6	34'97 5	198.8 1	2.0 0	0.0 1	1.9 9	1000 0	120. 0	178. 6	0.5	1	4408			

Tabella 3 - Asse esistente: verifiche altimetriche

Come si evince dalla tabella 3, i raccordi verticali sono generalmente verificati, un solo raccordo verticale (elemento n°28) risulta di raggio non adeguato, ma la velocità ammissibile dell'elemento risulta comunque superiore a 110 km/h.

11 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

11.1 Inquadramento normativo e criteri progettuali

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.

In questa prospettiva, le scelte progettuali sono state ponderate sulla base di condizioni specifiche, quali il livello di urbanizzazione circostante, la sussistenza di problematiche geotecniche e strutturali, le eventuali ripercussioni di una modifica puntuale su porzioni estese di tracciato, l'esistenza di opere già predisposte o comunque compatibili con l'intervento di ampliamento.

In linea generale l'intervento ai sensi del già citato DM del 2004 è improntato al miglioramento della sicurezza stradale e le soluzioni adottate sono tali da garantire caratteristiche geometriche in linea con i moderni standard progettuali e comunque velocità di progetto mai inferiori a 100 km/h.

In sintesi, nel progetto di ampliamento ed ammodernamento alla 3ª corsia del tratto in progetto, per definire le modalità di allargamento della sede esistente, sono stati adottati quindi i seguenti criteri:

1. minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla 3ª corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;
3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

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 cogenza 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. Con riferimento a queste ultime, il progetto ha previsto, la verifica funzionale dell'intera zona di immissione+ seguendo il metodo indicato dall'Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al presente progetto.

Per una più completa descrizione dei criteri progettuali utilizzati per l'adeguamento delle intersezioni esistenti si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nel proseguo della presente relazione e al documento STD0050.

11.2 Asse autostradale

Nella tratta interessata dall'intervento, l'autostrada si sviluppa in direzione SO-NE in direzione della costa adriatica. L'andamento planimetrico è caratterizzato da tratti prevalentemente in rilevato di altezze contenute con lunghi rettili e curve di ampio raggio.

La morfologia risulta particolarmente ricca - 8 delle 9 opere d'arte maggiori sono ponti su attraversamenti idraulici - e vincola il profilo longitudinale dell'infrastruttura.

L'intervento prevede generalmente un ampliamento della piattaforma in sede e simmetrico solo in due tratti è stato fatto ricorso ad un ampliamento di tipo asimmetrico per ridurre l'impatto della nuova infrastruttura sul territorio.

Il primo tratto di asimmetrico (lato della carr.ta nord) è localizzato a partire dal sottovia Aposazza fino allo svincolo di Bologna Interporto (dal km 1+720 al km 6+829) evitando ampliamenti in corrispondenza della zona industriale di Castel Maggiore prospiciente l'attuale confine autostradale lato carr.ta sud.

Il secondo tratto si sviluppa in carreggiata nord (da km 14+545 al km 18+354) in corrispondenza di un ambito naturale appartenente alla rete Natura 2000 (Sito di Interesse Comunitario (SIC) e anche zona di

protezione speciale (ZPS), Biotopi e Ripristini ambientali di Bentivoglio, San Pietro in Casale, Malalbergo e Baricella+(IT4050024)) che confina con la attuale sede autostradale lato carreggiata sud. La tabella che segue discretizza il tracciato in funzione della tipologia di ampliamento.

Progr. inizio intervento	Prog. fine intervento	Tipologia intervento
1+070.00	1+249.84	Ampliamento simmetrico
1+249.84	1+720.43	Tratto di transizione
1+720.43	6+829.48	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est
6+829.48	7+300.06	Tratto di transizione
7+300.06	14+108.21	Ampliamento simmetrico
14+108.21	14+545.51	Tratto di transizione
14+545.51	18+354.18	Ampliamento asimmetrico lato carr. Nord, ovvero verso Est
18+354.18	18+989.28	Tratto di transizione
18+989.28	33+547.00	Ampliamento simmetrico

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente nei tratti di rettilineo. La pendenza trasversale della piattaforma, nei tratti in curva, è stata adeguata secondo quanto indicato dalla normativa con pendenza massima pari al 7%, nei tratti in rettilineo l'adeguamento al 2.5% avviene solo sul tratto di piattaforma ampliata, mantenendo l'attuale 1.60÷2.00% sulla porzione di piattaforma esistente; per una migliore comprensione di quanto sopra riportato si rimanda agli elaborati di sezioni tipologiche allegati al presente progetto.

11.2.1 Sezione tipo

L'intervento di ammodernamento dell'attuale infrastruttura prevede l'ampliamento alla terza corsia, adottando una sezione di progetto conforme a quanto previsto dal DM 05/11/2001 per la categoria A "autostrada extraurbana".

La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. Ciascuna prevede tre corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m. L'allargamento netto della sede stradale è pari, quindi, a 4.90m in caso di allargamento simmetrico e a circa 10.30 m in caso di ampliamento asimmetrico.

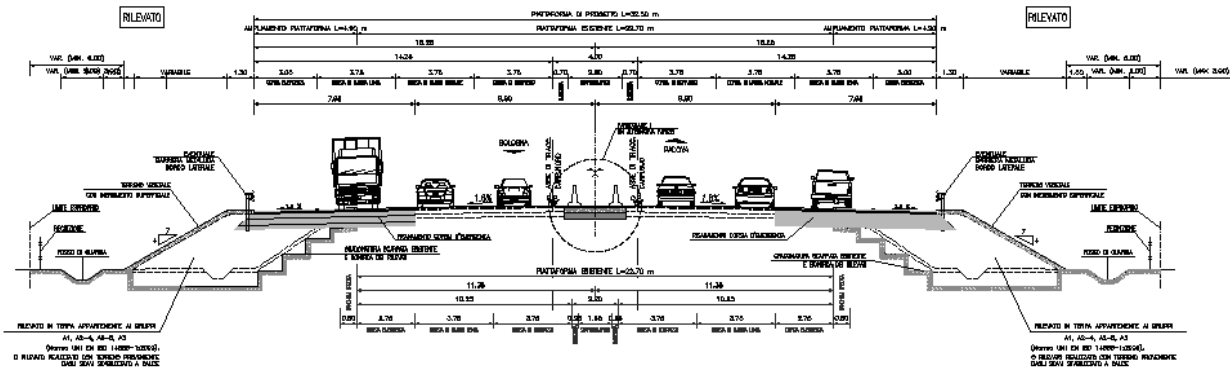


Figura 3 - Sezione tipo ampliamento III corsia

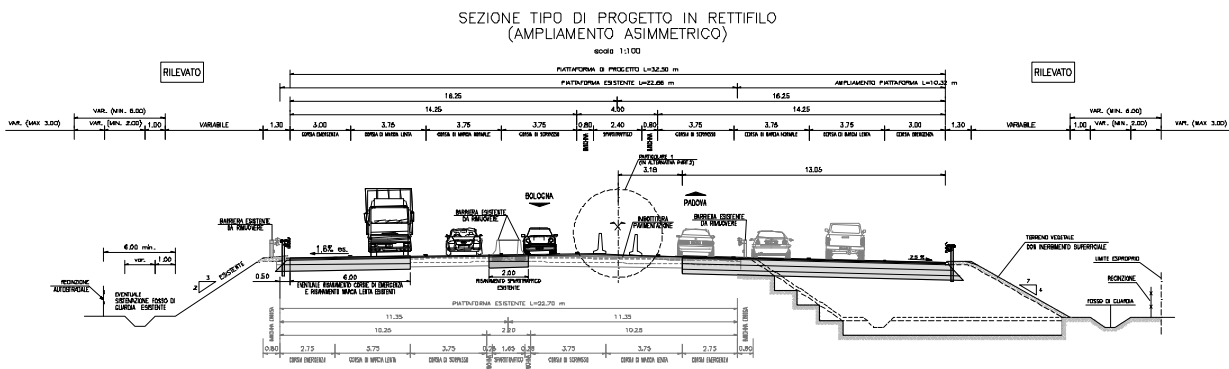


Figura 4 - Sezione tipo ampliamento III corsia

L'intervento in progetto prevede il rifacimento della pavimentazione sulla attuale corsia di emergenza. Nei tratti in rettilineo si mantiene la pendenza trasversale esistente, adeguando alla pendenza del 2.50% (prevista dalla normativa di riferimento) solo le zone in ampliamento. Nei tratti in curva la pendenza trasversale esistente viene adeguata a quanto prescritto dalla normativa di riferimento.

11.2.2 Andamento plano-altimetrico di progetto

Da un punto di vista planimetrico l'intervento ha previsto l'inserimento delle curve di raccordo a raggio variabile (clotoidi), non presenti nel tracciato esistente, e la modifica delle curve circolari di raggio inferiore al valore di 10250 m.

Il passaggio da un ampliamento di tipo simmetrico ad uno di tipo asimmetrico è stato realizzato attraverso l'inserimento di flessi caratterizzati da curve di raggio minimo da 10250 m

In tabella 8.3 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono la classe autostradale. 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), in colonna (8) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Elem (1)	ProarInizio (m) (2)	ProarFine (m) (3)	Lungh. (m) (4)	TipoElem (5)	Parametro (6)	Vs (7)	ic (8)	Vp (9)
1	0.000	1'249.839	1249.839	R				140.0
2	1'249.839	1'485.087	235.248	C	10250.00	DX	2.50	140.0
3	1'485.087	1'720.427	235.340	C	10254.00	SX	2.50	140.0
4	1'720.427	3'094.000	1373.574	R				140.0
5	3'094.000	3'363.563	269.563	C	99992.60	DX	2.50	140.0
6	3'363.563	6'829.475	3465.912	R				140.0
7	6'829.475	7'064.815	235.340	C	10254.00	SX	2.50	140.0
8	7'064.815	7'300.063	235.248	C	10250.00	DX	2.50	140.0
9	7'300.063	9'576.124	2276.061	R				140.0
10	9'576.124	9'740.985	164.862	AT	1300.19			140.0
11	9'740.985	9'954.539	213.554	C	10254.00	SX	2.50	140.0
12	9'954.539	10'119.401	164.862	AT	1300.19			140.0
13	10'119.401	11'261.437	1142.037	R				140.0
14	11'261.437	11'497.665	236.228	AT	703.99			140.0
15	11'497.665	11'595.590	97.924	C	2098.00	DX	4.26	140.0
16	11'595.590	11'831.818	236.228	AT	703.99			140.0
17	11'831.818	14'347.618	2515.799	R				140.0
18	14'347.618	14'514.257	166.639	AT	999.75			140.0
19	14'514.257	14'618.284	104.027	C	5998.00	DX	2.50	140.0
20	14'618.284	14'784.923	166.639	AT	999.75			140.0
21	14'784.923	18'478.282	3693.359	R				140.0

Elem (1)	ProarInizio (m) (2)	ProarFine (m) (3)	Lungh. (m) (4)	TipoElem (5)	Parametro (6)	Vs (7)	ic (8)	Vp (9)
22	18'478.282	18'678.322	200.040	AT	1000.30			140.0
23	18'678.322	18'913.343	235.021	C	5002.00	SX	2.50	140.0
24	18'913.343	19'113.383	200.040	AT	1000.30			140.0
25	19'113.383	27'513.986	8400.603	R				140.0
26	27'513.986	27'714.026	200.040	AT	1000.30			140.0
27	27'714.026	27'948.251	234.225	C	5002.00	SX	2.50	140.0
28	27'948.251	28'148.291	200.040	AT	1000.30			140.0
29	28'148.291	29'568.079	1419.787	R				140.0
30	29'568.079	29'673.730	105.651	C	349998.00	DX	2.50	140.0
31	29'673.730	32'397.599	2723.869	R				140.0
32	32'397.599	32'629.295	231.696	AT	500.69			140.0
33	32'629.295	32'793.663	164.368	C	1082.00	SX	6.50	140.0
34	32'793.663	33'025.359	231.696	AT	500.69			140.0
35	33'025.359	34'682.412	1657.053	R				140.0

Tabella 8-3 È Riepilogo caratteristiche planimetriche carreggiata nord

Flem	ProarInizio (m)	ProarFine (m)	Lungh. (m)	TipoFlem	Parametro	Vs	ic	Vn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	0.000	1'249.839	1249.839	R				140.0
2	1'249.839	1'485.179	235.340	C	10254.00	DX	2.50	140.0
3	1'485.179	1'720.427	235.248	C	10250.00	SX	2.50	140.0
4	1'720.427	3'094.000	1373.574	R				140.0
5	3'094.000	3'363.574	269.574	C	99996.60	DX	2.50	140.0
6	3'363.574	6'829.486	3465.912	R				140.0
7	6'829.486	7'064.734	235.248	C	10250.00	SX	2.50	140.0
8	7'064.734	7'300.074	235.340	C	10254.00	DX	2.50	140.0
9	7'300.074	9'576.150	2276.077	R				140.0
10	9'576.150	9'740.980	164.830	AT	1299.81			140.0
11	9'740.980	9'954.418	213.438	C	10250.00	SX	2.50	140.0
12	9'954.418	10'119.248	164.830	AT	1299.81			140.0
13	10'119.248	11'261.188	1141.940	R				140.0
14	11'261.188	11'497.641	236.453	AT	705.00			140.0
15	11'497.641	11'595.978	98.336	C	2102.00	DX	4.25	140.0
16	11'595.978	11'832.431	236.453	AT	705.00			140.0
17	11'832.431	14'348.090	2515.659	R				140.0
18	14'348.090	14'514.785	166.695	AT	1000.25			140.0
19	14'514.785	14'618.937	104.152	C	6002.00	DX	2.50	140.0
20	14'618.937	14'785.631	166.695	AT	1000.25			140.0
21	14'785.631	18'479.002	3693.371	R				140.0
22	18'479.002	18'678.963	199.960	AT	999.70			140.0
23	18'678.963	18'913.715	234.753	C	4998.00	SX	2.50	140.0
24	18'913.715	19'113.676	199.960	AT	999.70			140.0
25	19'113.676	27'514.359	8400.683	R				140.0
26	27'514.359	27'714.319	199.960	AT	999.70			140.0
27	27'714.319	27'948.277	233.958	C	4998.00	SX	2.50	140.0
28	27'948.277	28'148.237	199.960	AT	999.70			140.0
29	28'148.237	29'568.064	1419.827	R				140.0
30	29'568.064	29'673.717	105.653	C	350002.00	DX	2.50	140.0
31	29'673.717	32'397.800	2724.083	R				140.0
32	32'397.800	32'629.067	231.267	AT	499.31			140.0
33	32'629.067	32'792.400	163.333	C	1078.00	SX	6.52	140.0
34	32'792.400	33'023.667	231.267	AT	499.31			140.0
35	33'023.667	34'680.935	1657.268	R				140.0

Tabella 8-3 . Riepilogo caratteristiche planimetriche carreggiata sud

Come già anticipato, da un punto di vista altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente lungo i rettili, e l'adeguamento del profilo medesimo lungo le curve ove viene adeguata la pendenza trasversale. Per la descrizione delle caratteristiche geometriche si rimanda alla relazione specialistica STD 0050.

Per la descrizione delle caratteristiche geometriche si rimanda alla relazione specialistica STD 0050.

11.2.3 Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001

Il tracciato del 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 nel DM del 5.11.2001, prot. 6792.

L'adeguamento in sede si è dimostrato in grado di conferire al tracciato autostradale caratteristiche in linea con gli standard progettuali. Relativamente alle geometrie, dalle verifiche effettuate lungo il tracciato di progetto, gli scostamenti rispetto alla normativa di riferimento, dovuti alla conformazione dell'esistente, riguardano sostanzialmente aspetti minori di carattere ottico, quali il mancato rispetto dei

criteri di composizione geometrica per la lunghezze massime e minime dei rettili, lo sviluppo delle curve circolari inferiore ai minimi, ed il criterio ottico per alcune clotoidi che raccordano raggi per i quali il rispetto di tale criterio avrebbe comportato un impatto tecnico-economico eccessivo sul tracciato per effetto del ridotto angolo di deviazione tra i rettili.

Relativamente alle distanze di visibilità, è stato verificato che in linea generale queste sono superiori alle distanze di arresto calcolate a 120 km/h in condizioni di pavimentazione bagnata e comunque mai inferiori alle distanze di arresto calcolate per 100 km/h.

L'adeguamento delle pendenze trasversali ha consentito di rendere il diagramma delle velocità di progetto congruente ai valori previsti dalla norma di riferimento, eliminando i salti di velocità da V_p max a curve di velocità inferiore propri dell'infrastruttura esistente.

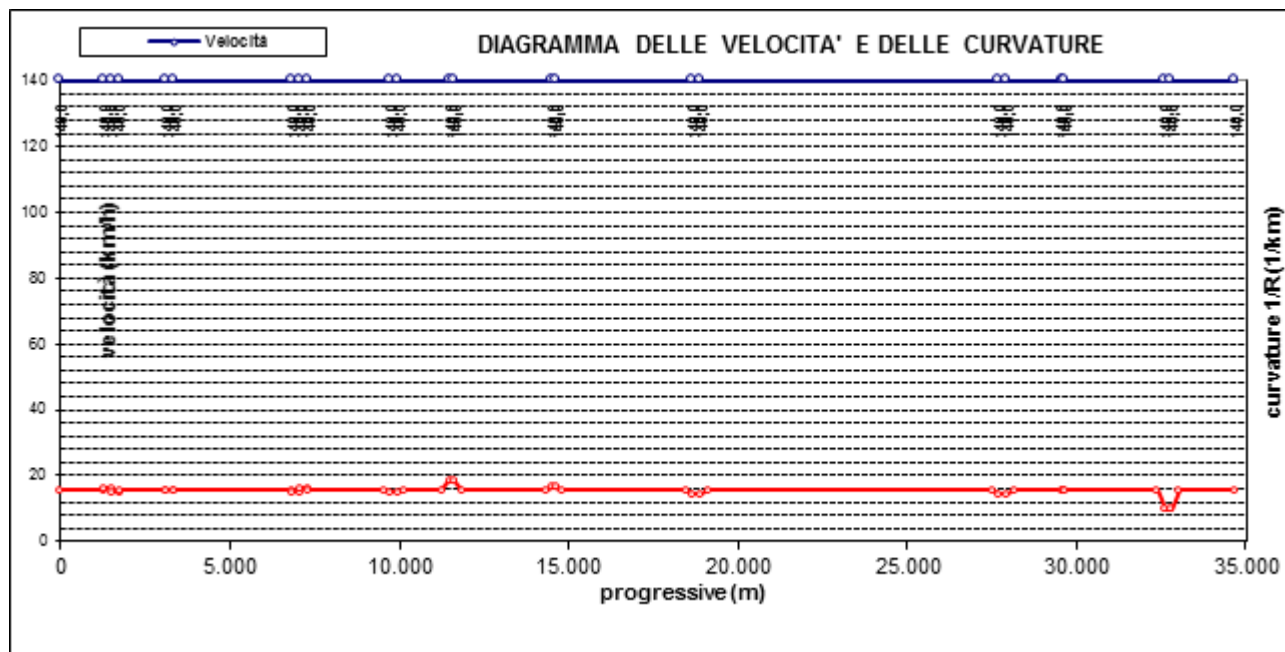


Figura 8-5 . Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata nord

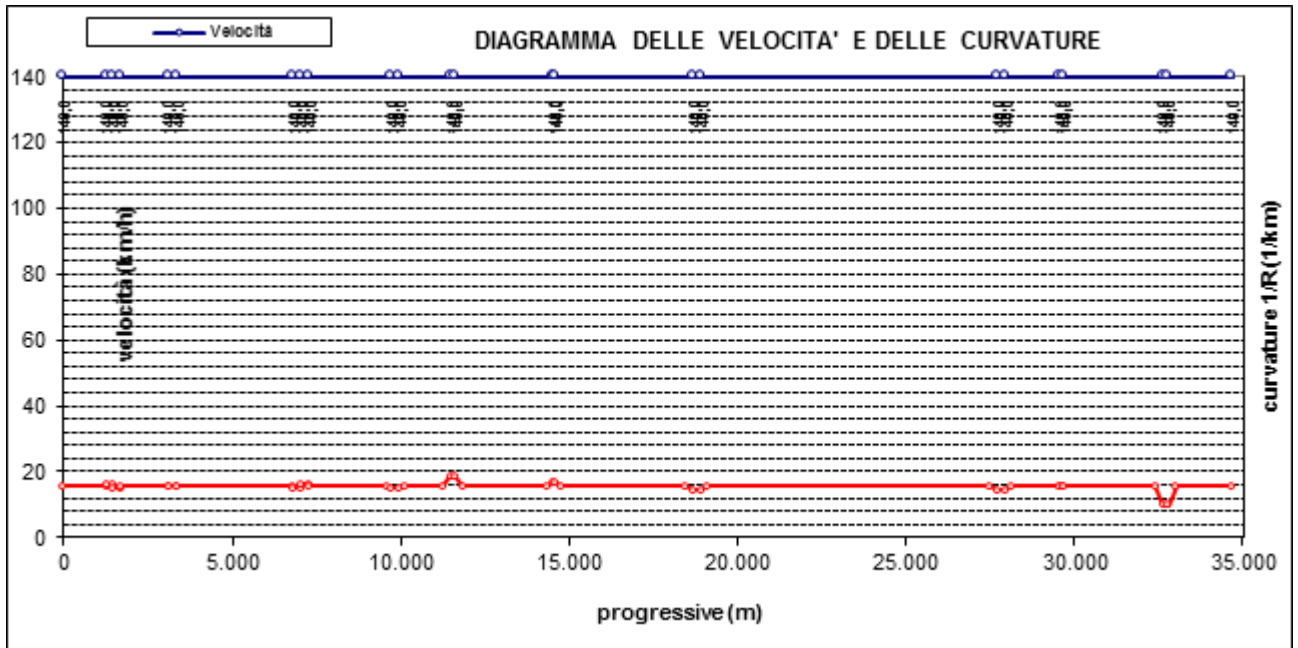


Figura 8-6 . Diagramma delle velocità e delle curvature carreggiata sud

Per maggiori dettagli riguardanti i criteri e i risultati della verifica di rispondenza a norma si rimanda all'elaborato STD0050.

11.2.4 Piazzole di sosta

Nell'intervento in oggetto, sui tratti in rilevato, sono state previste piazzole per la sosta di emergenza con un interasse di circa 1000 m su entrambe le carreggiate. Per la geometria si faccia riferimento agli elaborati tipologici.

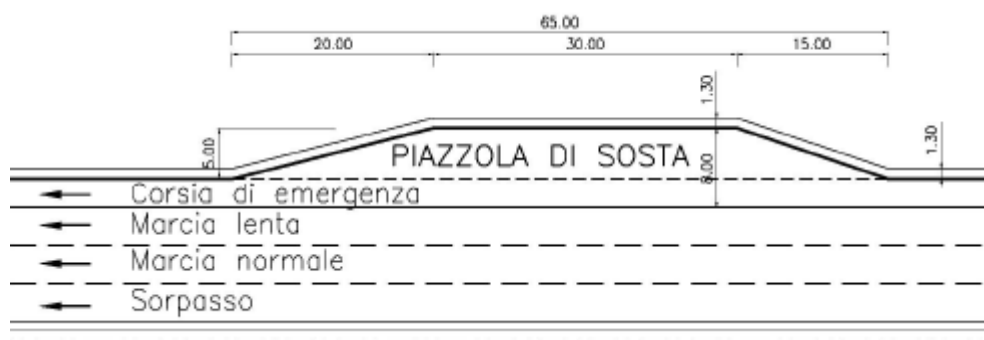


Figura 8-5: - Piazzole di sosta in rilevato/trincea

12 SVINCOLI ED AREE DI SERVIZIO

Nell'ambito dell'intervento, è prevista la realizzazione del nuovo svincolo di Castel Maggiore, l'adeguamento degli svincoli esistenti di Bologna Interporto, Altedo, e dell'Area di Servizio Castel Bentivoglio.

Il progetto di ampliamento a tre corsie della A13 prevede l'adeguamento geometrico delle rampe e delle corsie specializzate di immissione e diversione per gli svincoli e per l'area di servizio esistenti, resosi necessario in relazione alla mutata larghezza della piattaforma autostradale, a standard progettuali più moderni, in grado di offrire migliori condizioni di deflusso e sicurezza.

12.1 Nuovo Svincolo di Castel Maggiore

Le opere di progetto si sviluppano all'interno del territorio comunale di Castel Maggiore, in provincia di Bologna e più precisamente alla progressiva km. 3+000 dell'autostrada A13 Bologna - Padova nella tratta compresa fra l'interconnessione di Bologna Arcoveggio e lo svincolo di Ferrara Sud.

Per maggiore chiarezza si riporta di seguito la planimetria di progetto.

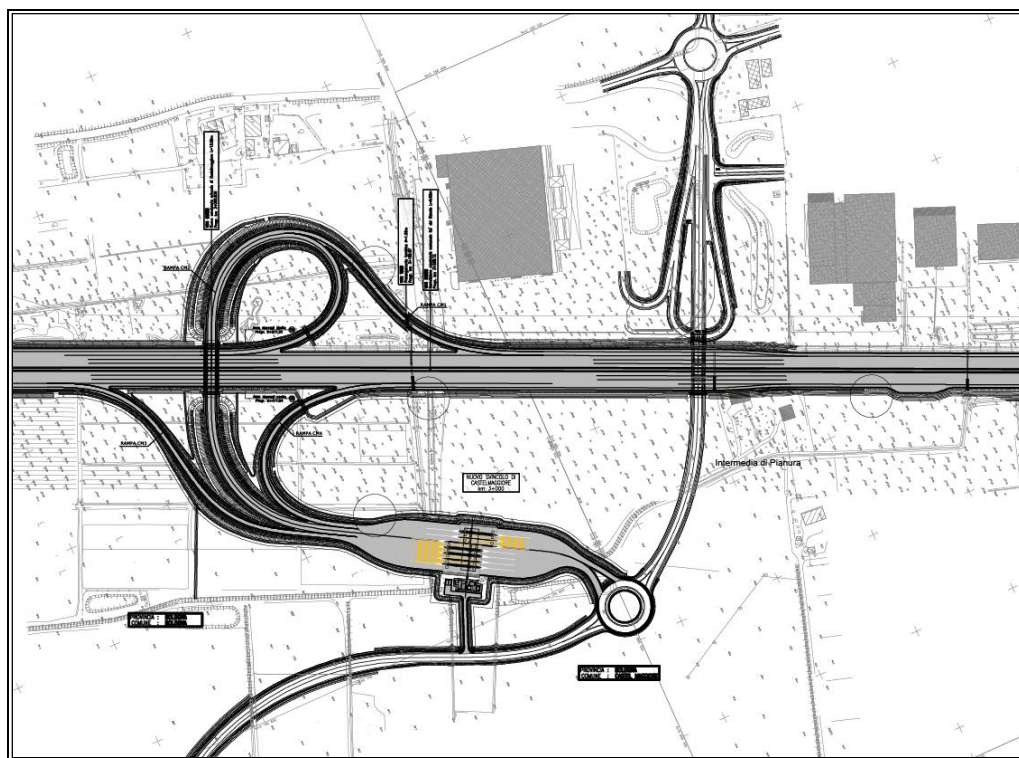


Figura 3-1 Planimetria di progetto

La soluzione progettuale in esame riguarda la realizzazione di un nuovo svincolo autostradale e relativa barriera di esazione, di connessione alla nuova area di servizio di Pianura nell'ambito del progetto di ampliamento alla terza corsia della A13, per mezzo di un'intersezione a rotatoria.

Gli interventi previsti nel progetto comprendono:

- Realizzazione alla progressiva 3+000 dell'autostrada A13 Bologna - Padova del nuovo svincolo autostradale di Castel Maggiore.
- Realizzazione della nuova stazione di esazione di Castel Maggiore.

Le sezioni tipo adottate per le rampe di svincolo prevedono, per le rampe monodirezionali, un pavimentato complessivo da 6.00m suddiviso in una corsia di marcia di 4.00m, banchina in sinistra da 1.00m ed in destra da 1.50m; la rampa bidirezionale presenta un pavimentato da 10.50 m suddiviso in due corsie da 3.75 m e banchine laterali da 1.50 m.

La dimensione delle banchine è stata localmente incrementata per garantire le corrette distanze di visuale libera. Tutti i rilevati sono realizzati con un arginello erboso di larghezza pari a 1.30m, la pendenza delle scarpate in rilevato è pari a 4/7.

Per altezze dal piano campagna superiori ai 5.00 m, è stata prevista l'adozione di una banca da 2.00 m.

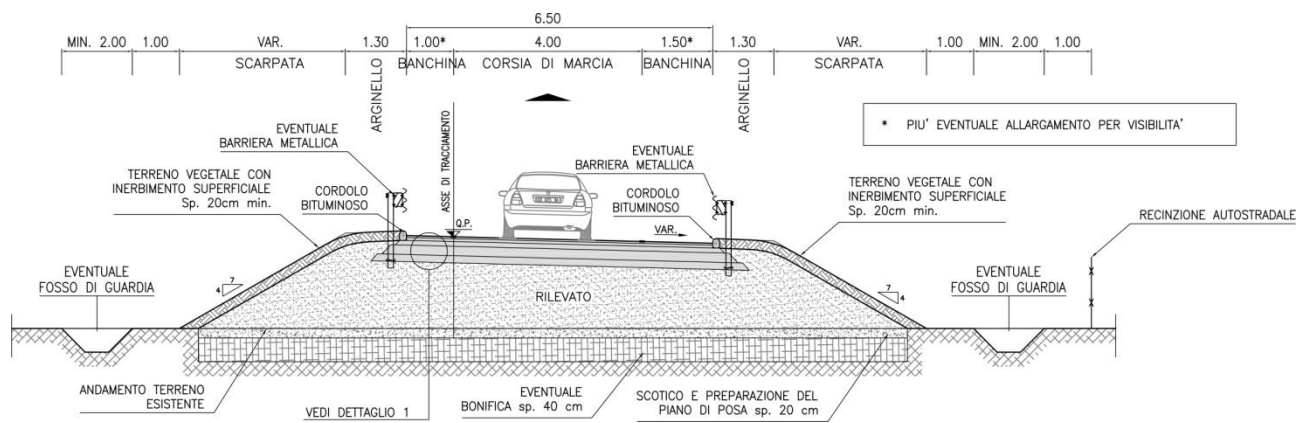
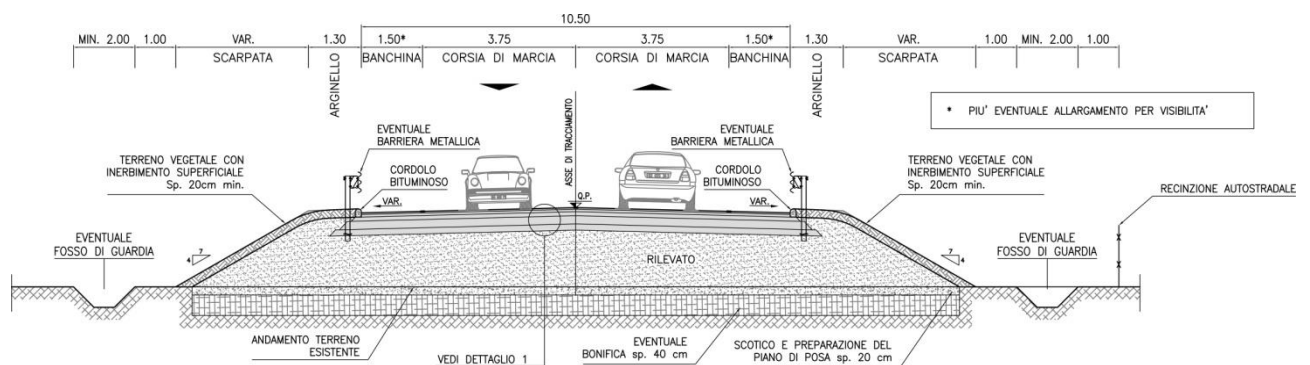


Figura 3-4 È Sezione tipo È Rampa di svincolo monodirezionale



• Figura 3-5 È Sezione tipo È Rampa di svincolo bidirezionale

Piazzale di esazione

Il piazzale di esazione del Nuovo svincolo di Castel Maggiore si sviluppa su una superficie di circa 10.000 mq. In esso è contenuto un unico fabbricato nel quale sono presenti gli impianti necessari all'esercizio dello Svincolo.

In particolare le opere relative alla realizzazione del nuovo piazzale di stazione prevedono i seguenti interventi:

- realizzazione di isole e corsie sul nuovo piazzale;
- realizzazione della pensilina di stazione;
- realizzazione del fabbricato di stazione, impianti e cabina elettrica;
- realizzazione di tutti i cavidotti e reti di servizio necessari per l'esercizio della stazione;
- realizzazione degli impianti complementari quali illuminazione, sicurezza e segnaletica.

Area di esazione

L'intervento previsto riguarda la realizzazione di un nuovo piazzale di esazione che in asse stazione avrà una larghezza di 46,35 m.

La configurazione delle piste sarà così formata:

- lato uscite: una PS, quattro UT
- lato entrate: una PS, due ET

come di seguito riportato:

[x], PS, UT, UT, UT, UT, ET, ET, PS

dove:

[x] Fabbricato di stazione e impianti

PS Pista speciale

UT Uscita TELEPASS

ET Entrata TELEPASS

Il tracciato è stato studiato assegnando un adeguato tratto rettilineo in prosecuzione delle piste di pedaggio e raccordandosi quindi al nuovo svincolo con ampio raggio di curvatura. Lo sviluppo dell'intero intervento è frutto dell'ottimizzazione di opposte necessità: da un lato quelle di facilità e comodità di approccio ed allontanamento dall'area di esazione, dall'altro quello di limitare il costo dell'intervento.

La nuova pavimentazione per tutta la superficie carrabile sarà del tipo flessibile di spessore complessivo di 65 cm, costituita di 20 cm di misto granulare stabilizzato, 20 cm di misto cementato, 15 cm di base in conglomerato bituminoso, 5 cm in strato di collegamento (binder) e infine 5 cm di strato di usura, sempre in conglomerato bituminoso. Tutte le pavimentazioni saranno del tipo Hard.

In corrispondenza delle corsie del piazzale di esazione la pavimentazione è in cls classe C28/35 spessore 32 cm, con rete elettrosaldata Ø8/10x10 (ad alto limite di elasticità), separata dagli strati sottostanti da misto granulare e misto cementato, da uno strato in cartonfeltro bitumato. Il pacchetto di pavimentazione è ultimato con uno strato di malta premiscelata fibrorinforzata con fibre metalliche rigide ed a rapido indurimento colabile.

Le opere di sicurezza autostradale sono costituite essenzialmente da barriere metalliche e relativi accessori necessari per il funzionamento della nuova stazione.

Il nuovo piazzale di esazione sarà formato da sei varchi dalla larghezza di 3,10 m, due varchi per pista speciale di 6,00 m e sette isole di larghezza pari a 2,25 m.

Infine saranno realizzati due marciapiedi, uno sul lato uscite di larghezza pari a 2,25 m ed uno sul lato entrate di larghezza pari a 2,25 m.

Le opere di sicurezza autostradale sono costituite da barriere metalliche di classe H2, H3 e H4 sulle rampe e di classe N2 sul piazzale di stazione e recinzione lungo tutto lo svincolo di altezza pari a 2.00 m.

Lungo tutto il perimetro esterno delle isole ed i lati interni dei marciapiedi laterali del piazzale saranno posizionati parapetti metallici tubolari quali opere di protezione e salvaguardia per il personale impiegato presso la stazione (adeguamento D.lgs. 626/94).

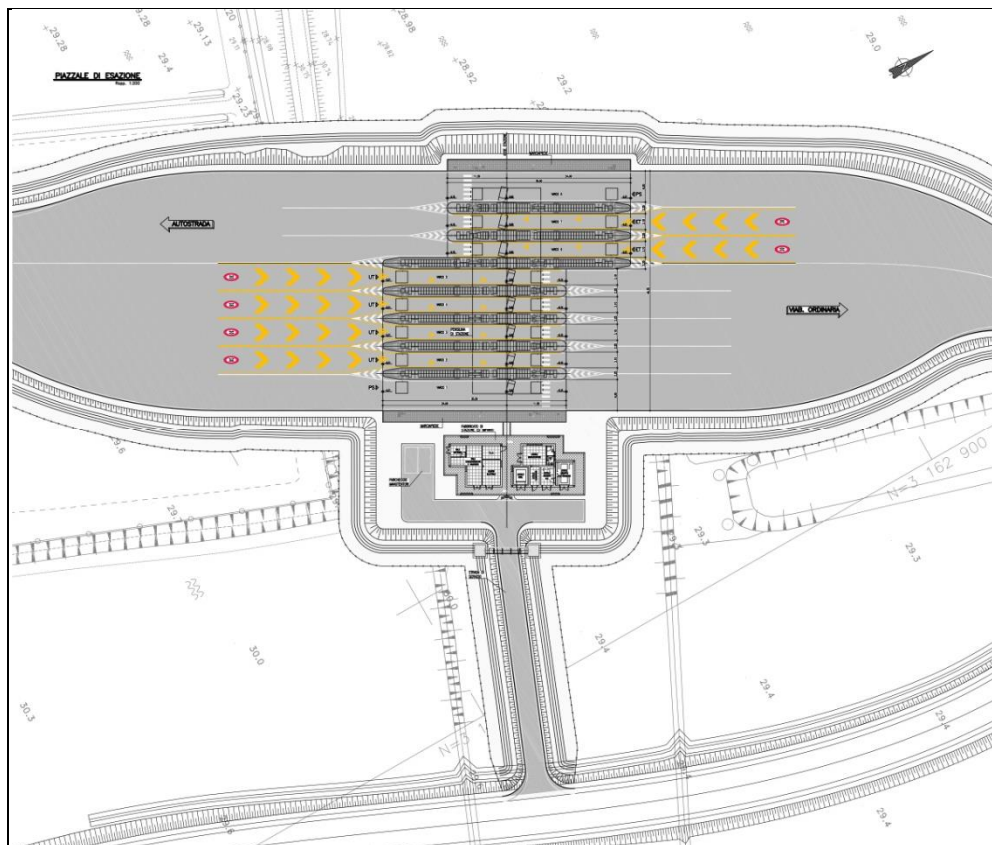


Figura 6-1 È Piazzale di esazione

Fabbricato di stazione e impianti

Il fabbricato di stazione ed impianti verrà ubicato sul lato uscite ed è composto da un unico corpo di fabbrica al cui interno sono presenti due moduli. Il modulo manutentori ed il modulo impianti. Dal punto di vista strutturale i due moduli costituiscono un'unica entità.

Il fabbricato ha forma rettangolare con dimensioni massime di ingombro in pianta di 11.60 m x 24.60 m. All'interno sono stati ricavati i locali necessari al fabbisogno del funzionamento della stazione.

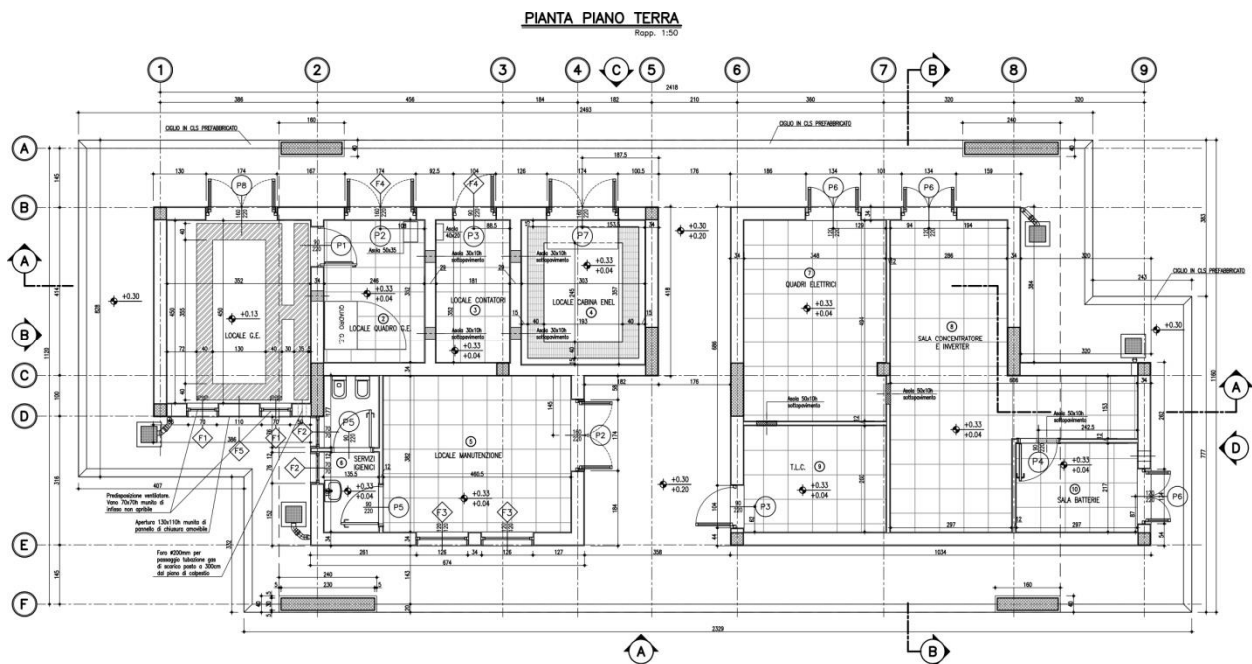
Il modulo manutentori ha una superficie di circa 83 mq complessivi ed è costituito da un locale manutentori e dai servizi igienici per il personale; inoltre all'interno dello stesso modulo si trova anche un'area di circa 54 mq destinata alla cabina elettrica con ingresso indipendente.

Il modulo impianti si compone di una serie di ambienti contigui, tutti con accesso diretto dall'esterno, quali: locale quadri elettrici, locale concentratore e inverter, locale batterie e locale TLC Autostrade per una superficie complessiva di 74 mq.

La superficie destinata alla cabina elettrica è suddivisa in 4 locali in cui trovano posto il locale ENEL, il locale contatori, il locale quadro G.E. il locale gruppo elettrogeno.

La serie di ambienti contigui, hanno tutti necessariamente accesso diretto dall'esterno.

A completamento del fabbricato vi è un portico posto in posizione centrale con la duplice funzione di permettere il transito dei manutentori dalla parte anteriore a quella posteriore del fabbricato e viceversa e di creare una zona coperta e protetta tra i due moduli.



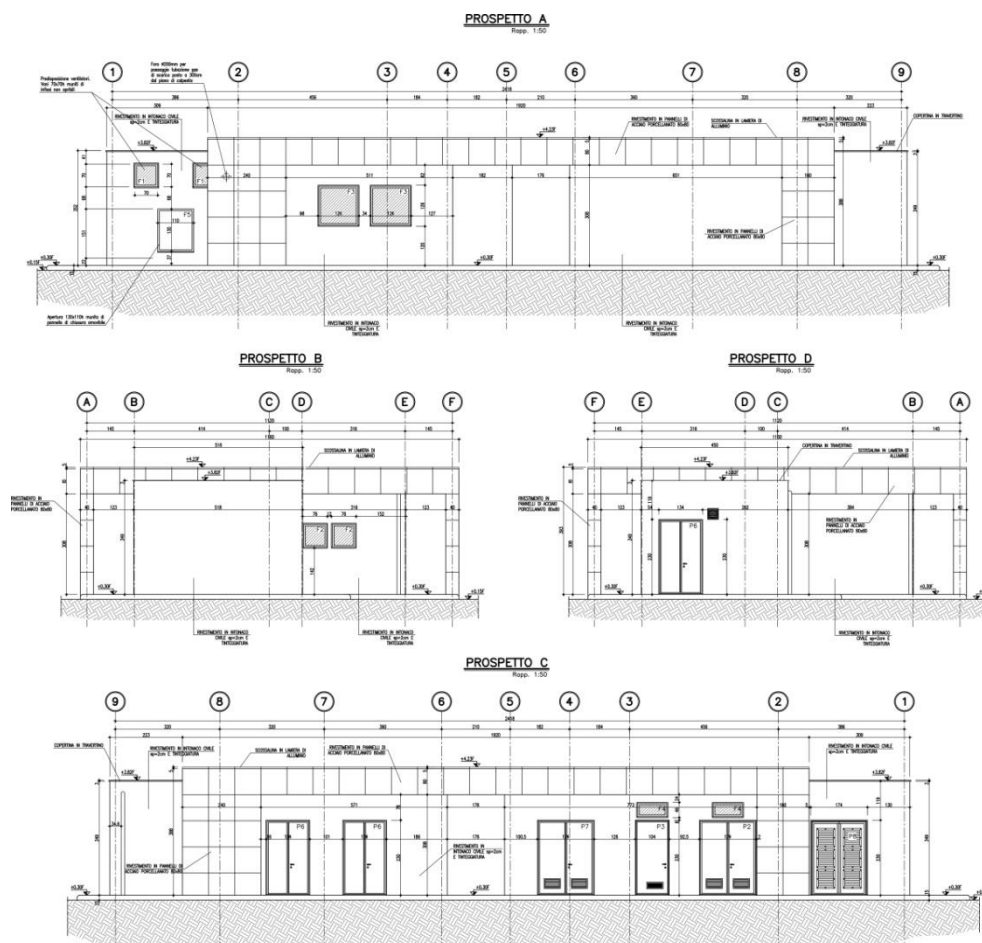


Figura 6-2 È Fabbricato di stazione ed impianti - Pianta e Prospetti

Pensilina di stazione

A copertura dell'area di esazione è stata prevista la posa in opera di una pensilina di stazione con struttura portante in acciaio zincato e verniciato nelle colorazioni Autostrade per l'Italia. Tale pensilina è costituita da quattro portali principali posti a sostegno di una struttura secondaria anch'essa in acciaio che costituisce la copertura dell'area di esazione.

Le dimensioni in pianta della pensilina sono pari 15,60 x 40,84 m per un'altezza complessiva al colmo di 7,28 m

I quattro portali sono posti ad interasse di 10,70 m e saranno realizzati con larghi piatti di spessore pari a 15 mm sagomati e saldati tra loro in modo da produrre una sezione triangolare cava di sezione crescente dal piede verso la testa dei piedritti e inclinata di circa 20° rispetto alla verticale. L'altezza di tali portali è di 6,60 m in asse alle due travi tubolari cave di bordo Ø457.2 s = 6.0 mm.

Il tutto verrà completato da una copertura in pannelli sandwich autoportanti grecati mentre all'intradosso verrà disposto un controsoffitto in doghe in legno di abete al cui intorno trovano sede le plafoniere a Led

per l'illuminazione dell'area di esazione. La pensilina ha anche la funzione di supporto delle attrezzature di segnalamento e di indicazione, costituite da semafori e pannelli segnaletici.

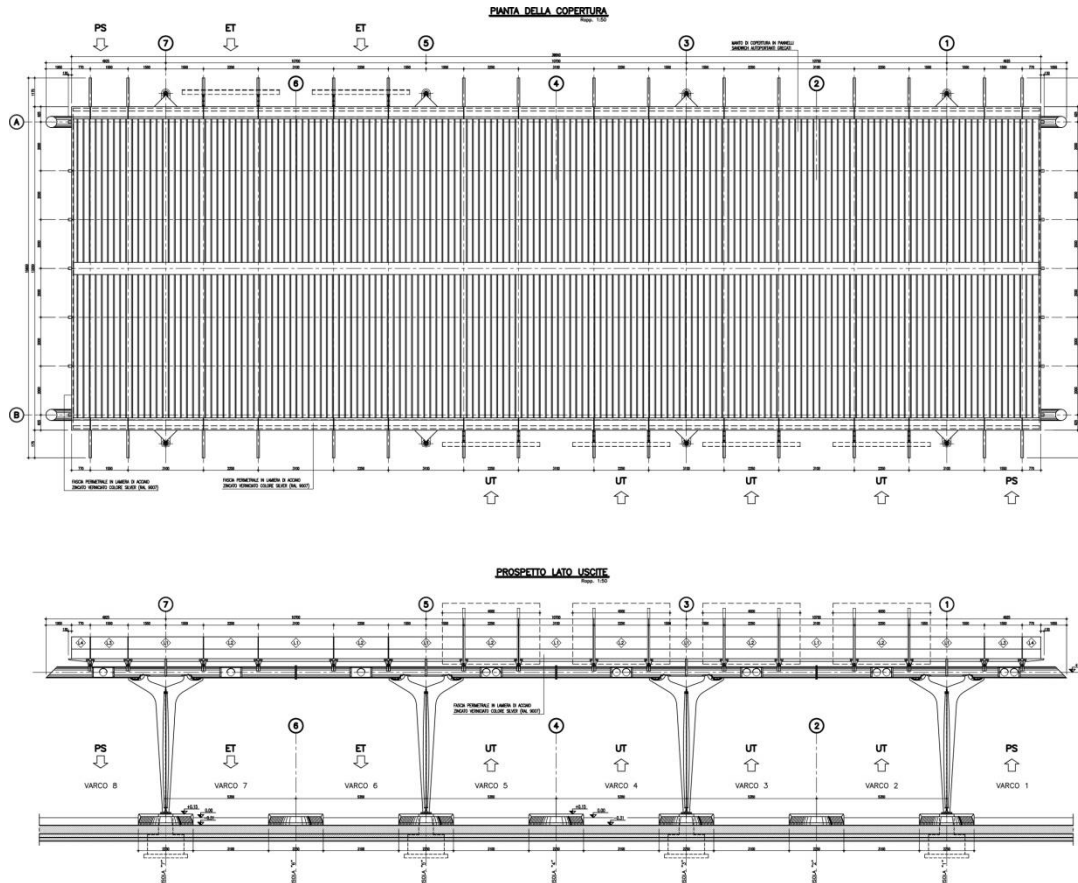


Figura 6-3 È Pensilina di stazione - Pianta e prospetto

Isole di stazione e corsie

Nell'ambito dell'area di esazione, dovranno essere realizzate delle isole costituite da una serie di opere civili in c.a. con funzione di connessione tra i vari sistemi impiantistici, necessari per il funzionamento del sistema di esazione stesso. Sulle isole infatti trovano sede i sistemi per il pedaggiamento dell'autostrada. Le isole in c.a. saranno dotate di coperture in lamiera striata zincata e verniciata poste a chiusura del canale centrale adibito al passaggio cavi.

Sulle isole si trovano anche i bumpers contenenti delle carenature per i lampeggiatori. Tali carenature sono composte da telaio e controtelaio in lamiera di acciaio inossidabile AISI 304, schermi stratificati laterali in metacrilato, schermo frontale trasparente in policarbonato di colore arancio.

La funzione principale dei bumpers è quella di garantire la guida ottica del veicolo all'interno della corsia e di preservare le attrezzature da un eventuale svio di veicoli.

Sempre all'interno delle isole, trovano sede una serie di pozzetti prefabbricati, le tubazioni in pvc e le passerelle porta cavi in rete elettrosaldata in acciaio zincato a maglie larghe.

Infine, nel rispetto del Decreto Legislativo 19/09/1996 n° 626 e successive modifiche, sono stati collocati su ogni isola dei parapetti salvavita, atti a precludere l'accesso diretto alle piste. Tutto ciò è mirato allo scopo di impedire quegli eventi di natura volontaria od accidentale che potrebbero mettere in serio pericolo l'incolumità fisica del personale di esazione o degli addetti alla manutenzione impiantistica, che operano esclusivamente sulle isole di stazione.

La ringhiera dovrà avere un'altezza di m 1,00 dal piano di calpestio dell'isola e sarà interrotta solo in corrispondenza dei bumpers, di alcune apparecchiature eventualmente presenti sull'isola (barriere microonde, aste chiudiporta, cabine di esazione, armadi emettitori biglietti, armadi lettori tessere e colonnine richiesta intervento) ed in corrispondenza degli attraversamenti pedonali atti all'accesso alle isole dei manutentori.

Per quanto riguarda i varchi con funzione di transito dai veicoli leggeri e pesanti, verrà predisposto uno strato di misto granulometricamente stabilizzato con spessore pari a 15 cm , un successivo strato di misto cementato con spessore pari anch'esso a 15 cm ed un completamento con 32 cm in cls armato di classe C28/35. La finitura sarà effettuata con una malta premiscelata fibrorinforzata colabile con fibre metalliche rigide a rapido indurimento ed elevata resistenza, antisdrucchiolo con spessore pari a 3 cm.

12.2 Svincolo di Bologna Interporto

Questo svincolo, è stato ricostruito a metà degli anni 80. L'opera di scavalco risulta differente per tipologia rispetto alle altre presenti all'interno del tratto oggetto di questo studio. Il cavalcavia di svincolo è a due luci con pila centrale, e risulta compatibile con l'adeguamento della autostrada alla terza corsia. Per quanto sopra esposto è stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di svincolo esistente.

12.3 Area Di Servizio Bentivoglio

È stato previsto di adeguare le corsie specializzate di immissione e diversione alle caratteristiche geometriche/cinematiche esposte nei successivi paragrafi, ricollegando la nuova corsia specializzata alla rampa di entrata (uscita) per (da) l'area di servizio.

12.4 Svincolo di Altedo

L'intersezione, situata al km 20+450 circa, è di tipo a trombetta. L'opera di scavalco non è compatibile con l'ampliamento autostradale. Il rifacimento dell'opera comporta l'adeguamento dell'intero svincolo. Il nuovo cavalcavia di svincolo verrà realizzato in posizione scostata rispetto alla struttura esistente in modo da garantire comunque l'esercizio dello stesso durante i lavori. Le geometrie proposte ricalcano in parte quelle esistenti nel tentativo di riutilizzarne in parte la sede.

12.5 Criteri Progettuali

La normativa utilizzata per l'adeguamento ed il dimensionamento delle intersezioni, richiamate al paragrafo precedente è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza per le nuove intersezioni. Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento e pertanto gli standard di progettazione descritti nel seguito riprendono i criteri di norma e sono stati applicati salvo evidenti motivazioni tecniche.

Le caratteristiche stradali delle rampe (sia su strade nuove che su strade esistenti) sono state definite a partire dagli intervalli di velocità di progetto indicati nella Tabella 11-1 del paragrafo 4.7.1 della norma e riportati per completezza nella tabella seguente:

tipi di rampe	Intersezione Tipo 1, escluse B/B, D/D, B/D, D/B		Intersezione Tipo 2, e B/B, D/D, B/D, D/B	
Diretta	50-80 km/h		40-60 km/h	
Semidiretta	40-70 km/h		40-60 km/h	
Indiretta	in uscita da A	40 km/h	in uscita dalla strada di livello gerarchico superiore	40 km/h
	in entrata su A	30 km/h	in entrata sulla strada di livello gerarchico superiore	30 km/h

Tabella 12-1 È Velocità di progetto per le varie tipologie di rampe

Per le interconnessioni autostradali, nella progettazione si è fatto riferimento agli intervalli di velocità di progetto delle intersezioni di tipo 1; per tutte le altre intersezioni, tra cui gli svincoli autostradali ordinari, ci si è riferiti agli intervalli di velocità di progetto caratteristici di intersezioni di tipo 2, ed in particolare per questi ultimi, per tutte le rampe è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h.

La progettazione delle intersezioni è stata condotta con particolare riferimento ai seguenti aspetti della progettazione stradale:

- geometria degli elementi modulari delle rampe;
- larghezza degli elementi modulari delle rampe e delle corsie specializzate (sezione tipo);
- dimensionamento delle corsie specializzate;
- distanze di visibilità per l'arresto.

12.5.1 Geometria degli elementi modulari delle rampe

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, secondo quanto previsto esplicitamente nella norma in oggetto e facendo anche riferimento ai rimandi che questa fa al D.M. 5/11/2001 «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade», la progettazione ha, negli ambiti in cui si è intervenuti a modificare le geometrie esistenti, garantito il rispetto dei parametri minimi dei seguenti elementi piano altimetrici :

- raggi minimi planimetrici;
- parametri minimi e massimi delle clotoidi;
- pendenze longitudinali massime;
- raggi altimetrici minimi (raccordi concavi e convessi);

12.5.2 Sezioni tipo delle rampe e delle corsie specializzate

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari delle rampe di progetto di nuova realizzazione si rimanda alle sezioni tipo contenute nell'elaborato allegato alla presente relazione.

Tali sezioni tipologiche di progetto rappresentano la sintesi delle indicazioni contenute nella Tabella 9 del paragrafo 4.7.3 del D.M. 19/04/2006 che, relativamente al caso di strade extraurbane, fornisce le indicazioni riportate nella seguente tabella:

Strade extraurbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza a corsie (m)	Larghezza a banchina in destra (m)	Larghezza a banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
	B	3.75	1.75	-
Rampe monodirezion	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00

ali	B	2 corsie: 2 x 3.50	1.00	1.00
		1 corsia: 4.00		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-
	B	1 corsia: 3.50	1.00	-

Tabella 12-2 Larghezze degli elementi modulari

Rispetto a quanto riportato dalla tabella relativamente alle larghezze minime da impiegare per le rampe bidirezionali di nuova realizzazione (corsie da 3.50m) il progetto ha previsto in questo caso corsie da 3.75m (vedi elaborato allegato). Tale scelta progettuale scaturisce dalla necessità di limitare il più possibile la variazione di larghezza della corsia della rampa nel tratto di passaggio da monodirezionale con larghezza pari a 4.00m a bidirezionale.

Diversamente, nel caso di adeguamento di svincoli esistenti per i quali il progetto prevede il mantenimento delle rampe attuali (vedi Figura 12-1), la larghezza minima complessiva delle rampe monodirezionali esistenti è stata adeguata a 6,00m (caso "A"), con una corsia di marcia da 4.00m e banchine in destra e sinistra di larghezza pari a 1.00m. Nel caso di rampa esistente da 6.50m (caso "B") è stata mantenuta la stessa larghezza complessiva così ripartita: corsia di marcia da 4.00m, banchine in destra e sinistra rispettivamente da 1.50m e 1.00m.

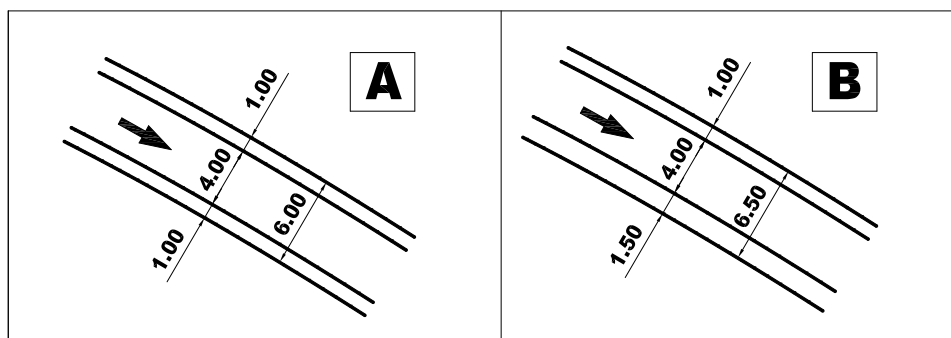


Figura 12-1 - Schema planimetrico adeguamento rampa di svincolo esistente

12.5.3 Dimensionamento corsie di diversione e di immissione

12.5.3.1 Corsie specializzate di diversione

Nella progettazione si è fatto ricorso alla sola tipologia con configurazione parallela. In questo caso la norma individua due tratti per effettuare l'intera manovra:

- Tratto di manovra $L_{m,u}$, di lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h;
- Tratto di decelerazione $L_{d,u}$, avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita (coincidente con il punto di inizio della clotoide), da dimensionare con criteri cinematici.

12.5.3.2 Corsie specializzate di immissione

Le corsie specializzate di immissione, in accordo con quanto previsto dal DM 19.04.2006 sono state progettate tenendo conto dei seguenti elementi compositivi principali:

- Tratto di accelerazione $L_{a,e}$ da dimensionare con criteri cinematici;
- Tratto di raccordo $L_{v,e}$ di lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h;
- Zona di immissione, che corrisponde alla lunghezza complessiva del tratto di corsia specializzata in cui è ammessa la manovra di immissione (tratto con linea tratteggiata pari alla somma del tratto parallelo, a meno dei primi 30 metri, e del tratto di raccordo), da verificare con procedure basate su criteri funzionali.

Il progetto delle corsie di immissione ha previsto, la verifica funzionale dell'intera zona di immissione+ seguendo il metodo indicato dal Highway Capacity Manual (HCM 2000). In particolare, la verifica ha accertato che la lunghezza della zona di immissione, come risultante dal predimensionamento geometrico-cinematico (e cioè pari alla lunghezza complessiva della porzione parallela del tratto di accelerazione, a meno dei primi 30 metri), fornisca un livello di servizio non inferiore a LOS B (come indicato al capitolo 5 del D.M. 19.04.2006) o comunque non inferiore al livello di servizio risultante sul tronco elementare a monte dell'immissione. Per la definizione dei livelli di traffico è stato preso a riferimento lo scenario progettuale di breve periodo dello studio di traffico allegato al presente progetto.

12.5.4 Distanze di visibilità per l'arresto

Secondo quanto indicato dalle *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali* (DM 19/04/2006), deve essere verificata rispetto alla velocità di progetto la presenza, lungo le rampe, di visuali libere commisurate alla distanza di visibilità per l'arresto ai sensi del D.M. 05/11/2001 e ciò comporta che lungo il tracciato stradale della rampa la distanza di visuale libera deve essere confrontata con la distanza di visibilità per l'arresto, che è pari allo spazio minimo necessario perché un

conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo dell'intero tracciato della rampa.

Il progetto ha verificato la sussistenza delle opportune distanze di visibilità altimetriche in corrispondenza dei raccordi convessi.

13 VIABILITÀ INTERFERITA

Il progetto di ampliamento alla terza corsia prevede il ripristino funzionale delle viabilità interferite, generalmente riconducibili a strade che attraversano l'autostrada in cavalcavia.

Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture in cavalcavia; pertanto, il ripristino funzionale di tali relazioni è subordinato all'adeguamento delle strutture suddette.

Le fasi di esecuzione delle lavorazioni dovranno essere individuate nel rispetto dell'obiettivo di permettere la realizzazione della 3ª corsia senza interruzione di traffico, minimizzando il disturbo al traffico locale, e, ove ciò non fosse possibile, individuando percorsi provvisori alternativi, o prevedendo tratti di viabilità provvisoria funzionali alla realizzazione dell'opera.

Per quanto concerne le fasi di realizzazione, in linea generale si è previsto l'adeguamento in sede, andando ad individuare un percorso alternativo durante la chiusura della viabilità per l'adeguamento dell'opera.

Uniche eccezioni sono rappresentate dai casi di strade caratterizzate da significativi flussi veicolari e/o da situazioni in cui non è stato possibile individuare adeguati percorsi alternativi. In particolare è stata previsto l'adeguamento fuori sede per i seguenti cavalcavia:

- CAV. str. prov. MATTEOTTI;
- CAV. str. com. CANALE;
- CAV. str. prov. ASINARI;
- CAV. str.com. SALETTO-MALALBERGO;
- CAV. str.com. GALLO;
- CAV. str.prov. 25 via Segadizzo;
- CAV. str.prov. 8 via Uccellino;

Per questi ultimi si è prevista la realizzazione in affiancamento della nuova infrastruttura (cavalcavia e rampe), il successivo collegamento della viabilità esistente con il nuovo attraversamento autostradale ed la demolizione del cavalcavia e delle rampe esistenti.

Le uniche opere di scavalco che risultano già predisposte all'ampliamento autostradale sono:

- Cavalcavia di Via Trasversale di Pianura - SP3 - pk 7+547
- Cavalcavia di Svincolo Bologna Interporto - pk 7+955

Nella tabella *seguito* si elencano le viabilità oggetto di adeguamento caratterizzate dalla progressiva di riferimento autostradale, dal comune amministrativo nel quale ricadono, dall'identificativo WBS, dal nome della viabilità, dal tipo di intervento e dalla modalità di gestione del traffico locale durante i lavori.

Progr. km	VIABILITA'	PROVINCIA	COMUNE	WBS	INTERVENTO	GESTIONE TRAFFICO DURANTE I LAVORI
pk 2+605	Strada comunale Via Peglion	Bologna	Bologna	RC001	In sede	Interruzione
pk 4+589	Strada comunale Via Stradellaccia	Bologna	Castel Maggiore	RC003	In sede	Interruzione
pk 5+396	Strada provinciale SP 46 - Via Matteotti	Bologna	Castel Maggiore	RC004	Fuori sede	In esercizio
pk 6+133	Strada vicinale Santa Caterina	Bologna	Castel Maggiore	RC005	In sede	Interruzione
pk 7+547	Strada provinciale SP 3 – Via Travv.di Pianura	Bologna	Bentivoglio	RC007	PREDISPOSTO	
pk 7+955	Svincolo Bologna Interporto	Bologna	Bentivoglio	RC008	PREDISPOSTO	
pk 8+263	Strada comunale Paradiso	Bologna	Bentivoglio	RC009	In sede	Interruzione
pk 9+408	Strada comunale San Marino	Bologna	Bentivoglio	RC010	In sede	Interruzione
pk 9+913	Strada comunale Canale	Bologna	Bentivoglio	RC011	Fuori sede	In esercizio
pk 10+341	Strada podereale Santa Lucia	Bologna	Bentivoglio	RC012	In sede	Interruzione
pk 12+296	Strada comunale Barche	Bologna	Bentivoglio	RC013	In sede	Interruzione
pk 13+576	Strada provinciale SP 44 – Via Asinari	Bologna	Bentivoglio	RC014	Fuori sede	In esercizio
pk 14+871	Strada podereale Palazzo	Bologna	Bentivoglio	RC015	In sede	Interruzione
pk 15+552	Strada podereale Palazzo Gazzadini	Bologna	Bentivoglio	RC016	In sede	Interruzione
pk 16+072	Strada podereale Spagnola	Bologna	Bentivoglio	RC017	In sede	Interruzione
pk 16+947	Strada comunale Via Saletto	Bologna	Bentivoglio	RC018	Fuori sede	In esercizio
pk 18+058	Strada podereale La Casella	Bologna	Bentivoglio	RC019	In sede	Interruzione
pk 19+303	Strada comunale La Castellina	Bologna	Bentivoglio	RC020	In sede	Interruzione
pk 20+221	Strada provinciale SP 20 – Via Chiavicone	Bologna	Malalbergo	RC021	Fuori sede	In esercizio
pk 24+425	Strada comunale Tombe	Bologna	Malalbergo	RC023	In sede	Interruzione
pk 27+422	Strada podereale Sabbioni-Arnoffi	Ferrara	Poggio Renatico	RC024	In sede	Interruzione
pk 28+067	Strada podereale Isolani	Ferrara	Poggio Renatico	RC025	In sede	Interruzione
pk 28+706	Strada podereale Gallo	Ferrara	Poggio Renatico	RC026	Fuori sede	Interruzione
pk 29+131	Strada provinciale SP 25 – Poggio Renatico	Ferrara	Poggio Renatico	RC027	Fuori sede	In esercizio
pk 30+153	Strada podereale Torniano	Ferrara	Poggio Renatico	RC028	In sede	Interruzione
pk 31+317	Strada podereale Morgosa	Ferrara	Poggio Renatico	RC029	In sede	Interruzione
pk 31+808	Strada podereale Valletta	Ferrara	Poggio Renatico	RC030	In sede	Interruzione
pk 32+136	SP 8 – Via Uccellino	Ferrara	Poggio Renatico	RC031	Fuori sede	In esercizio
pk 33+349	Strada comunale Imperiale	Ferrara	Ferrara	RC032	In sede	Interruzione

Tabella 3 È Viabilità interferenti classe autostradale

In linea di principio tutti i rifacimenti in sede prevedono l'interruzione del traffico durante la costruzione dell'opera, viceversa se l'intervento è stato definito fuori sede significa che la strada durante i lavori verrà mantenuta in esercizio.

Solo per la viabilità Via Gallo, nonostante sia prevista la ricostruzione dell'opera fuori sede si prevede l'interruzione del traffico in fase di esecuzione dei lavori a causa di una interferenza altimetrica in corrispondenza del punto di intersezione fra l'attuale ed il nuovo tracciato.

13.1 VIABILITÀ IN SOVRAPPASSO

Nella tabella seguente si elencano le viabilità afferenti ai cavalcavia presenti, caratterizzati dall'identificativo WBS, dalla progressiva di riferimento, dalla categoria stradale assegnata e le caratteristiche di progetto (lunghezza dell'intervento, raggio planimetrico minimo, pendenza massima livellette, raccordo verticale convesso caratteristico).

Progr. km	VIABILITA'	CATEGORIA	LARGHEZZA PIATTAFORMA (m)	RICOSTRUZIONE OPERA D'ARTE	LUNGHEZZA INTERVENTO (m)	Rmin (m)	PENDENZA MAX (%)	RAGGIO VERTICALE CONVESSO (m)
pk 2+605	Strada comunale Via Peglion	E	7.0	In sede	422.05	150	8	1350
pk 4+589	Strada comunale Via Stradellaccia	E	7.0	In sede	406.8	300	7	1344
pk 5+396	SP 46 - Via Matteotti	E	7.0	Fuori sede	540	185	7	1400
pk 6+133	Strada vicinale Santa Caterina	PART.	4.0	In sede	290.5	300	7.35	500
pk 8+263	Strada comunale Paradiso	E	7.0	In sede	406	80	7	1350
pk 9+408	Strada comunale San Marino	PART.	4.0	In sede	350	400	7.4	1200
pk 9+913	Strada comunale Canale	E	7.0	Fuori sede	551.3	180	6.75	1350
pk 10+341	Strada podereale Santa Lucia	PART.	4.0	In sede	269.5	200	7	500
pk 12+296	Strada comunale Barche	E	7.0	In sede	418.4	10250	7	1400
pk 13+576	SP 44 - Via Asinari	C1	10.5	Fuori sede	594.8	180	6	1600
pk 14+871	Strada podereale Palazzo	PART.	4.0	In sede	317.7	80	6.5	500
pk 15+552	Strada podereale Palazzo Gazzadini	PART.	4.0	In sede	170.86	85	8	500
pk 16+072	Strada podereale Spagnola	PART.	4.0	In sede	228.5	80	7.7	500
pk 16+947	Strada comunale Via Saletto	F2	8.5	Fuori sede	501.7	70	5.7	1570
pk 18+058	Strada podereale La Casella	PART.	4.0	In sede	237.8	320	7.8	500
pk 19+303	Strada comunale La Castellina	PART.	4.0	In sede	251.7	56	6.8	500
pk 20+221	SP 20 - Via Chiavicone	C2	9.5	Fuori sede	504	180	5.3	2160
pk 24+425	Strada comunale Tombe	PART.	4.0	In sede	173	55	10.5	500
pk 27+422	Strada podereale Sabbioni-Arnoffi	PART.	4.0	In sede	149.4	250	9.2	500
pk 28+067	Strada podereale Isolani	PART.	4.0	In sede	183.6	35	10.5	590
pk 28+706	Strada podereale Gallo	F2	8.5	Fuori sede	428.6	70	5.5	1000
pk 29+085	SP 25 - Poggio Renatico	C2	9.5	Fuori sede	555	118	5.8	1400
pk 30+153	Strada podereale Torniano	PART.	4.0	In sede	139	117	8.8	500
pk 31+317	Strada podereale Morgosa	PART.	4.0	In sede	143	150	8.3	500
pk 31+808	Strada podereale Valletta	PART.	4.0	In sede	200	22	9	745
pk 32+136	SP 8 - Via Uccellino	F1	9.0	Fuori sede	571.2	120	7	1346
pk 33+349	Strada comunale Imperiale	F2	8.5	In sede	284.7	36	8	900

Tabella 4 - Viabilità in scavalco all'autostrada

14 OPERE D'ARTE

14.1.1 Premessa

L'allargamento delle due carreggiate dell'autostrada esistente comporta l'adeguamento delle opere che sottopassano, sovrappassano o sostengono la sede stradale stessa.

Per le prime, tombini o sottovia che sottopassano la sede, è previsto un allungamento medio di 5.00 m circa per entrambe le estremità dell'opera (nel caso di ampliamento simmetrico). L'ampliamento viene effettuato con tipologia di ampliamento simile a quella esistente. Fanno eccezione quelle opere che per problemi di degrado necessitano di un totale rifacimento (es. tombini e Sottopasso SP Basso Reno).

Per le seconde, ossia i cavalcavia che sovrappassano la sede, è prevista la demolizione ed il totale rifacimento in sede o in prossimità delle strutture esistenti, in posizione congruente con la sezione tipo dell'autostrada e con la nuova geometria delle strade d'intersezione (deviazioni strada), non risultando le opere predisposte per l'ampliamento della sezione autostradale.

I cavalcavia di progetto consistono generalmente in un'opera a luce unica o a tre luci, di cui quella centrale tale da permettere lo scavalco della sede autostradale senza sostegni intermedi. La struttura dell'impalcato è realizzata tramite travi metalliche a sezione costante.

In particolari situazioni morfologiche del contesto si adotta la tipologia a tre luci; questo nei casi in cui è necessario ridurre il più possibile i cedimenti indotti dalle nuove rampe sulle sede autostradale.

Per le opere d'arte maggiori (ponti e sottovia ad impalcato), che sostengono la sede autostradale stessa, sarà realizzato un allargamento degli impalcati e delle relative opere di sostegno. L'entità degli ampliamenti è tale da escludere l'ampliamento a sbalzo: si interviene quindi realizzando l'impalcato di ampliamento sorretto da elevazioni proprie. L'opera di ampliamento viene solidarizzata a livello fondazioni e a livello pulvino con l'opera esistente.

A livello impalcato tra esistente e ampliamento si effettua unicamente la solidarizzazione a livello soletta senza effettuare la connessione dei traversi. Per quanto riguarda lo schema statico dell'ampliamento si ripropone quello dell'esistente.

14.1.2 Opere d'arte maggiori

Le opere d'arte maggiori, presenti nella tratta in oggetto, sono costituite da ponti ad una o più campate e sottovia di luce \sim 10 m.

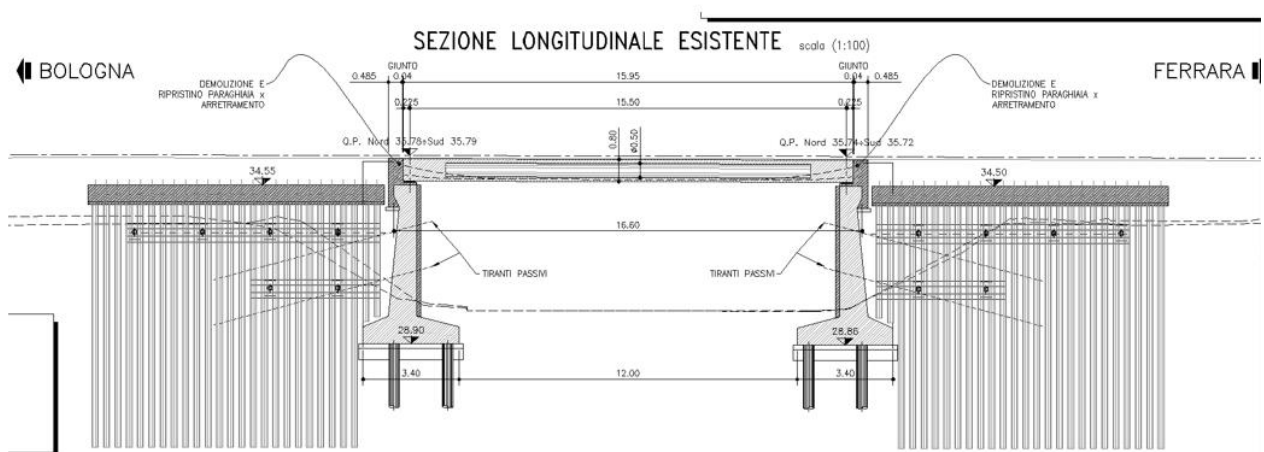
Il progetto definitivo, trattandosi di ampliamenti alla 3ª corsia, è stato articolato in modo da rappresentare le singole opere negli elaborati grafici, trattando i seguenti aspetti principali ed essenziali:

- individuazione e ricostruzione grafica delle opere d'arte esistenti con particolare riguardo alla tipologia delle fondazioni e degli impalcati;
- opere provvisorie propedeutiche alle lavorazioni (paratie, berlinesi, ecc.), con impronte degli scavi;
- geometria delle spalle e delle pile adeguata ai tipi esistenti al fine di garantire una omogenea distribuzione delle masse e delle rigidezze in gioco;
- sceita delle strutture d'impalcato di ampliamento in modo da ridurre al minimo sia i tempi di lavorazione che gli interventi sulla pavimentazione autostradale, di caratteristiche geometriche tali mantenere il franco netto attuale (in particolare nei sottovia)
- adeguamento delle strutture esistenti alla normativa sismica

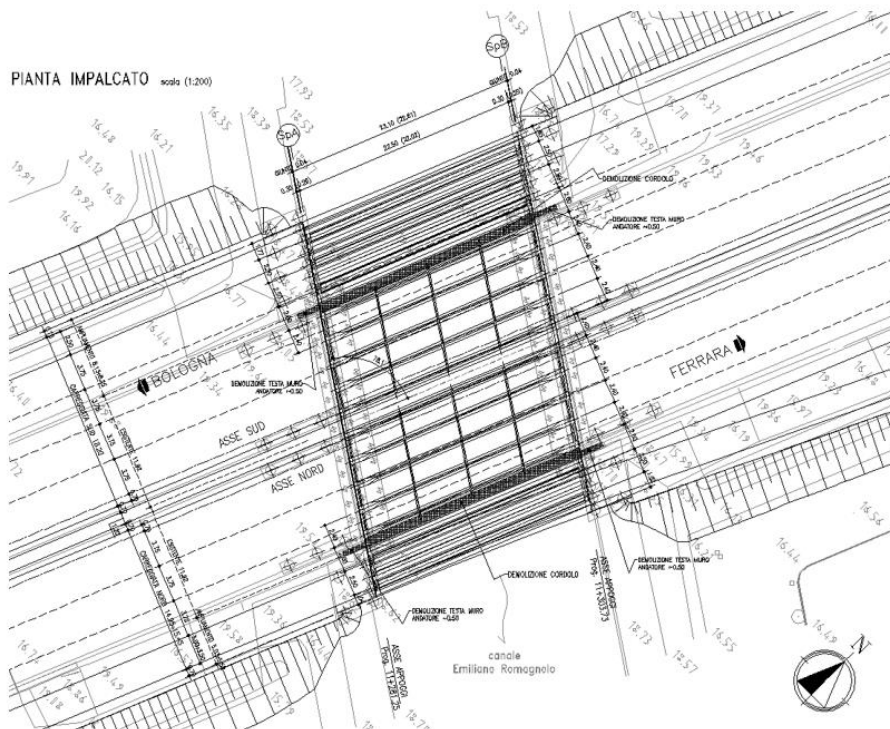
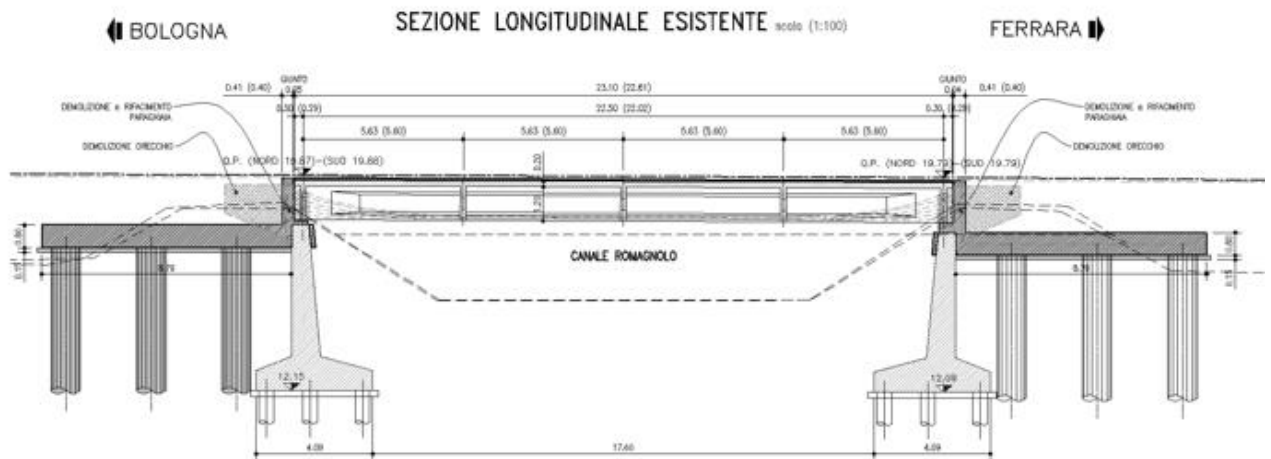
Vengono di seguito introdotte delle schede di sintesi riguardanti le singole opere da ampliare con le caratteristiche dell'ampliamento.

Si fa inoltre presente che tutte le opere sono state verificate sia staticamente che sismicamente, negli elaborati dedicati sono rappresentati tutti gli interventi necessari per garantire il rispetto della normative sismiche vigenti. In particolare gli interventi di adeguamento sismico consistono in:

- inserimento di tiranti passivi agenti sul paramento delle spalle esistenti per le opere denominate Sottovia di via Aposazza e Diversivo Navile;



- realizzazione di ritegni sismici a tergo spalla per mezzo di tre pali di diametro \varnothing 1000 connesso strutturalmente in sommità al paramento esistente. Tale tipologia di intervento è stata impiegata per le restanti opere d'arte maggiori.



Pianta impalcato allargato

OPERA N. 06 È SOTTOVIA VIA APOSAZZA PROGR. KM. 1+217

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 15.50 m e lunghezza complessiva del solettone 15.95 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12.00 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento simmetrico della piattaforma pari a mediamente 4.95 m per entrambe le carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante solettone gettato in opera con alleggerimenti circolari longitudinali, di spessore 0.80 m complessivi, con cavi di precompressione longitudinali e sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.38 m.

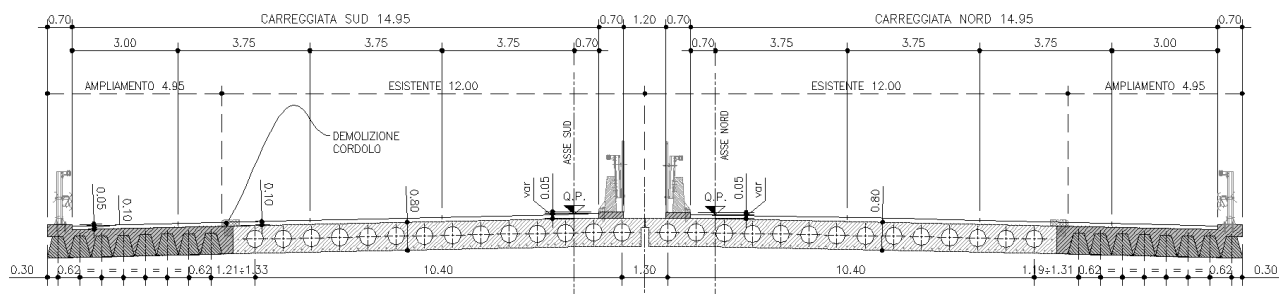
L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza, per garantire la miglior similitudine dell'esistente, con travi in cap a sezione compatta di altezza $H=0.60$ m affiancate, che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera a saturare gli interstizi tra le travi. Si opera poi una connessione trasversale ad intradosso in modo da ottenere, ad opera ultimata, una struttura a piastra continua.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate al solettone esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato



Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 61 È PONTE SUL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO - PROGR. KM 11+292

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 22.50 m e lunghezza complessiva delle travi 23.10 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 78° circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento asimmetrico della piattaforma pari a mediamente 8.20 m per la carreggiata sud e circa 5.30 per la nord, inclusi cordoli.

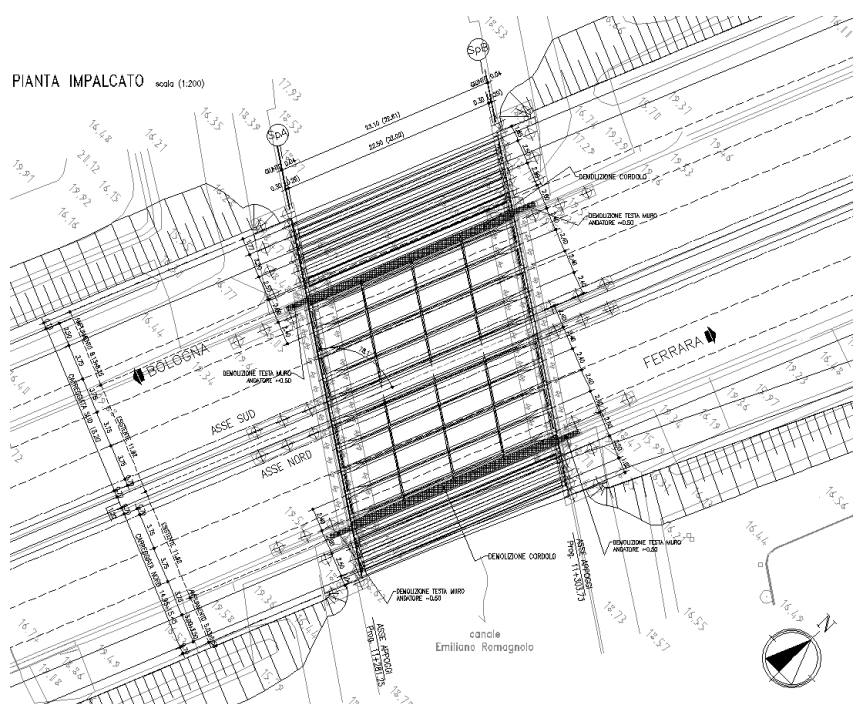
Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.50 m circa e lunghezza 22.50 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

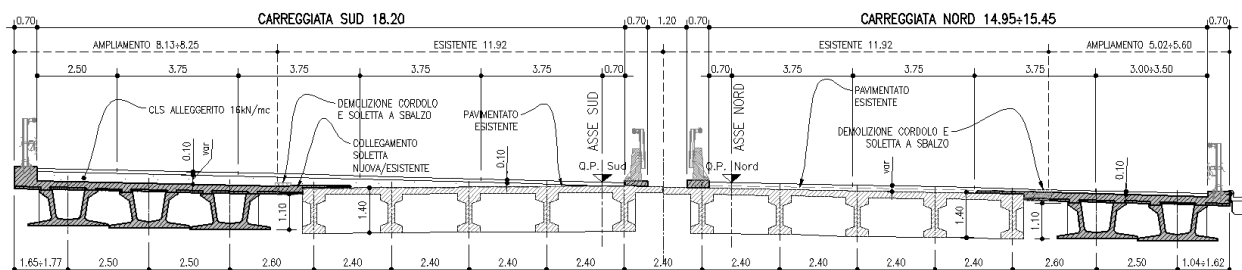
La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO scala (1:100)
IN RETTO



Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 73 È PONTE SUL CANALE DIVERSIVO NAVILE - PROGR. KM. 13+053

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 20.10 m ciascuna e lunghezza delle travi 21 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 125°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 63.70 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.00/5.07 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.20 m inclusa soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e quella lato Ferrara si presenta quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro.

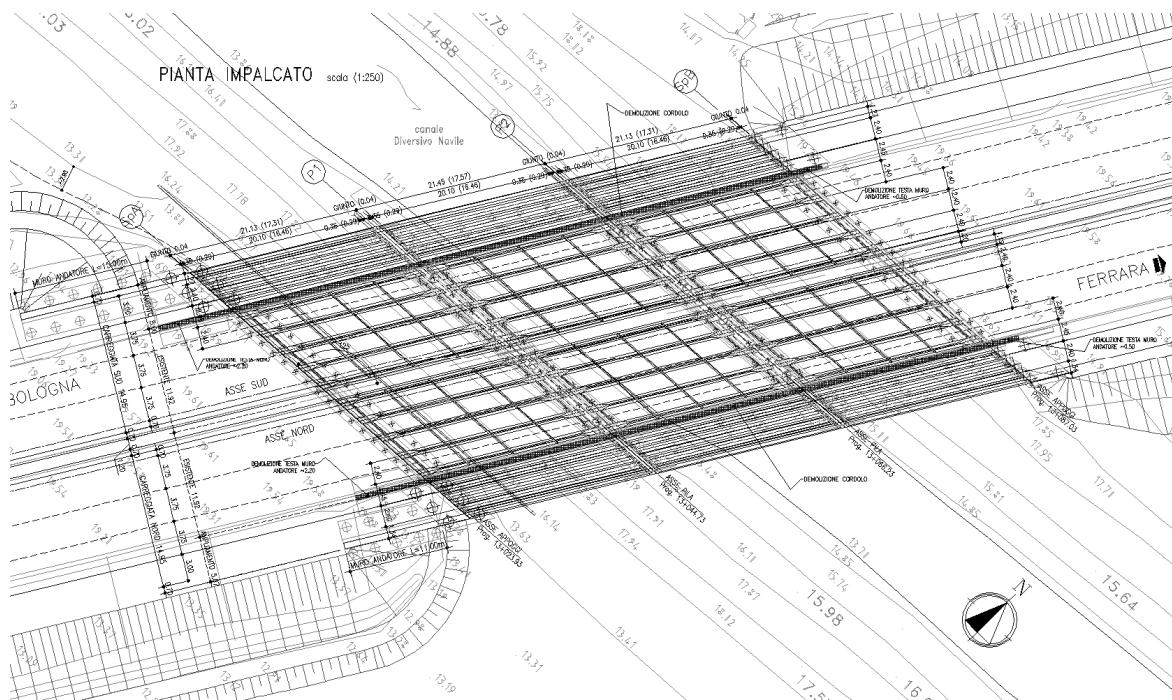
Le pile intermedie hanno struttura snella con tre elevazioni circolari affincati di diametro 1.00m, ad interasse 4.70 m, connessi in sommità dal pulvino e poggianti su plinto massiccio su pali. L'intervento in progetto vede la solidarizzazione dei tre fusti attraverso setti pieni in c.a. gettati in opera (si rimanda alla relazione di calcolo delle sottostrutture per dettagli).

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle e pile in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

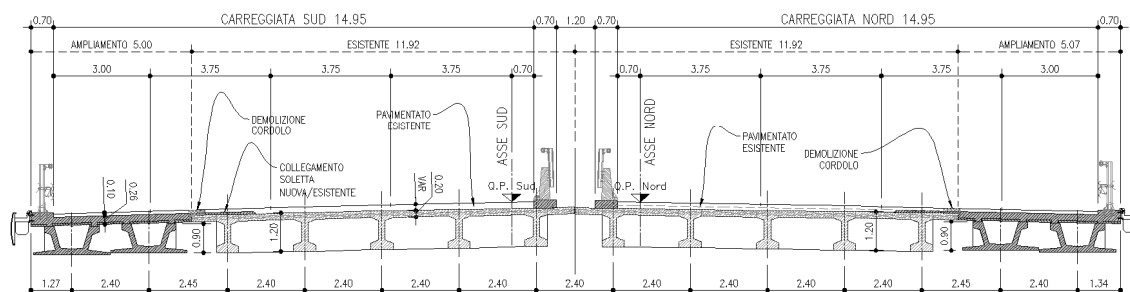
La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di

getto della soletta e rigidezza flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO scala (1:100)
IN RETTO



Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 135 È PONTE CANALE NAVILE - PROGR. KM. 21+495

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.35 m ciascuna e lunghezza delle travi 19.94 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.05 m per entrambe le carreggiate, oltre cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

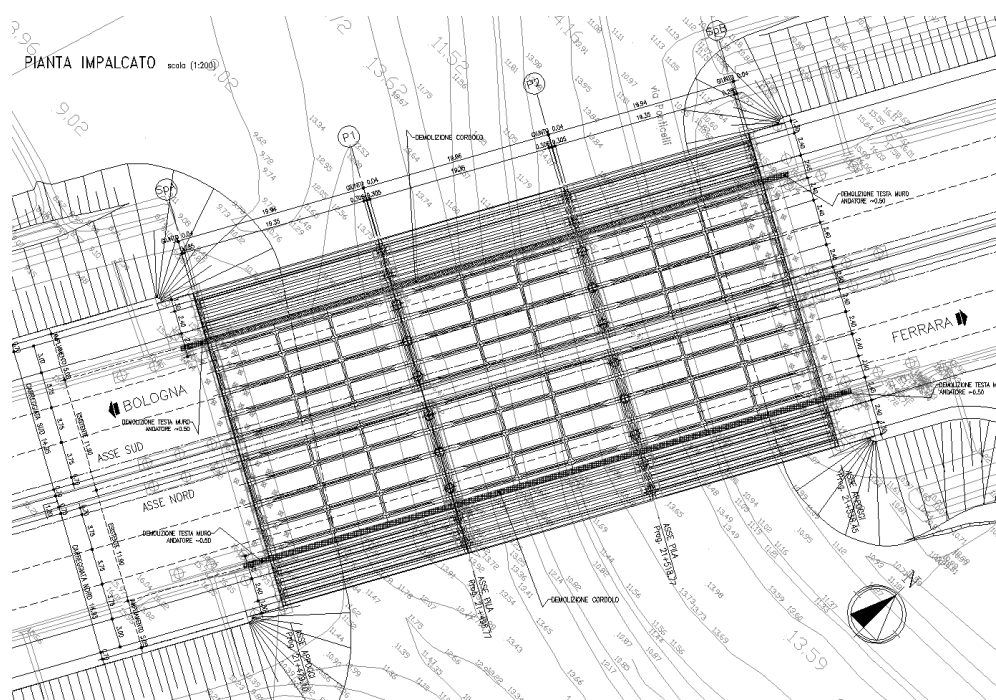
Le spalle sono costituite da setti affiancati in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari rastremate con la altezza e poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affiancati ad interasse 3.90m, connessi in sommità dal pulvino.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

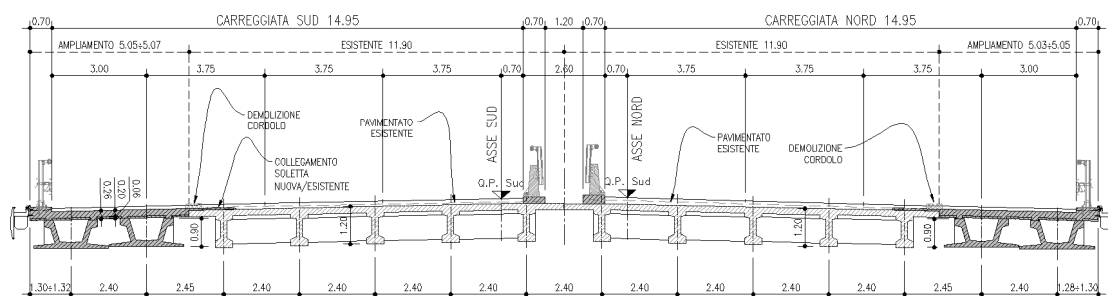
La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO scala (1:100)



Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 148 È PONTE SCOLO CALCARATA - PROGR. KM. 23+991

L'opera esistente è costituita da un manufatto a tre campate isostatiche aventi luce di calcolo pari a 19.38 m ciascuna e lunghezza delle travi 20.03 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi con angolo planimetrico pari a circa 105°.

La lunghezza complessiva del ponte, da giunto a giunto sulle spalle, è pari a 60 metri circa.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 4.95/5.15 m per le singole carreggiate, inclusi cordoli.

Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta di spessore circa 0.20 m ad interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

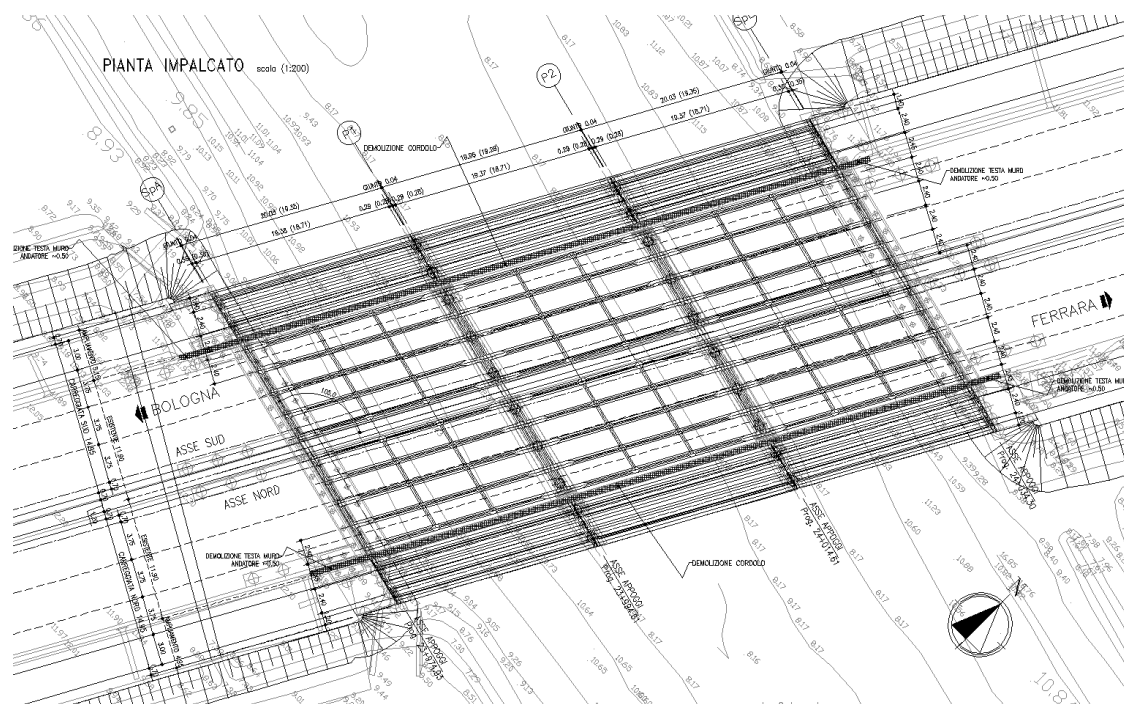
Le spalle sono monolitiche in calcestruzzo armato e si presentano quasi interamente sotto il livello del terreno; le sezioni del paramento sono rettangolari e piene, poggianti su plinti massicci fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22.00 m circa.

Le pile intermedie hanno struttura snella con tre pali-pila affiancati ad interasse 4.15 m, connessi in sommità dal pulvino.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

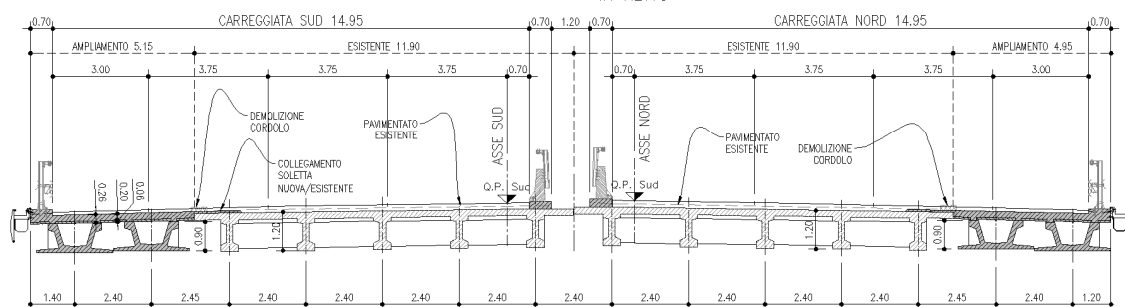
La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'assieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO
IN RETTO scala (1:100)



OPERA N. 151 È PONTE SCOLO TOMBE - PROGR. KM. 24+448

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.20 m e lunghezza complessiva delle travi 19.92 m circa ed è caratterizzata da una inclinazione quasi retta tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 90°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 11.90 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 4.95 per la nord, inclusi cordoli.

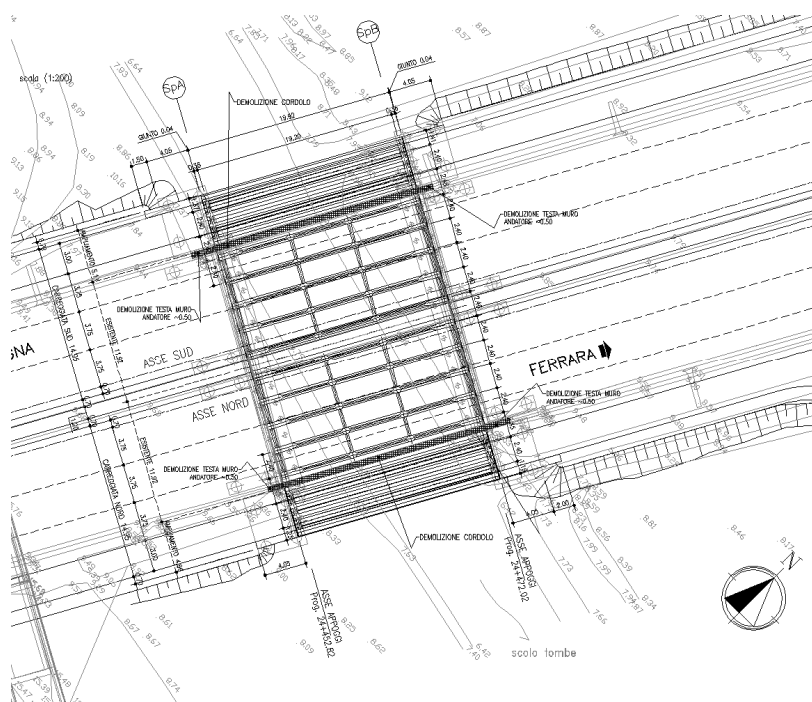
Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 22 m circa.

L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

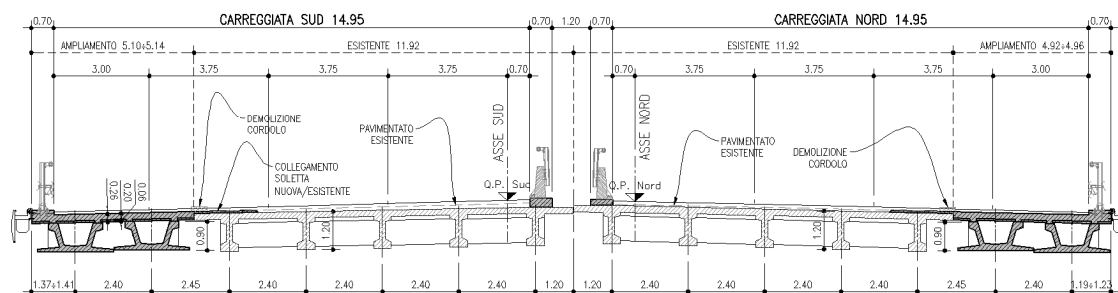
La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato

SEZIONE TRASVERSALE TIPO scala (1:100)
IN RETTO



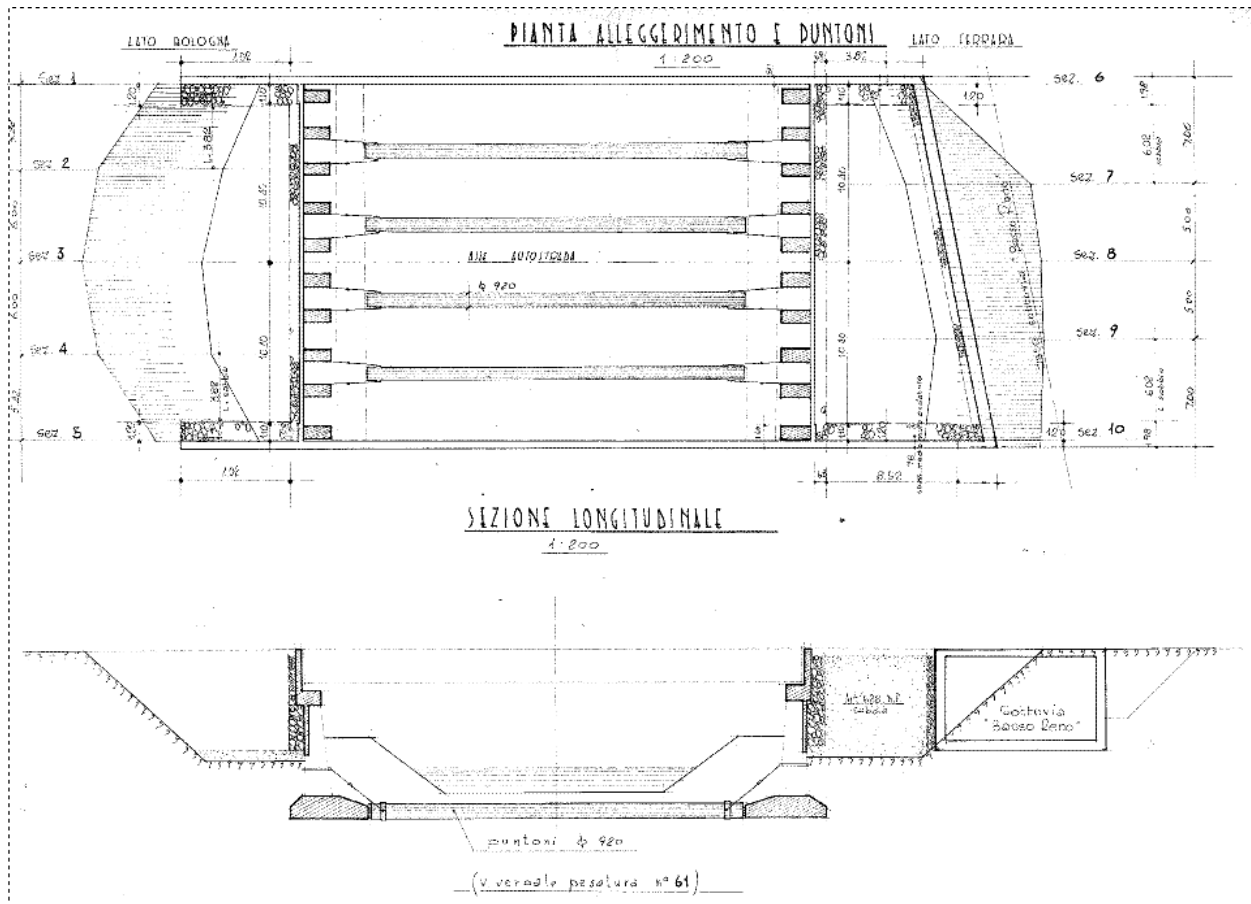
Sezioni trasversali allargate

OPERA N. 154 È PONTE RIOLO PROGR. KM. 25+150 e OPERA N. 155 SOTTOVIA BASSO RENO KM. 25+180

OPERA N. 154 È PONTE RIOLO PROGR. KM. 25+150

Descrizione della struttura e criticità strutturali/geotecniche Ponte Riolo

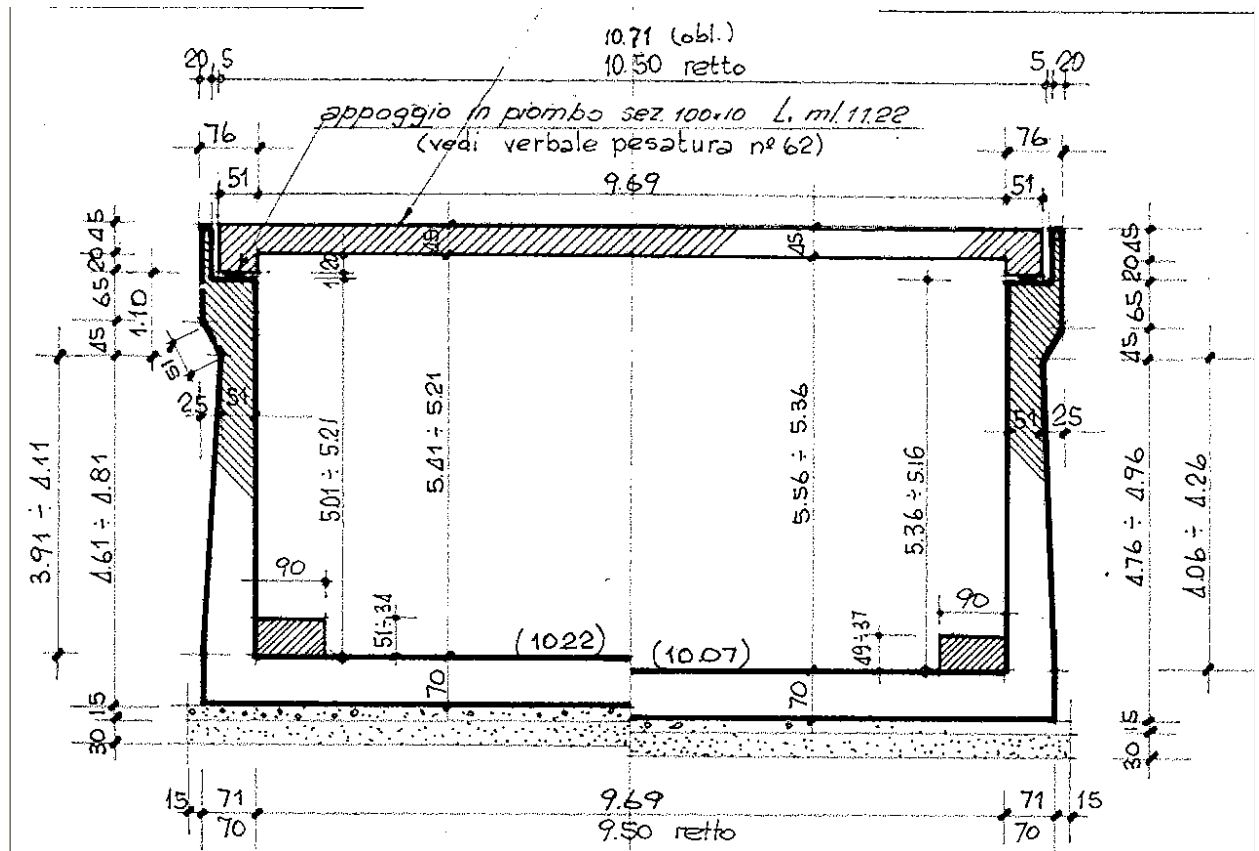
- la struttura esistente del ponte sul Riolo consiste (vedi figure) di due spalle fondate su pali tipo $\%W$ est+ \varnothing 533mm e pali tipo $\%Franki$ + \varnothing 500mm . muri andatori su pali \varnothing 450mm; l'ampalcato è costituito da una soletta su travi in c.a.p. a doppia T, h=1,95m - ad interasse i = 2,40m . Lt = 32,57m;
- già in fase di costruzione, per contenere gli spostamenti indotti sulle due spalle, sono stati apportati notevoli modifiche al progetto originario ; in particolare oltre a aver aggiunto pali sotto le due fondazioni è stato inserito un elemento puntone tra i due plinti (vedi figura sotto).
- da indicazioni ottenute presso il Tronco di esercizio di Bologna , sulla struttura sono stati rilevati negli anni degli spostamenti in corrispondenza degli appoggi. L'ampalcato, da una analisi visiva, risulta comunque in buone condizioni.



SOTTOVIA BASSO RENO KM. 25+180

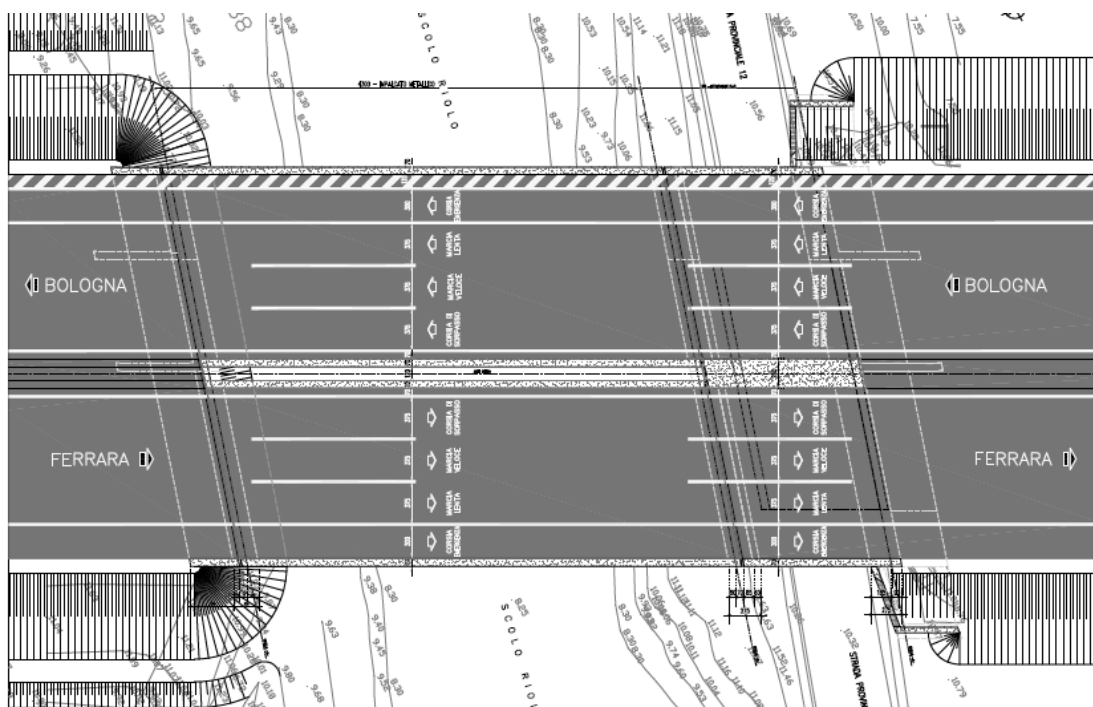
Descrizione della struttura e criticità strutturali/geotecniche/stradali

- L'opera esistente con luce 9,5 mt è costituita da un muro a U su cui è appoggiata una soletta di circa 45 cm; tale opera non risulta verificata rispetto all'attuale normativa sismica;
- l'opera si trova adiacente al ponte sul Riolo per cui si è previsto un intervento di demolizione integrale dell'impalcato (il nuovo ponte viene costruito con metodo "Milano");
- il franco altimetrico disponibile attualmente è di circa 4,68 mt (5 mt è il minimo previsto dalle attuali norme), e tale franco si riduce a 4,36 mt, nell'ipotesi di prolungare l'opera con la stessa sezione dell'esistente;
- la livelletta stradale in corrispondenza del sottovia si avvallava, formando un minimo in corrispondenza dell'imbocco lato carr.ta nord ed è già presente un sistema di raccolta che confluisce nel tombino a nord del sottovia;
- La livelletta autostradale risulta concava con un massimo in corrispondenza dell'opera;

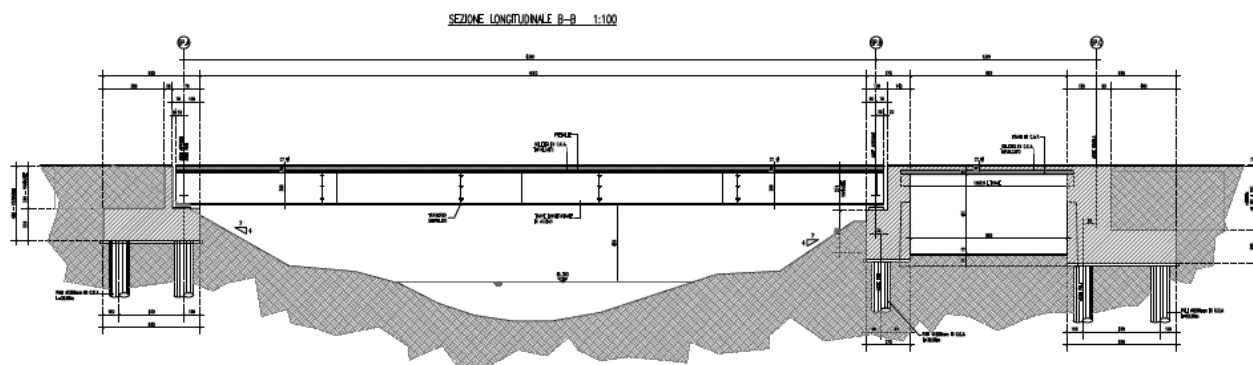


Il Progetto Definitivo

Per quanto sopra la nuova opera prevista in progetto è costituita da due sistemi costruttivi differenti. In particolare, la porzione denominata "Ponte Riolo" è costituita da un impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo con schema statico in semplice appoggio. L'impalcato appoggia sulle spalle A e B dell'opera. La spalla B costituisce il sostegno anche per la porzione di opera denominata "Sottovia Basso Reno", realizzata con un impalcato a travi in cemento armato precompresso, solidarizzate da una soletta in cemento armato gettata in opera. L'impalcato risulta inoltre solidarizzato anche alle spalle B e C, attraverso la realizzazione di un getto in opera di continuità con le spalle. L'andamento planimetrico dell'opera è in rettilo.



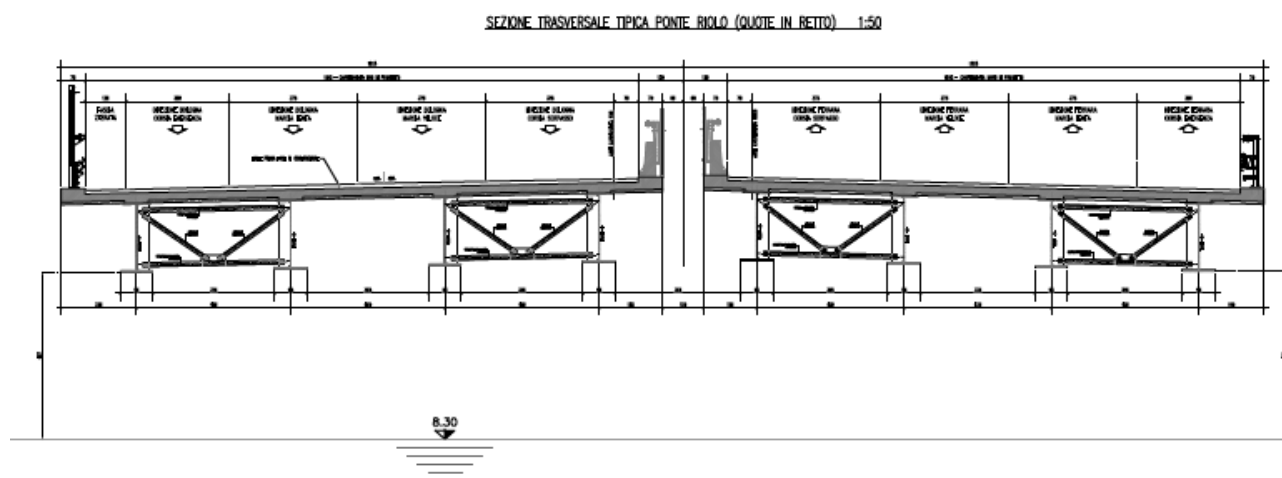
L'impalcato presenta una obliquità di circa 11° rispetto alla direzione ortogonale al senso di marcia.



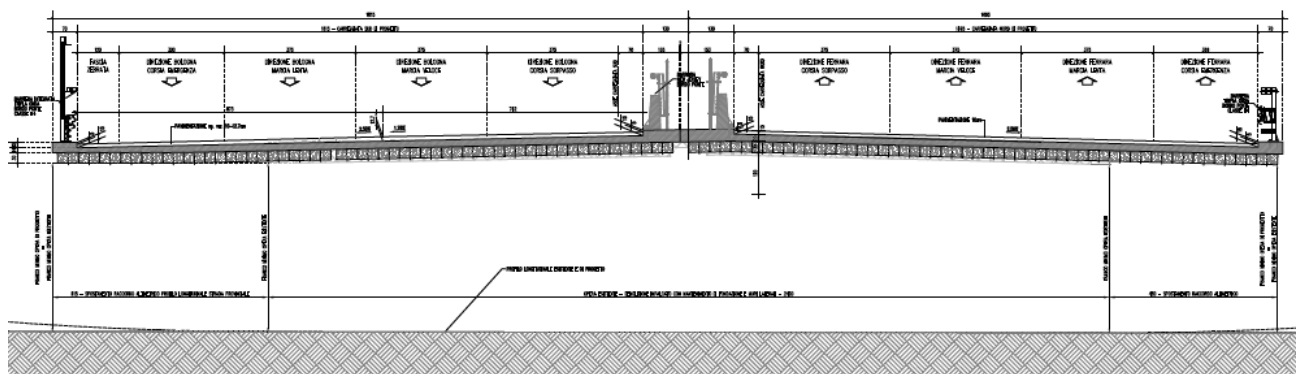
La sezione trasversale dell'opera è costituita da due carreggiate separate, una per senso di marcia, caratterizzate dalle seguente geometria trasversale:

- carreggiata Sud - Direzione Bologna: una sede carrabile di 16.15m, e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.70m ciascuno.
- Carreggiata Nord - Direzione Ferrara: una sede carrabile di 14.95m, e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.70m ciascuno.
- L'opera ha lunghezza complessiva 56.70m, ed è costituito da una campata in semplice appoggio di lunghezza pari a 43.00m, fra la Spalla A e la Spalla B, e da una seconda campata a portali di lunghezza pari a 13.70m, fra la Spalla B e la Spalla C.

Ciascun impalcato della campata fra la Spalla A e la Spalla B è della tipologia mista acciaio-calcestruzzo costituito da 4 travi a doppio T in acciaio, di altezza pari a 2.00m e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore pari a 0.30m. Le travi sono collegate a due a due da traversi reticolari posti ad interasse di 2.15m; i diaframmi di spalla sono invece a parete piena. La struttura metallica, di lunghezza complessiva pari a 44.00m, verrà realizzata tramite n.4 conci trasportabili di lunghezza rispettivamente pari a 10.00m, 11.50m, 12.50m e 10.00m.



SEZIONE TRASVERSALE SOTTOVIA BASSO RENO (QUOTE IN RETTO) 1:50



L'impalcato della campata fra la Spalla B e la Spalla C, necessaria per lo scavalco della SP 12, è della tipologia a travi in cemento armato precompresso, costituita da n. 57 travi prefabbricate in c.a.p. di altezza pari a 0.30m e larghezza di 0.60m solidarizzate da una soletta in c.a. gettata in opera, di spessore pari a 0.20m. Le travi risultano, in prima fase, in schema statico di semplice appoggio fra le due spalle; in seconda e ultima fase le travi saranno solidarizzate tra loro e alle spalle attraverso il getto della soletta, previa la posa in opera di idonee armature in grado di trasmettere il momento negativo indotto dai pesi permanenti portati e dai carichi accidentali alle spalle stesse. In questa maniera, l'impalcato, in fase definitiva, risulta incastrato alle spalle. La sezione trasversale in questa porzione di struttura vede le due carreggiate appartenere ad uno unico impalcato, con le seguenti dimensioni:

- carreggiata Sud - Direzione Bologna: una sede carrabile di 16.15m, e cordolo esterno di larghezza pari a 0.70m
- Carreggiata Nord - Direzione Ferrara: una sede carrabile di 14.95m, e cordolo esterno di larghezza pari a 0.70m
- Cordolo centrale di larghezza pari a 2.60m

Il sistema di vincolamento previsto per il Cavalcavia, nella porzione fra la spalla A e la spalla B, è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Si prevede l'inserimento di guide longitudinali accoppiate ai dispositivi presenti sulla Spalla B, in modo da creare un allineamento mobile in direzione longitudinale e fisso in direzione trasversale. L'allineamento sulla spalla A, invece, risulta fisso sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale.

Le spalle dell'opera sono in conglomerato cementizio armato, e presentano una platea con fondazione su pali di grande diametro (ϕ 1200), in numero di 24 per la spalla A e 20 per la spalla C. La spalla B invece è fondata su una paratia di 20 pali di grande diametro (ϕ 1200), posti su una unica fila.

Fasi costruttive

A causa della necessità di lasciare aperto il traffico sulla sede autostradale, si prevede di costruire l'opera per fasi. Per questo motivo, l'impalcato in carreggiata Sud risulta, a parità di numero di travi, leggermente più largo rispetto a quello della carreggiata Nord. Inoltre, nelle fasi iniziali dei lavori, la carreggiata Sud verrà aperta al traffico in configurazione diversa rispetto a quella finale, ovvero con una sezione trasversale di larghezza ridotta.

Le principali fasi costruttive dell'opera sono elencate di seguito:

Deviazione del traffico in Carreggiata Sud - direzione Bologna su corsie a larghezza; demolizione delle strutture in elevazione della prima fascia in carreggiata Sud esistente, realizzazione di berlinesi provvisori e demolizione del muro in gabbioni sulla spalla lato Padova carreggiata Sud

Realizzazione della prima fascia di opere di progetto in carreggiata Sud; demolizione di parte di berlinese e realizzazione dei rilevati

Deviazione del traffico in Carreggiata Sud - direzione Bologna sulla nuova opera di progetto con corsie a larghezza ridotta; realizzazione di berlinesi in asse autostrada; completamento della demolizione delle strutture in elevazione della carreggiata Sud esistente

Abbassamento delle berlinesi realizzate in fase 1 e completamento della carreggiata Sud di progetto

Deviazione del traffico in carreggiata Nord - direzione Ferrara su carreggiata Sud di nuova realizzazione; demolizione delle opere esistenti in elevazione in carreggiata Nord; demolizione parziale berlinesi realizzate in fase 3; demolizione muro in gabbioni lato padova carreggiata Nord

Abbassamento delle berlinesi e realizzazione delle spalle e dei muri andatori dell'opera di progetto in carreggiata Nord.

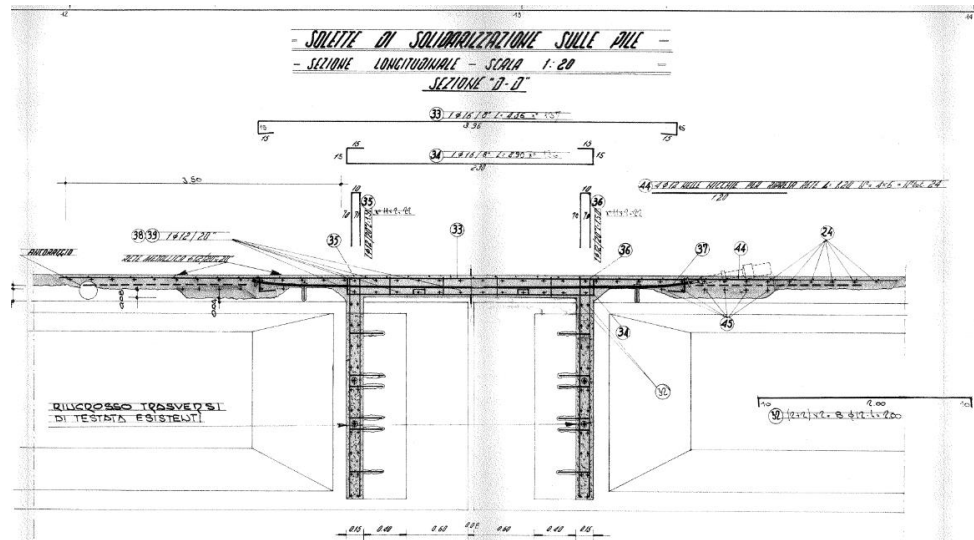
OPERA N. 158 È PONTE FIUME RENO - - PROGR. KM. 26+398

Storia

Il progetto originario (anni 60) ha previsto la costruzione di un ponte costituito da 12 campate scollegate e in semplice appoggio sulle pile. Ogni campata era costituita da un unico impalcato ospitante entrambe le vie di corsa, con 7 travi in CAP collegate da 4 traversi (2 agli appoggi e 2 in campata).

Nel successivo intervento di adeguamento funzionale (anni 80) si è scelto di dividere longitudinalmente gli impalcati, demolendo la trave centrale, aggiungendo due nuove travi in CAP laterali ed allungando i traversi esistenti, realizzando in questo modo due impalcati indipendenti (uno per ciascuna via di corsa), ciascuno

sorretto da 4 travi. Contestualmente si è scelto di costruire una soletta di solidarizzazione sulle pile per mettere in continuità longitudinale gli impalcati (vedi figura seguente), escludendo solo la pila n.5, nella quale è stato preservato il preesistente giunto; si è altresì proceduto all'ispessimento della sezione corrente di soletta e ad un ispessimento dei trasversi.



Dettagli soletta di solidarizzazione in corrispondenza delle pile

L'intervento oggetto di questa relazione ha come scopo l'ampliamento da ambo le parti di ciascuna carreggiata, con allargamento dell'impalcato da realizzarsi utilizzando travi in acciaio.

Data la simmetria del problema, nei dimensionamenti proposti nel presente documento viene considerata una sola carreggiata.

Descrizione dell'opera

Le campate sono uguali tra loro e hanno luce di calcolo pari a 30,95 m e lunghezza di 32,65 m.

La larghezza complessiva della piattaforma di progetto in sezione trasversale è pari a 16,5 m circa per ciascuna carreggiata, dovuta all'ampliamento di 4,75 m (lato esterno) e 1,77 m (lato interno) dell'attuale piattaforma di 10,2 m, oltre a cordoli ed eventuali marciapiedi.

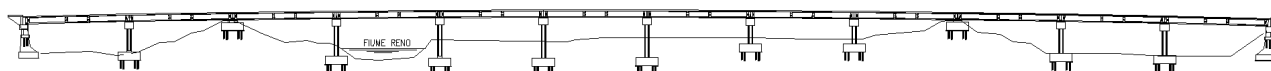
Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.95 m ed interasse 2.70 m, tutte sostenute alle estremità da isolatori in elastimerico armato. Le spalle e le pile sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato.

L'intervento di ampliamento, conseguenza della realizzazione per ciascuna carreggiata della terza corsia autostradale, consiste in un allargamento delle estremità dell'impalcato esistente di 4,75 metri per parte, attraverso la realizzazione di nuove porzioni di impalcato, affiancate a quelli esistenti, costituite da due travi in acciaio di altezza 1,90 m. Inoltre viene aggiunto uno sbalzo di larghezza 1,77 m sul lato interno, demolendo il cordolo esistente e aggiungendo una trave in acciaio, a supporto del nuovo cordolo, di altezza 1,90 m.

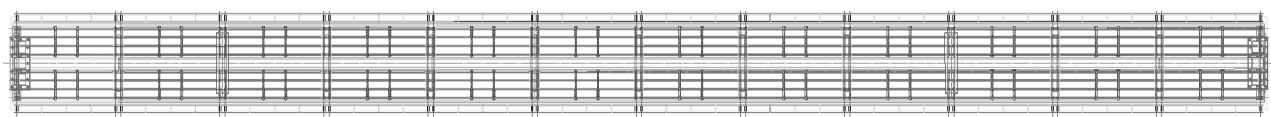
Le nuove porzioni di impalcato si realizzano con travi in acciaio a sezione aperta solidarizzate con traversi in acciaio.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima (e comunque non inferiore) a quella dell'impalcato esistente.

Nelle figure seguenti viene illustrata la geometria dell'opera. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici dedicati.



Profilo Longitudinale



Pianta impalcato di progetto

Il manufatto nel suo insieme è costituito da dodici campate uguali tra loro.

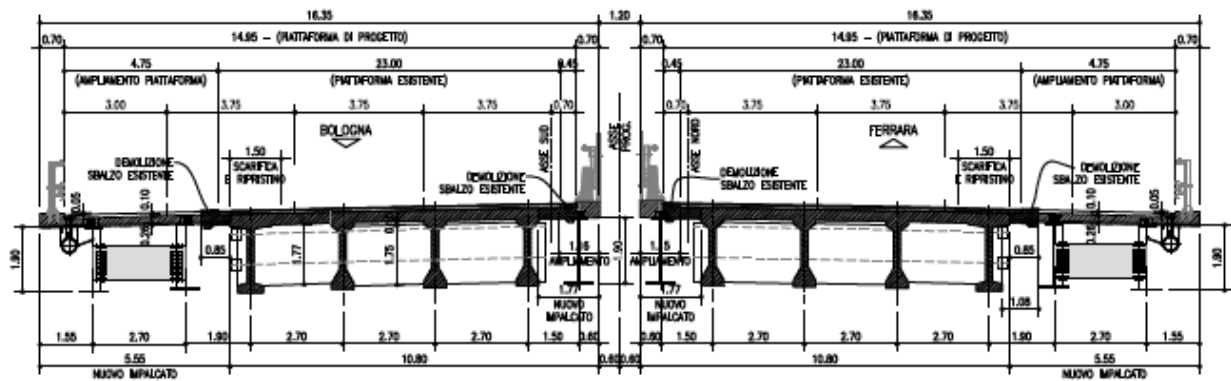
Ogni campata si compone attualmente di 8 travi prefabbricate con sezione a π di altezza $H = 1.95$ m e interasse $i = 2.70$ m; la soletta è realizzata con predalles prefabbricate di spessore 0.06 m e getto in opera a realizzare uno spessore complessivo strutturale di 0.30 m. Sono presenti quattro traversi di cui due in asse appoggi. L'allargamento di 4,75 m in progetto vede l'affiancamento e solidarizzazione di due travi con elementi saldati in acciaio, per un'altezza complessiva di $H_{TRAVE} = 1.90$ m. L'allargamento di 1.77 m in progetto vede un'unica trave in acciaio, per un'altezza complessiva di $H_{TRAVE} = 1.90$ m.

La connessione con l'opera esistente si realizza, lungo l'intero sviluppo della stessa, tramite sezione di sutura in soletta e il posizionamento di barre inghisate ad intradosso e vincolate monoliticamente nel sovraspessore strutturale ad estradosso.

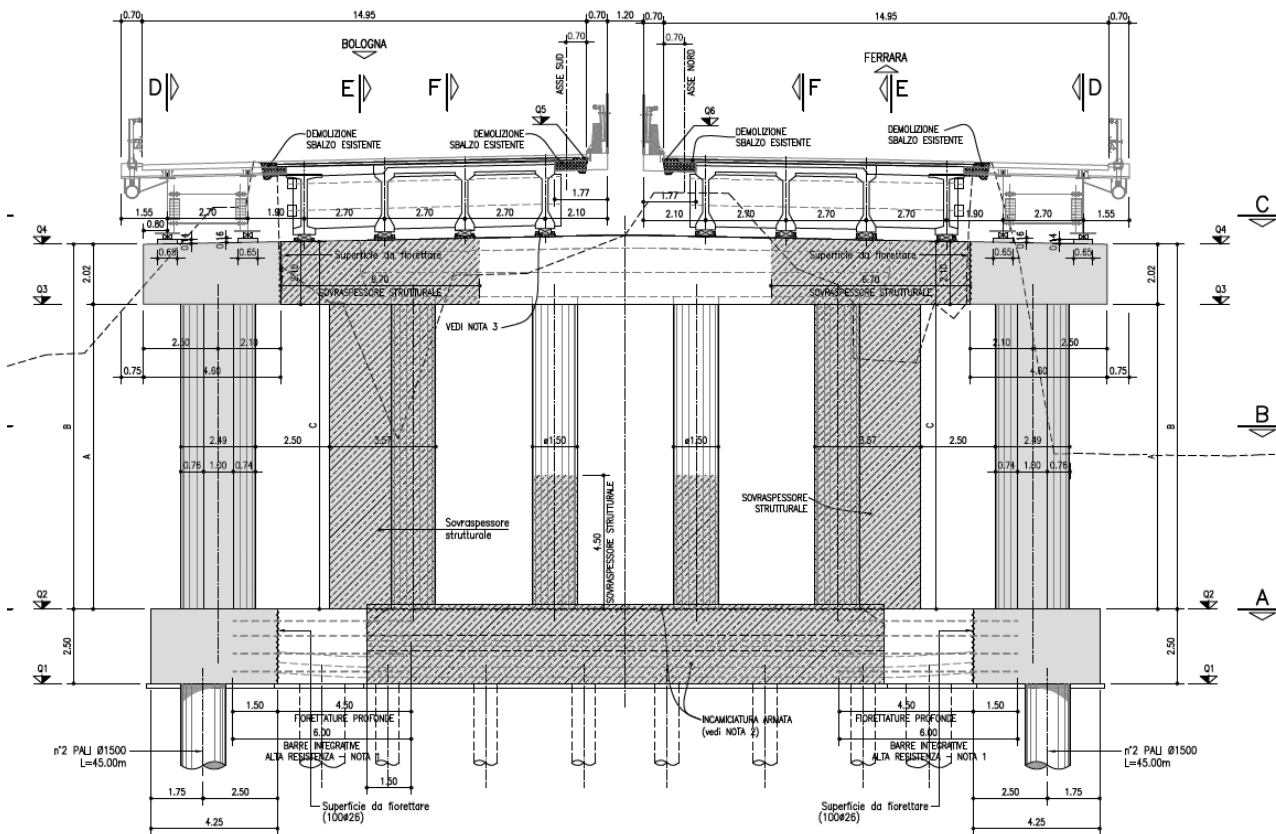
La reciproca connessione trasversale delle nuove travi è garantita, oltre che dalla soletta costituita da getto in opera su predalles prefabbricate, dalla presenza di traversi in asse appoggi.

La soletta in allargamento, di larghezza trasversale pari a 4.75 m oltre cordoli/marciapiedi, ha spessore costante pari a complessivi 0.26 m, di cui 0.06 m di predalles.

SEZIONE TRASVERSALE TIPO PROGETTO scala (1:100)



VISTA scala (1:100)



Vista in corrispondenza delle Pile

Le fondazioni dell'opera sono di tipo profondo su pali; in particolare, per la parte del ponte esistente, si hanno:

PILE 1, 7, 8, 10 e 11

Prima costruzione n. 12 pali Ø 800 mm L = 30/32 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 2 e 9

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

PILE 3, 4, 5 e 6

Prima costruzione n. 10 pali Ø 800 mm L = 36/37 m

Primo ampliamento n. 2+2 pali Ø 1500 mm L = 45 m

SPALLE

Prima costruzione n. 17 pali Ø 800 mm L = 30/33 m

Primo ampliamento n. 1+1 pali Ø 1500 mm L = 45 m

Per il secondo ampliamento (oggetto del presente documento) si prevedono per ognuna delle spalle, n. 5+5 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m; per le pile: n. 2+2 pali Ø 1500 mm di lunghezza L = 45 m

OPERA N. 165 È SCOLO PRINCIPALE - PROGR. KM. 28+819

L'opera esistente è costituita da un manufatto a singola campata avente luce di calcolo pari a 19.55 m e lunghezza complessiva delle travi 20.45 m circa ed è caratterizzata da una marcata inclinazione tra l'asse autostradale e l'allineamento degli appoggi, con angolo planimetrico pari a circa 47°.

La larghezza complessiva in sezione trasversale è pari a 12 m circa per ciascuna carreggiata e, a valle dell'intervento in progetto, vi sarà un incremento della piattaforma pari a mediamente 5.10 m per la carreggiata sud e circa 5.05 per la nord, oltre cordoli.

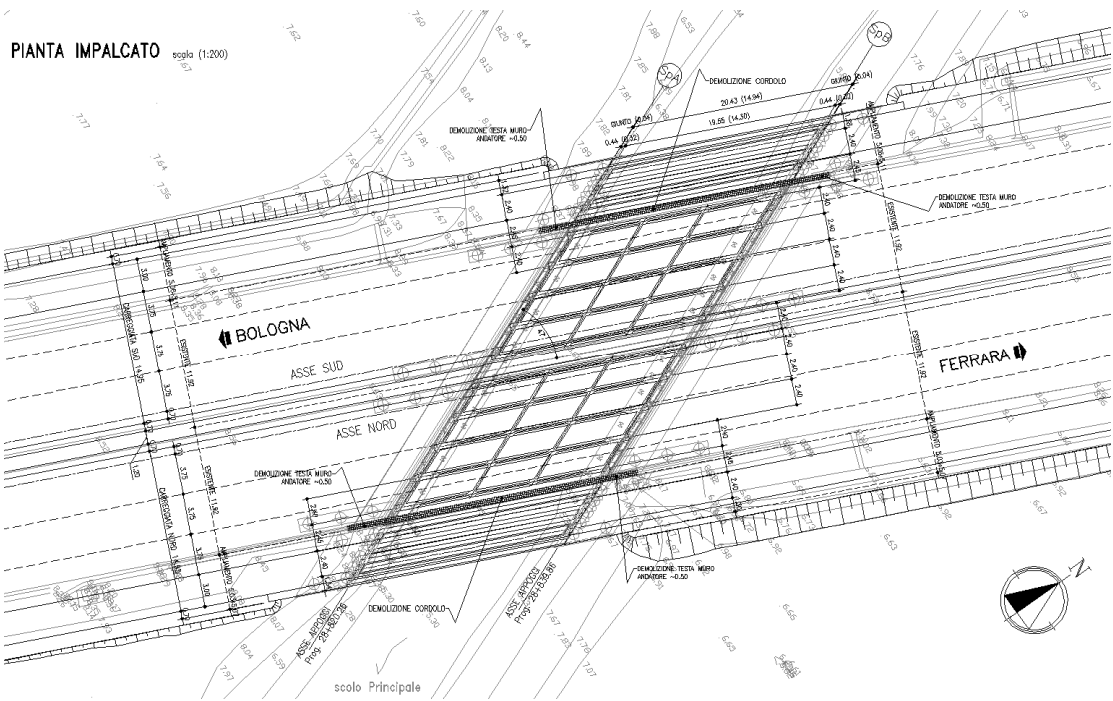
Il manufatto si compone di impalcati realizzati mediante travi prefabbricate affiancate di altezza 1.00 m oltre soletta ed interasse 2.40 m, sostenuti alle estremità da appoggi in neoprene.

Le spalle sono costituite da monoliti in calcestruzzo armato; le sezioni del paramento sono rettangolari e poggianti su plinti fondati su un sistema di pali di diametro 0.45 m circa e lunghezza 20 m circa.

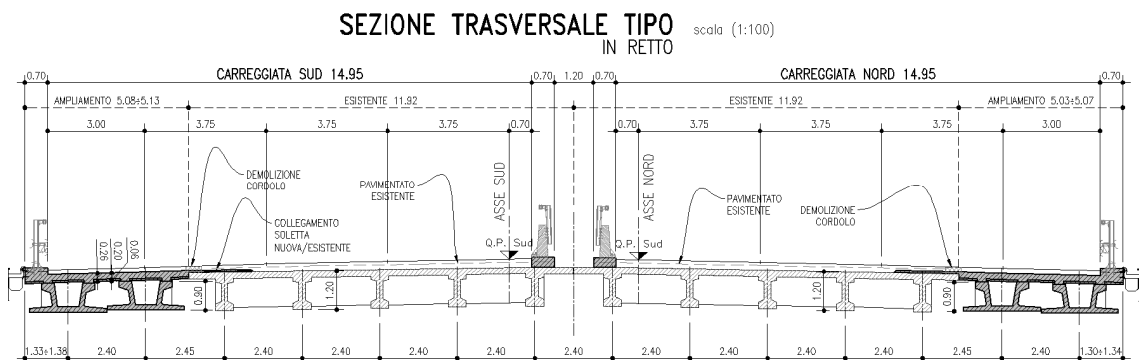
L'allargamento interessa entrambe le carreggiate lato esterno e vede la realizzazione di spalle in calcestruzzo armato su pali, mantenendo i medesimi allineamenti dell'opera attuale.

La nuova porzione di impalcato si realizza con travi in cap a sezione aperta che garantiscono buona stabilità in fase di getto e conferiscono rigidità torsionale una volta solidarizzate con la soletta gettata in opera.

La connessione tra la porzione di impalcato esistente e quella in allargamento si realizza attraverso la soletta, con l'ausilio di barre di cucitura ad intradosso e ad estradosso ancorate alla soletta esistente tramite inghisaggi. La scelta della carpenteria delle travi è stata effettuata al fine di garantire buona stabilità in fase di getto della soletta e rigidità flessionale longitudinale dell'insieme trave-soletta prossima a quella dell'impalcato esistente.



Pianta impalcato allargato



Sezioni trasversali allargate

14.1.3 Cavalcavia

Nella tabella seguente sono elencati i cavalcavia interferenti con l'ampliamento autostradale alla terza corsia.

WBS	Progr. Km	VIABILITA'	PROVINCIA	COMUNE	INTERVENTO	GESTIONE TRAFFICO DURANTE I LAVORI
CV001	002+604,830	Strada comunale via Peglion L=12.00m	BOLOGNA	BOLOGNA	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV033	003+000,000	Svincolo di Castel Maggiore L=13.50m	BOLOGNA	BOLOGNA	NUOVO	
CV002	003+208,120	Strada comunale Ca' del Diavolo L=5.0m	BOLOGNA	BOLOGNA	DEMOLIZIONE	
CVXXX	003+462,236	Intermedia di Pianura L=12.40m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN ALTRO INTERVENTO	
CV003	004+589,060	Strada comunale Stradellaccia L=12.00m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV004	005+378,890	SP 46-Via Matteotti L=12.00m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV005	006+133,480	Strada vicinale Santa Caterina L=5.40m	BOLOGNA	CASTEL MAGGIORE	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV006	006+909,510	Strada vicinale Chebotti-Saliceto L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	DEMOLIZIONE	
CV007	007+546,740	S.P. 3 Trasv. di Pianura L=11.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	PREDISPOSTO	
CV008	007+955,080	Svincolo Bologna Interporto L=9.90m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	PREDISPOSTO	
CV009	008+262,610	Strada comunale Paradiso L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV010	009+407,720	Strada comunale San Marino L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV011	009+949,470	Strada comunale Canale L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV012	010+340,950	Strada podere Santa Lucia L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV013	012+295,910	Strada comunale Barche L=12.00m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV014	013+595,340	SP 44 Via Asinari L=13.50m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV015	014+871,190	Strada podere Palazzo L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV016	015+551,870	Strada podere Palazzo Gazzadini L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV017	016+071,560	Strada podere Spagnola L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV018	017+007,600	Via Saletto L=13.50m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV019	018+057,830	Strada podere La Casella L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV020	019+303,010	Strada La Castellina L=5.40m	BOLOGNA	BENTIVOGLIO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV021	020+250,050	SP20 Chiavicone L=13.50m	BOLOGNA	MALABERGO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV022	020+453,520	Svincolo Stazione Altedo L=13.50m	BOLOGNA	MALABERGO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV023	024+425,000	Strada Tombe L=5.40m	BOLOGNA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV024	027+422,190	Strada podere Sabbioni-Arnoffi L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV025	028+067,510	Strada podere Isolani L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV026	028+736,160	Strada podere Gallo L=12.00m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV027	029+085,290	SP 25 Via Segadizzo L=13.50m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV028	030+153,160	Strada podere Torniano L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV029	031+317,270	Strada podere Morgosa L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV030	031+808,080	Strada podere Valletta L=5.40m	FERRARA	POGGIO RENATICO	IN SEDE	INTERRUZIONE
CV031	032+074,410	SP 8 Via Uccellino L=13.50m	FERRARA	POGGIO RENATICO	FUORI SEDE	IN ESERCIZIO
CV032	033+348,370	Strada comunale Imperiale L=12.00m	FERRARA	FERRARA	IN SEDE	INTERRUZIONE

Elenco cavalcavia

Lungo il tracciato è previsto il rifacimento di n. 28 cavalcavia, difatti sono solo 2 i cavalcavia che risultano già predisposti. Il cavalcavia della strada Comunale Ca del Diavolo (prog. Km 3+208.120) non viene ripristinato perchè risulta interferente con il nuovo svincolo di Castel Maggiore; gli attraversamenti dell'autostrada sono comunque garantiti dal il nuovo cavalcavia alla progr. Km 3+462.236 del tratto D dell'intermedia di Pianura. Il cavalcavia alla progressiva 6+909.510 della strada vicinale Chebotti . Saliceto non viene ripristinato dal momento che la strada esistente risulta inutilizzata.

La configurazione dei cavalcavia è stata prescelta al fine di standardizzare il più possibile le opere, consentendo una elevata industrializzazione del processo realizzativo. Al fine di agevolare la posa in opera, limitando al minimo le interferenze con l'esercizio, la soluzione prescelta è stata quella della trave composta acciaio/calcestruzzo.

Le strutture, nel loro complesso vengono calcolate sulla base dei nuovi criteri progettuali contenuti nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni allegate al D.M. 14 Gennaio 2008; come consentito dalle norme

stesse per i criteri relativi alle verifiche di dettaglio, ci si riferirà in generale al complesso normativo degli Eurocodici, in conformità ai relativi Documenti di Applicazione Nazionale.

Sono state individuate n. 6 tipologie di opere di scavalco in funzione della tipologia della strada e della lunghezza dello scavalco, nonché l'eventuale inclinazione rispetto all'asse autostradale.

Per la selezione delle tipologie, si prevedono due differenti luci di scavalco:

L1 = 38.0 m scavalco di autostrada a tre corsie;

L2 = 45.50 m scavalco di autostrada a tre corsie + corsie di accelerazione/decelerazione (adottato anche per scavalco di autostrada a quattro corsie).

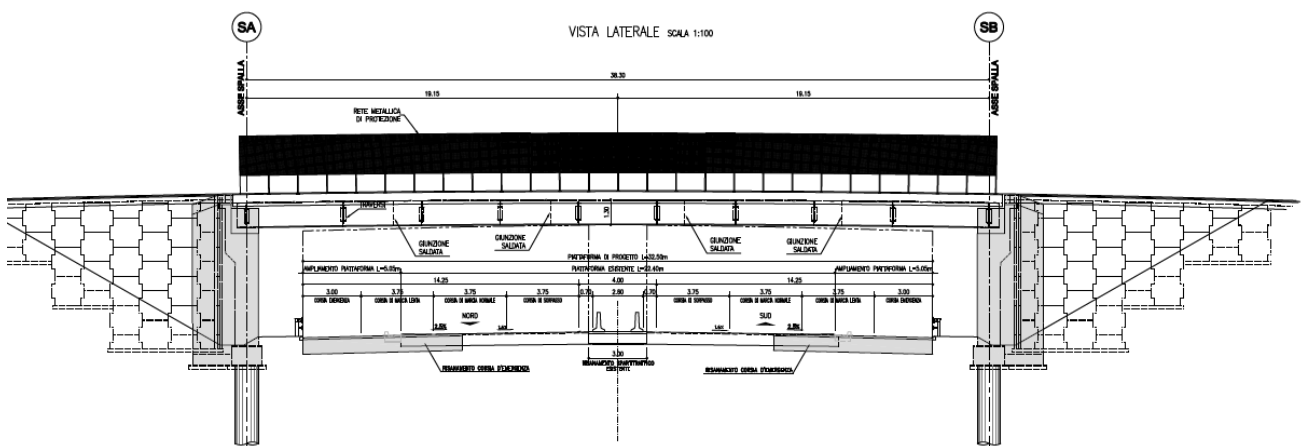
In funzione delle differenti condizioni morfologiche dettate dalla geometria dei rilevati d'approccio al cavalcavia, sito, l'organizzazione delle campate individua due ulteriori famiglie:

- cavalcavia a luce singola
- cavalcavia a tre luci

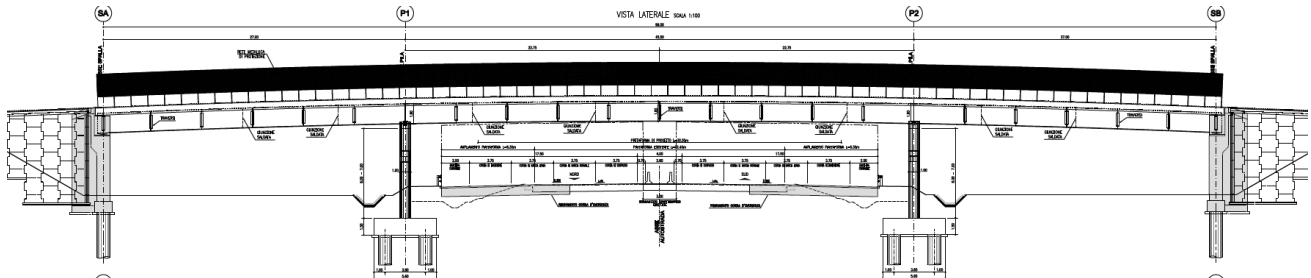
per scavalco da 38.0 m, sequenza luci 23.0 + 38.0 + 23.0

per scavalco da 45.50 m, sequenza luci 27 + 45.50 + 27

Ciascuna delle quattro tipologie di cavalcavia individuate potrà presentare differenti larghezze di piattaforma, in funzione della geometria della sede stradale. L'esame delle varie situazioni porta pertanto ad individuare tre differenti larghezze complessive di soletta (a1), determinate in funzione della larghezza della sede stradale, e delle varie tipologie di arredo previste (presenza di marciapiedi, pista ciclabile, barriere, etc.), ottenendo larghezze complessive pari rispettivamente a **5.4, 12.0 e 13.50 m**.



cavalcavia luce unica



Cavalcavia tre luci

Sovrastuttura d'impalcato

Le travate dei CV di larghezza 13.50 e 12 m, saranno realizzate mediante due coppie di travi metalliche in composizione saldata, poste a distanza trasversale pari a 3.40 m.

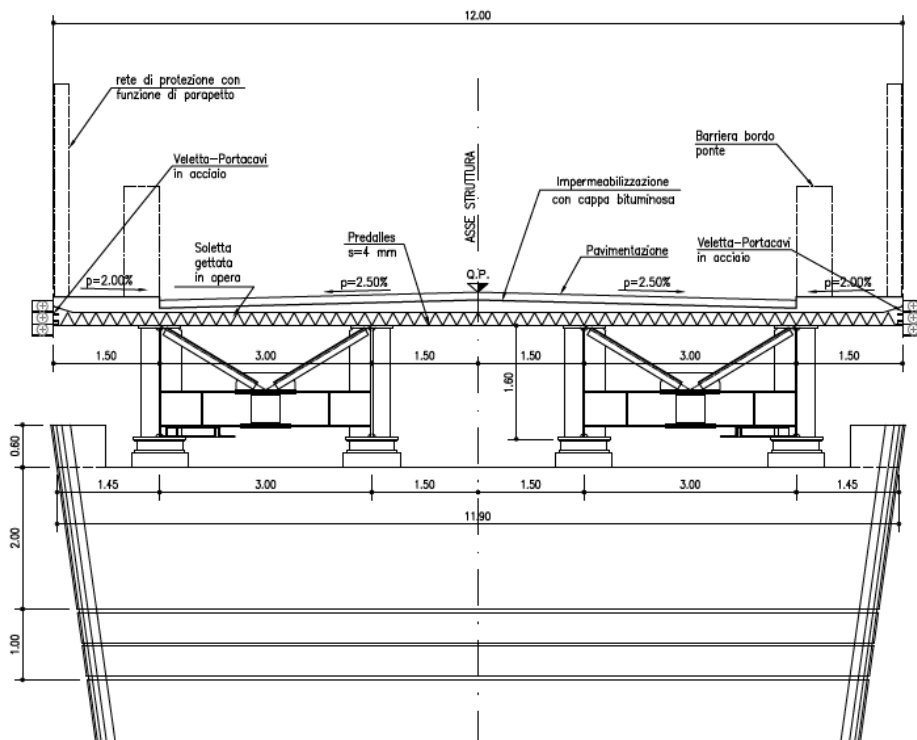
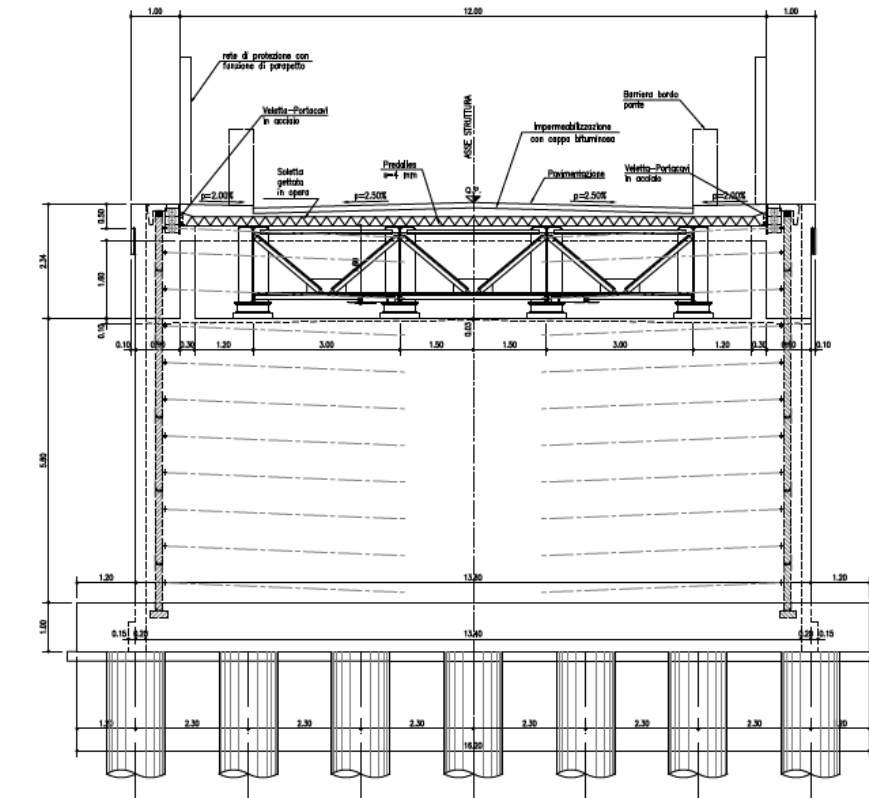
Per i CV da 5.40 m, si adotta una coppia di travi metalliche, con traversi in campata ad interasse 4.00 m circa, e distanza trasversale pari a 3.00 m.

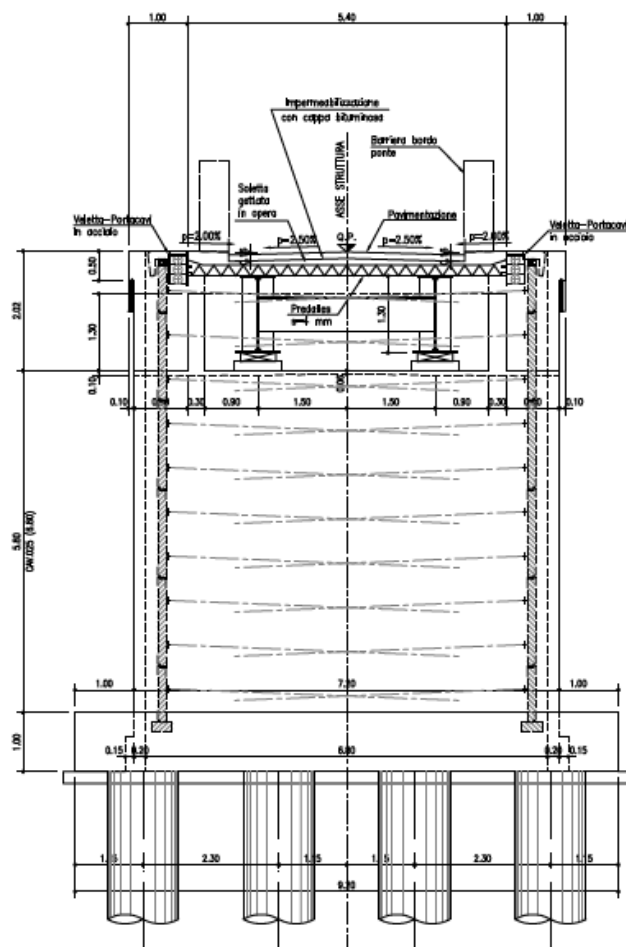
L'altezza delle travi metalliche è costante, al fine di agevolare le lavorazioni di officina. Lo studio di ottimizzazione delle sezioni, ha portato all'individuazione delle seguenti tipologie:

trave metallica da 1.60 : per la realizzazione dei cavalcavia a una luce e tre luci da 38.30 m.

trave metallica da 1.80 : per la realizzazione dei cavalcavia a una luce e tre luci da 45.80 m.

trave metallica da 1.30 : per la realizzazione dei cavalcavia con destinazione particolare.





Sottostrutture

Le pile intermedie della tipologia a tre luci sono formate da un setto in c.a. dello spessore di 1.0 m, e di larghezza crescente a partire dalla quota fondazione fino al piano appoggi. Le fondazioni sono previste su 10 pali \varnothing 1200 mm collegati da un plinto di dimensioni 14 x 5.8 e spessore 1.50 m. Le spalle sono concepite in modo da assorbire, senza indurre significativi stati coattivi, le deformazioni di dilatazione/contrazione della struttura di impalcato; esse sono pertanto formate da un allineamento di pali \varnothing 1200 mm, coronate da un pulvino sommitale pure in c.a., realizzato in due fasi:

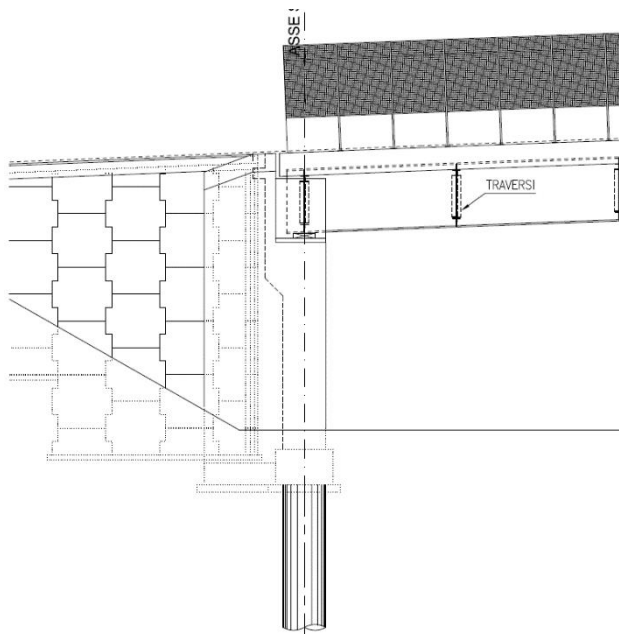
- ~ fase 1: realizzazione piano appoggio travi
- ~ fase 2: realizzazione getto di completamento per connessione coda travi.

Le spalle sono realizzate mediante setto in c.a., e configurate in modo da risultare indipendenti dal rilevato retrostante, mediante interposizione di muro in terra armata.

Tale soluzione, che comprende anche l'utilizzo di una soletta di transizione, consente di agevolare l'evoluzione dei cedimenti verticali dei rilevati senza indurre alcun tipo di problematica alla struttura.

Sistema di vincolo

Il sistema di vincolo si compone di apparecchiature in elastomero armato ad alto smorzamento, disposte sia sulle spalle, sia sulle pile.



Cavalcavia in sede

Alcuni cavalcavia possono essere ricostruiti in sede in quanto esiste la possibilità di trovare una viabilità alternativa che non richieda allungamenti di percorso eccessivo.

Per questi casi, illustrati nella tavola di disegno dedicata, viene adottata una soluzione strutturale per il cavalcavia, le spalle e le pile del tutto identica a quelle precedentemente illustrate per i viadotti a tre luci costruiti fuori sede.

Soltanto le fondazioni delle pile sono state modificate per non interferire con la struttura esistente.

Infatti esse sono costituite da una fila di pali accostati in c.a. collegati in testa da un cordolo in c.a. dal quale partono i fusti delle pile

14.1.4 Opere d'arte minori

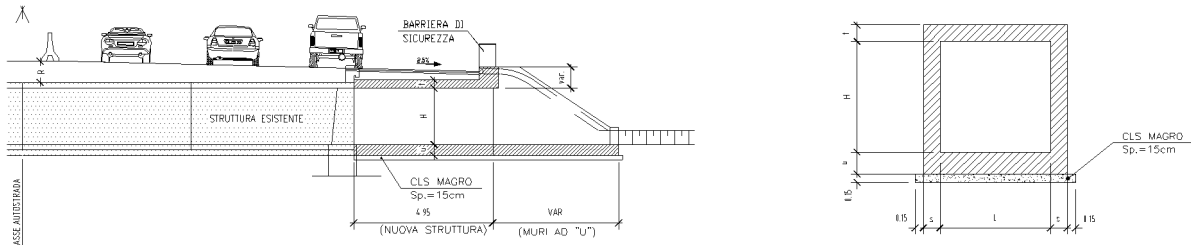
- Scatolari

La struttura esistente è a telaio chiuso monocellulare e viene mantenuta anche nell'ampliamento dell'opera.

In progetto si prevede la chiodatura della porzione in ampliamento all'esistente senza mirare alla realizzazione della continuità strutturale, in modo da non alterare il quadro tensionale su quest'ultima. In taluni casi è risultato necessario prevedere interventi di rinforzo della porzione in situ, realizzati tramite incremento

dello spessore delle sezioni resistenti di piedritti e solette, con connessione meccanica del nuovo getto armato all'esistente.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nelle figure sottostanti:

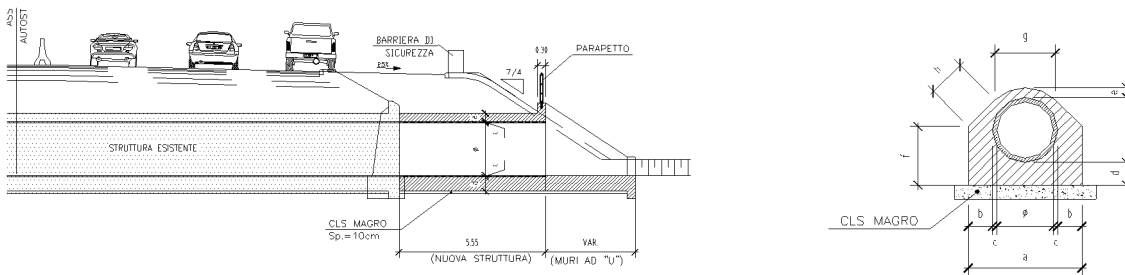


- Tombini tubolari in calcestruzzo

La struttura esistente è costituita da una struttura a sezione longitudinale tubolare e tale sezione viene mantenuta anche nell'ampliamento dell'opera.

La solidarizzazione tra la struttura esistente e l'ampliamento avviene tramite barre fiorettate lungo tutta la superficie di contatto che hanno il solo scopo di limitare i cedimenti differenziali ma non il ripristino della monoliticità tra le varie porzioni.

La geometria degli interventi suddetti è riportata nelle fig. sottostanti:



Inoltre è prevista la sostituzione di una serie di tombini esistenti dal momento che le attuali strutture di presentano ammalorate e degradata come da tabelle seguenti.

Tombini scatolari

TOMBINO	PROGRESSIVA (da E.E.)	Base X Altezza	LUNGHEZZA INTERVENTO DI SOSTITUZIONE [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI ALLUNGAMENTO [m]		LUNGHEZZA TOTALE INTERVENTO [m]	H = ALTEZZA MURO [m]	
				SUD	NORD		SUD	NORD
T003	1+912	1,00x1,00	27,36	-	10,16	37,52	-	2
T004	2+292	1,00x1,00	26,90	-	10,16	37,06	-	2
T005	2+575	1,00x1,00	26,50	-	10,16	36,66	-	2
T009	3+955	1,00x1,00	26,90	-	10,16	37,06	-	2
T011	4+313	1,00x1,00	27,40	-	10,16	37,56	-	2
T012	4+563	1,00x1,00	27,13	-	10,00	37,13	-	2
T017	5+424	1,00x1,00	32,35	-	7,50	39,85	-	2
T020	6+117	1,00x1,00	27,55	-	9,50	37,05	-	2
T023	6+885	1,00x1,00	28,50	-	10,16	38,66	-	2
T036	8+424	1,00x1,00	26,91	7,50	7,50	41,91	2	2
T037	8+553	1,00x1,00	27,80	5,14	8,15	42,09	2	2
T041	9+635	1,00x1,00	26,13	5,00	5,00	36,13	2	2
T044	10+314	1,00x1,00	27,39	4,00	4,00	35,39	2	2
T053	11+997	1,00x1,00	42,60	3,14	6,14	54,88	2	2,5
T054	12+518	1,00x1,00	28,74	5,00	4,50	38,24	2	2
T063	13+762	1,00x1,00	28,93	5,00	5,00	38,93	2	2
T066	14+363	1,00x1,00	31,70	4,13	8,15	43,98	2	2
T068	14+508	1,00x1,00	25,86	2,00	11,00	38,86	2	2
T069	14+667	1,00x1,00	27,90	-	12,17	40,07	-	2
T070	14+854	1,00x1,00	26,70	-	10,16	36,86	-	2
T073	15+325	1,00x1,00	28,08	-	10,16	38,24	-	2,5
T078	16+368	1,00x1,00	27,05	-	10,50	37,55	-	2
T081	17+257	1,00x1,00	26,94	-	10,50	37,44	-	2
T082	17+374	1,00x1,00	27,73	-	10,50	38,23	-	2
T084	17+823	1,00x1,00	28,20	-	10,50	38,70	-	2
T109	22+133	1,00x1,00	25,44	3,00	5,00	36,44	2	2
T114	23+507	1,00x1,00	32,96	2,00	5,50	40,46	2	2
T138	31+823	1,00x1,00	24,04	3,00	5,50	35,54	2	2
T141	32+700	1,00x1,00	28,88	4,50	6,50	39,88	2	2
T142	32+967	1,00x1,00	30,19	2,00	6,00	38,19	2	2
T143	33+254	1,00x1,00	31,84x2	5,5x2	5,5x2	85,68	2	2
T144	33+491	1,00x1,00	26,73	5,50	2,50	34,73	2	2

Tombini circolari

TOMBINO	PROGRESSIVA (da E.E.)	D = DIAMETRO [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI SOSTITUZIONE [m]	LUNGHEZZA INTERVENTO DI ALLUNGAMENTO [m]		LUNGHEZZA TOTALE INTERVENTO [m]	H = ALTEZZA MURO [m]	
				SUD	NORD		SUD	NORD
T047	11+224	1,0	35,99	9,00	5,50	50,49	-	-
T060	13+171	1,0	32,67	3,50	17,00	53,17	-	-
T106	21+189	1,0	35,70	6,00	6,50	48,2	-	-
T117	23+961	1,0	34,07	6,00	5,50	45,57	-	-
T120	24+868	1,0	34,46	6,50	6,00	46,96	-	-
T002	1+713	1,0	27,47	-	10,00	37,47	-	2
T008	3+717	1,0	26,80	-	10,50	37,30	-	2
T026	7+510	1,0	28,89	5,00	5,00	33,89	2	2
T040	9+175	1,0	30,95	3,00	3,50	37,45	2	2
T043	9+398	1,0	26,58	6,00	6,00	38,58	2	2
T048	11+484	1,0	35,07	7,5	6,00	48,57	2	2
T055	12+521	1,0	28,74	5,00	4,50	38,24	2	2
T064	13+949	1,0	29,21	5,00	5,00	39,21	2	2
T065	14+143	1,0	29,87	4,50	4,50	38,87	2	2
T075	15+858	1,0	29,12	-	11,00	40,12	-	2
T080	17+012	1,0	26,84	-	10,50	37,34	-	2
T089	18+408	1,0	29,30	-	12,50	41,80	-	2
T090	18+507	1,0	30,00	-	10,50	40,50	-	2
T097	19+362	1,0	25,59	5,50	5,50	36,59	2	2
T098	19+730	1,0	27,68	6,00	6,00	39,68	2	2
T100	20+420	0,5	33,78	3,50	2,00	39,28	2	2
	20+420	0,5	32,78	4,50	2,00	39,28	2	2
T104	21+073	1,0	29,27	5,00	5,00	39,27	2	2
T105	21+174	1,0	34,42	5,50	3,00	42,92	2	2
T112	23+214	1,0	29,50	5,00	6,00	40,5	2	2
T122	24+868	1,0	30,55	4,50	6,00	41,05	2	2
T123	27+688	1,2	28,60	6,00	6,50	41,10	2	2
T124	28+735	1,0	26,69	6,00	6,00	38,69	2	2
T125	29+110	1,0	28,56	5,00	5,50	39,06	2	2
T126	29+170	1,0	31,36	5,00	4,50	40,86	2	2
T128	29+590	1,0	28,80	5,50	5,00	39,30	2	2
T129	29+770	1,0	30,59	6,00	6,00	42,59	2	2
T131	30+257	1,0	30,26	8,50	4,50	43,26	2	2
T133	30+773	0,7	26,26	7,00	6,50	39,76	2	2
T134	31+050	1,0	25,69	6,00	6,00	37,69	2	2

14.2 ASPETTI GEOTECNICI

14.2.1 Caratteristiche fondazionali delle principali opere esistenti (L >10m)

Le fondazioni delle opere principali, con luce superiore a 10m, presenti lungo il tracciato sono costituite prevalentemente, da medio-pali ($\phi=450\div500$) trivellati e/o battuti, ed occasionalmente da pali trivellati di grande diametro ($\phi=800\div1000$), per il ponte sul fiume Reno e sui canali Navile e Calcarata. Le lunghezze sono comprese tra 20÷36m.

Le fondazioni dei muri andatori (ove presenti) sono anche di medesime caratteristiche delle spalle dell'opera principale.

Dalla esame della documentazione disponibile, non si evidenziano particolari criticità geotecniche occorse durante la costruzione. Si segnalano, però, alcune particolarità costruttive:

- Ponte sul canale Diversivo Navile . spalla lato Bologna: esecuzione di un taglione armato nonostante la presenza di pali tipo franki;
- Ponte sul scolo Riolo . spalla lato Bologna e lato Ferrara: presenza di una fila di pali trivellati *con funzione antiscivolamento* di lunghezza inferiore (rispetto agli altri pali presenti) e fortemente armata ($8\phi30+8\phi16$) nei primi 5m; presenza di puntoni metallici cavi ($\phi920$ mm con alette di rinforzo interne) tra le due spalle; scavi a tergo spalle e riempimento con *sabbia con funzione drenante*;

Le caratteristiche delle fondazioni sono riassunte nella tabella seguente⁽¹⁾. Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici.

Caratteristiche delle fondazioni delle principali opere d'arte esistenti

	Sottovia via Aposazza (1 luce)	Ponte sul canale Emiliano-Romagnolo (1 luce)
Luce (m)	16	22.5
Sp. lato Bologna		
Quota p.c. (m s.l.m)	$\cong 35.30$	$\cong 16.89$
Quota t.p. (m s.l.m.)	$\cong 30.93$	$\cong 12.71$
Tipologia/diametro pali (mm)	(12+12)p.triv./380	(17+17+17) p.franki/500
Lunghezza (m)	16.8÷17.7	22.5
Armatura (tratto armato)	8 ϕ 14 (0÷10m) spirale ϕ 8/20cm	6 ϕ 22 (0÷14.76m) 5 ϕ 22 (14.76÷20.76m)

⁽¹⁾ Le informazioni riportate sono state dedotte dai disegni di contabilità definitiva del progetto costruttivo.

		spirale $\phi 8/20\text{cm}$
Sp. lato Ferrara		
Quota p.c. (m s.l.m.)	$\cong 35.30$	$\cong 16.89$
Quota t. p. (m s.l.m.)	$\cong 30.88$	12.71
Tipologia/diametro pali (mm)	(12+12)p.triv./380	(17+18+17) p.franki/500
Lunghezza (m)	15.5÷16.5	22.50
Armatura (tratto armato)	8 $\phi 14$ (0÷10m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$	6 $\phi 22$ (0÷14.76m) 5 $\phi 22$ (14.76÷20.76m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$

	Ponte sul canale Diversivo Navile (3 luci)	
Luce (m)	21.17+21.5+21.17	
Sp. lato Bologna	(presenza di un taglione armato con $\phi 16$)	Pila 1 (lato Bo)
Quota p.c. (m s.l.m.)	$\cong 13.90$	$\cong 16.90$
Quota t.p. (m s.l.m.)	$\cong 12.34$	$\cong 12.60$
Tipologia/diametro pali (mm)	(18+18)p.franki/500	(10+10+10) p.franki/500
Lunghezza (m)	17.50	17.5
Armatura (tratto armato)	6 $\phi 16$ (0÷12m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$	6 $\phi 16$ (0÷12m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$
Sp. lato Ferrara		Pila 2 (lato Ferrara)
Quota p.c. (m s.l.m.)	$\cong 16.00$	$\cong 16.60$
Quota t. p. (m s.l.m.)	$\cong 12.34$	$\cong 12.60$
Tipologia/diametro pali (mm)	(18+18)p.franki/500	(10+10+10) p.franki/500
Lunghezza (m)	17.50	17.5
Armatura (tratto armato)	6 $\phi 16$ (0÷12m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$	6 $\phi 16$ (0÷12m) spirale $\phi 8/20\text{cm}$

	Ponte sul canale Navile (3 luci)	
Luce (m)	20.00+20.00+20.00	
Sp. lato Bologna		Pila 1 (lato Bo)
Quota p.c. (m s.l.m.)	$\cong 10.29$	$\cong 14$
Quota t.p. (m s.l.m.)	$\cong 8.44$	$\cong 13.26$
Tipologia/diametro pali (mm)	(56 a quinc.)p.triv./450	(6) p.triv./1000
Lunghezza (m)	22.00	35.80
Armatura (tratto armato)	6 $\phi 16$ (0÷5m) spirale $\phi 8/25\text{cm}$	16 $\phi 20$ (0÷5m) 10 $\phi 20$ (5÷12m) spirale $\phi 8/25\text{cm}$
Sp. lato Ferrara		Pila 2 (lato Ferrara)
Quota p.c. (m s.l.m.)	$\cong 11.20$	$\cong 14$
Quota t. p. (m s.l.m.)	$\cong 8.50$	$\cong 12.96$
Tipologia/diametro pali	(56 a quinc.)p.triv./450	(6) p.triv./1000

(mm)		
Lunghezza (m)	22.00	35.80
Armatura (tratto armato)	6φ16 (0÷5m) spirale φ8/25cm	16φ20 (0÷5m) 10φ20 (5÷12m) spirale φ8/25cm

Ponte su scolo Calcarata (3 luci)		
Luce (m)	20.00+20.00+20.00	
	0	
Sp. lato Bologna		Pila 1 (lato Bo)
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅?	≅?
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅7.38	≅7.38
Tipologia/diametro pali (mm)	(40 a quinc.)p.triv./450	(6) p.triv./1000
Lunghezza (m)	22.00	33.00
Armatura (tratto armato)	4φ30+6φ16 (0÷3.7m) 6φ16 (3.7÷12) spirale φ8/20cm	16φ20 (0÷6m) 10φ20 (6÷12m) spirale φ8/20cm
Sp. lato Ferrara		Pila 2 (lato Ferrara)
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅?	≅?
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅7.38	≅7.38
Tipologia/diametro pali (mm)	(40 a quinc.)p.triv./450	(6) p.triv./1000
Lunghezza (m)	22.00	33.00
Armatura (tratto armato)	4φ30+6φ16 (0÷3.7m) 6φ16 (3.7÷12) spirale φ8/20cm	16φ20 (0÷6m) 10φ20 (6÷12m) spirale φ8/20cm
	Ponte su scolo Tombe (1 luce)	Ponte sul scolo Riolo (1 luce)
Luce (m)	20	32.50
Sp. lato Bologna		presenza di puntoni in tubi metallici rinforzati (φ920) tra le due spalle.
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅8.16	≅8.97
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅4.06	≅4.64
Tipologia/diametro pali (mm)	(16+16)p.triv./450	(16+17+16+16) p.franks/500 (15) p.triv./450 (con <i>funzione anti-scivolamento</i>)
Lunghezza (m)	22.00	22.00 p. franki e 13.00 p. triv.
Armatura (tratto armato)	6φ16 (0÷5) spirale φ8/25cm	p. franki: 6φ16 (0÷22.00m) spirale φ8/20cm p.triv: 8φ30+8φ16 (0÷4.60m) spirale φ6/20cm
Sp. lato Ferrara		presenza di puntoni in tubi metallici rinforzati (φ920) tra le due spalle.

Quota p.c. (m s.l.m.)	≅8.22	≅8.01
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅3.39	≅4.84
Tipologia/diametro pali (mm)	(16+16)p.triv./450	(16+14+16) p.west ⁽²⁾ /533 (15) p.triv./450 (con <i>funzione anti-scivolamento</i>)
Lunghezza (m)	22.00	21÷22 p. west e 13.00 p. triv.
Armatura (tratto armato)	6φ16 (0÷5) spirale φ8/25cm	6φ12 (0÷11m) p.triv: 8φ30+8φ16 (0÷4.60m) spirale φ6/20cm

Ponte sul fiume Reno (12 campate)			
Luce (m)	12×32.65		
Sp. lato Bologna		Pila 1	Pila 2
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅10.55	≅11.00	≅20.05
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅9.47	≅9.45	≅19.35
Tipologia/diametro pali (mm)	(17 disposti a pozzo)p.triv./800	(12) p.triv./800	(10) p.triv./800
Lunghezza (m)	22.40÷23.00	31.00÷33.40	36.00÷36.50
Armatura (tratto armato)	20φ14 (0÷6m) 10φ14 (6÷12m) spirale φ8/20cm		
Sp. lato Ferrara		Pila 3	Pila 4
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅9.88	≅13.30	≅14.70
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅8.64	≅7.35	≅7.35
Tipologia/diametro pali (mm)	(17 disposti a pozzo)p.triv./800	(10) p.triv./800	(10) p.triv./800
Lunghezza (m)	30.00÷30.50	36.00	36.40
Armatura (tratto armato)	20φ14 (0÷6m) 10φ14 (6÷12m) spirale φ8/20cm		
Ponte sul fiume Reno (12 campate)			
Luce (m)	12×32.65		
	Pila 5	Pila 6	Pila 7
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅14.29	≅15.08	≅15.00
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅7.35	≅7.35	≅11.35
Tipologia/diametro pali (mm)	(10) p.triv./800	(10) p.triv./800	(10) p.triv./800
Lunghezza (m)	36.50	36.00	30.00÷30.50
Armatura (tratto armato)	20φ14 (0÷6m)		

⁽²⁾ Pali precompressi, in cls armato; posti in opera mediante infissione tramite mandrino in acciaio.

	10φ14 (6÷12m) spirale φ8/20cm		
	Pila 9	Pila 10	Pila 11
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅20.50	≅10.04	≅9.59
Quota t. p. (m s.l.m.)	≅19.36	≅8.30	≅7.85
Tipologia/diametro pali (mm)	(10) p.triv./800	(12) p.triv./800	(12) p.triv./800
Lunghezza (m)	36.00	30.00	30.00
Armatura (tratto armato)	20φ14 (0÷6m) 10φ14 (6÷12m) - spirale φ8/20cm		

	Ponte su scolo Principale (1 luce)
Luce (m)	20
Sp. lato Bologna	
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅5.78
Quota t.p. (m s.l.m.)	≅3.26
Tipologia/diametro pali (mm)	(18+18)p.triv./450
Lunghezza (m)	20.00
Armatura (tratto armato)	6φ16 (0÷7) spirale φ8/25cm
Sp. lato Ferrara	
Quota p.c. (m s.l.m.)	≅5.88
Quota t. p. (m s.l.m.)	≅3.24
Tipologia/diametro pali (mm)	(18+18)p.triv./450
Lunghezza (m)	20.00
Armatura (tratto armato)	6φ16 (0÷7) spirale φ8/25cm

14.2.2 Interventi di manutenzione straordinaria

Non ci sono state segnalate particolari criticità dal punto di vista della manutenzione relativamente a tematiche geotecniche.

14.2.3 Tematiche progettuali

- **Ampliamento Opere fondate su pali**

Il comportamento della palificata esistente e di quella relativa all'ampliamento sarà condotto prevedendo una realistica ripartizione dei carichi mediante un'analisi che contempli la storia della struttura. L'applicazione dei carichi dovuti alla struttura di ampliamento verranno applicati, successivamente alla situazione attuale (nella quale i pali della struttura esistente risultano già sollecitati). In sostanza all'atto dell'applicazione dei carichi aggiuntivi (realizzazione struttura in ampliamento) il complesso fenomeno di interazione dei pali esistenti e di quelli di nuova realizzazione con il terreno (curve p-y, mobilitazione degli attriti/adesioni lungo il fusto del palo e mobilitazione della resistenza alla punta del palo) vengono modellati in modo differente, ovvero considerando, per i pali esistenti, l'effettivo livello grado di mobilitazione delle resistenze. Nella progettazione delle sottofondazioni della strutture in ampliamento si è deciso di prevedere palificate caratterizzate da diametro e da lunghezze dei pali maggiori rispetto ai

pali esistenti. Così facendo la sottofondazione degli ampliamenti risulta decisamente più rigida nei confronti dei carichi verticali ed orizzontali rispetto a quella esistente e di conseguenza la quasi totalità delle sollecitazioni aggiuntive (dovute agli ampliamenti) vanno a gravare sui pali di nuova realizzazione, scongiurando aggravamenti nei pali esistenti (spesso caratterizzati da limitati margini di sicurezza nei confronti dei carichi assiali).

- **Opere Provvisorie per realizzazione ampliamenti**

In relazione agli ampliamenti *simmetrici* dei sottopassi autostradali è prevista una particolare sequenza esecutiva. Si prevede, infatti, di realizzare le opere di ampliamento in tempi successivi. Solo a seguito della completa realizzazione dell'ampliamento ed apertura al traffico di una carreggiata, si potrà dare inizio alle lavorazioni di realizzazione delle opere provvisorie sulla carreggiata opposta. In tal modo si potranno scongiurare possibili problematiche di mutua interferenza tra i tiranti attivi a trifoli delle berlinesi geometricamente opposte. Infatti, all'atto dell'esecuzione della tirantatura necessaria al sostegno della berlinese prevista per l'ampliamento della carreggiata in seconda fase, le opere provvisorie nella carreggiata opposta hanno già ultimato la propria funzione.

- **Interventi di consolidamento delle spalle mediante micropali e pali utilizzati come tiranti passivi puntone**

Le fondazioni di opere esistenti, alla luce dei nuovi orientamenti Normativi (soprattutto in ambito di verifiche in condizioni sismiche), in alcuni casi risultano inadeguate. L'inadeguatezza può essere dovuta sia per aspetti *geotecnici* (p.e. per inadeguata capacità portante di pali o fondazioni dirette, eccessiva eccentricità di carico, riduzione del margine di sicurezza allo scivolamento per le fondazioni dirette), sia, più frequentemente, per motivi *strutturali* (p.e. a causa dell'insufficienza dell'armatura nei pali esistenti). Un caso particolare è fornito dalle spalle di ponte, a causa della preponderanza dei carichi orizzontali asimmetrici dovuti alle spinte delle terre e della sovra-spinta sismica. Nel caso in cui le fondazioni delle spalle esistenti siano soggette, durante la fase sismica, ad elevati sollecitazioni, è possibile prevedere un intervento di consolidamento mediante la messa in opera di tiranti passivi sul paramento della spalla stessa e/o di pali a tergo spalla legati al paramento che fungano da puntone. I tiranti e/o puntone posti in opera, *assorbendo* parte della spinta orizzontale agente sulla spalla in fase sismica, consentono un alleggerimento delle sollecitazioni (momenti flettenti ed azioni di taglio) agenti in fondazione. I minori carichi che giungono in fondazione, consentono un importante incremento dei margini di sicurezza per le verifiche geotecniche di interesse. L'algoritmo di calcolo per la definizione della lunghezza di ancoraggio del micropalo passivo e/o puntone e della tipologia di armatura si basa su un'analisi di interazione terreno-struttura, in cui entrano in gioco la rigidità dei micropali stessi, della spalla e della sua fondazione. I micropali passivi per il consolidamento delle spalle vengono realizzati necessariamente una volta ultimate le opere di allargamento. Le modalità di esecuzione del foro sul paramento dell'opera esistente devono essere scelte in modo da non compromettere l'integrità dell'opera stessa, escludendo il

ricorso alla roto-percussione si predilige la perforazione del calcestruzzo con carotiere e corona diamantata.

14.2.4 Tipologia delle fondazioni

- **Opere principali - Fondazioni profonde**

Le opere d'arte maggiori esistenti (ponti con luce >10m), presenti nel tratto, e le caratteristiche principali delle fondazioni sono riportate nella tabella riportata di seguito.

In generale, dal punto di vista fondazionale, gli interventi di ampliamento, su tali opere, prevedono la realizzazione e la solidarizzazione in allargamento dei plinti esistenti, fondando gli stessi su pali trivellati aventi diametro generalmente maggiore rispetto a quelli già in opera (generalmente si prevedono diametri compresi tra 800÷1000mm). Nel caso in cui sia necessario ridurre le sollecitazioni sismiche sui paramenti delle spalle è prevista l'esecuzione di un placcaggio tirantato mediante ancoraggi passivi. Il dimensionamento e la verifica delle lunghezze dei pali saranno condotte in modo da minimizzare l'effetto del cedimento residuo atteso (attrito negativo).

Con riferimento ai terreni individuati al paragrafo apposito, si riportano (vedi Fig.18) le curve di capacità portante caratteristica a compressione di pali trivellati di grande diametro (D=1000, 1200 e 1500) e di diametro 600 e 800mm (medio-pali).

- **Opere minori - Fondazioni dirette**

Lungo il tracciato sono presenti numerosi attraversamenti idraulici e di viabilità secondaria (sottovia L<10m) le cui fondazioni sono essenzialmente di tipo diretto. Le fondazioni previste per gli interventi di ampliamento, generalmente, adotteranno la medesima tipologia di quelle esistenti. Laddove, per caratteristiche locali dei terreni di fondazione, si evidenziassero problematiche di cedimenti differenziali e/o stabilità locale, la tipologia fondazionale potrà essere rivista adeguando opportunamente le tipologie delle fondazione (micropali).

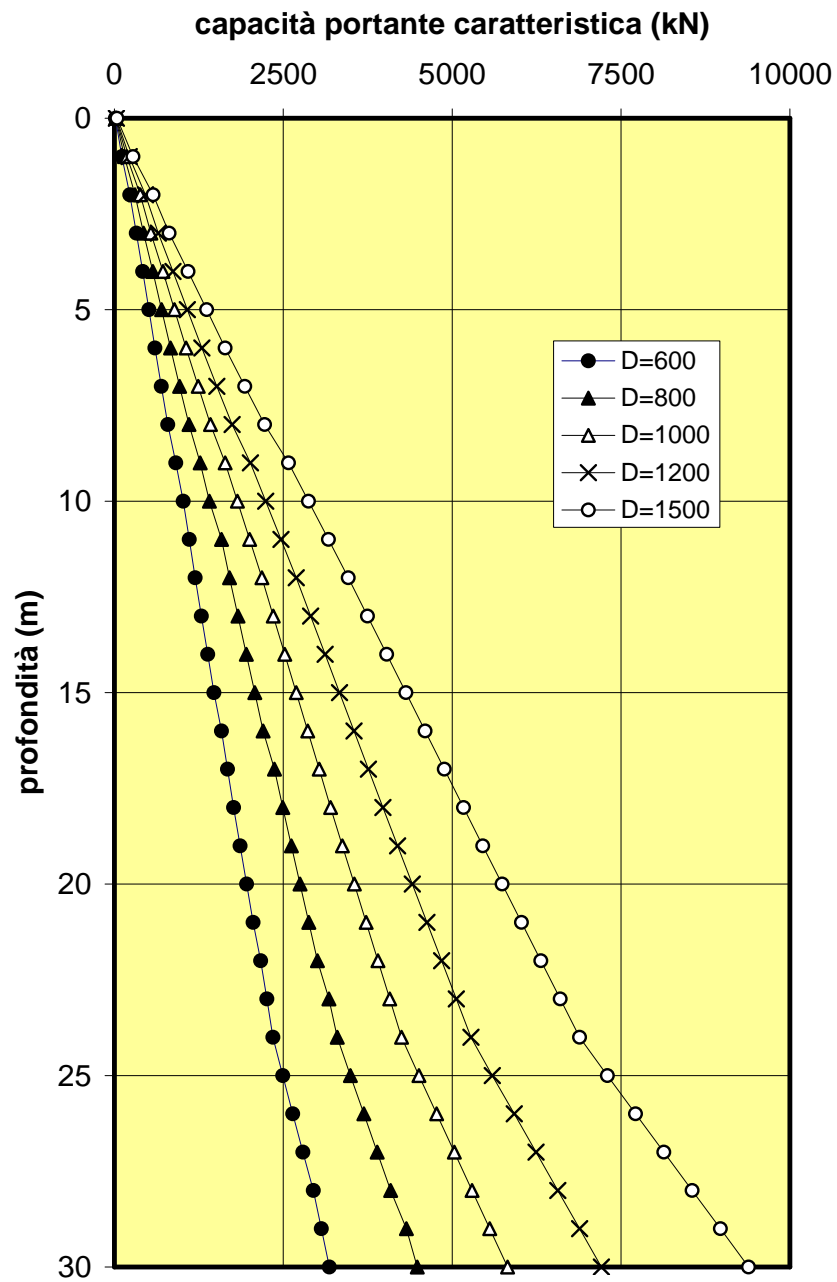


Figura 5 . Curve di capacità portante caratteristica

14.2.5 Opere di Sostegno Provvisorie e Definitive

Le opere di sostegno definitive previste, sono generalmente costituite da muri prefabbricati. Le geometrie sono indicate nelle tavole tipologiche allegate al progetto. Durante l'esecuzione delle lavorazioni previste ai fini di:

- proteggere e mantenere attivo l'esercizio dell'infrastruttura esistente;
- ridurre le estensioni degli scavi provvisori previsti;
- garantire gli opportuni livelli di sicurezza durante le operazioni di scavo soprattutto in relazione alla vicinanza di canali e corsi d'acqua;

si prevede di realizzare opere di sostegno provvisorie costituite da:

- berlinesi di micropali tirantate con tiranti di tipo attivo per la protezione del traffico in esercizio;
- berlinesi costituite da palancole in acciaio tirantate con tiranti di tipo attivo o puntoni a protezioni degli scavi in prossimità dei canali.
- dune o argini provvisori di protezione in relazione alle condizioni locali in vicinanze di corsi d'acqua.

Le caratteristiche delle opere provvisorie, prevalentemente berlinesi in micropali multitirantate, sono indicate nelle tavole tipologiche allegate al progetto. La singola opera è stata dimensionata e verificata in funzione delle effettive situazioni locali, anche nei confronti della stabilità del fondo scavo per prevenire eventuali fenomeni di sifonamento/instabilità del piano di scavo.

Per le opere provvisorie saranno omesse le verifiche sismiche poiché si prevede una durata dei lavori inferiore ai 2 anni.

14.2.6 Cavalcavia

Le fondazioni previste sono costituite da pali di trivellati di grande diametro (1200mm). Al fine di minimizzare le problematiche legate ai cedimenti differenziali dei rilevati di approccio, che in relazione alla natura dei terreni risultano dell'ordine dei decimetri si è deciso l'utilizzo di Terre Armate con materiali alleggeriti a tergo spalle. La presenza dei livelli sabbiosi saturi (più o meno frequenti) permette che parte dei cedimenti attesi (tra il 60-80%) possa realizzarsi in tempi compatibili con le fasi esecutive. Il dimensionamento e la lunghezza dei pali in progetto è stata condotta in modo da minimizzare l'effetto del cedimento residuo atteso (attrito negativo).

14.2.7 Indagini

Nella attuale fase di progettazione sono state condotte ulteriori campagne di indagine geognostiche in sito e di laboratorio. In particolare:

- sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo spinti a profondità variabili fino a 60m da p.c., con esecuzione di prove in foro tipo SPT e prelievo di campioni indisturbati (ove possibile) e rimaneggiati;
- esecuzione di prove di permeabilità;
- installazione di strumentazione piezometrica per acquisire informazioni sull'andamento dei livelli di falda
- installazione di strumentazione per la realizzazione di sismica in foro tipo Cross-Hole per acquisire informazioni sui valori delle onde di taglio (V_s) nei primi 30m di profondità ($V_{s,30}$, classificazione sismica ai sensi delle NTC);;
- prove penetrometriche statiche spinte a profondità variabili fino a 30 m da p.c. o comunque fino a rifiuto;
- pozzetti esplorativi superficiali, spinti fino a profondità variabile fino a 4 m da p.c., con prelievo di campioni rimaneggiati ed esecuzione di prove di carico su piastra;

Nell'ambito delle campagne di indagine geognostica sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e campioni rimaneggiati su cui verranno eseguite prove di laboratorio con la finalità di acquisire informazioni sulla natura dei terreni interessati dalle opere in progetto con particolare riferimento alle:

- qualità fisiche e chimiche (classificazione, pesi di volumi, contenuto naturale di acqua, limiti di Atterberg, contenuto di sostanze organiche, ecc.);
- proprietà meccaniche (valori di resistenza in condizioni drenate e non) e moduli di deformazione a breve e lungo termine.

Sono previste, inoltre, prove di caratterizzazione, classificazione delle terre, compattazione (AASHTO Mod. T/180-57) e prove CBR su terreno naturale e terreno trattato con differenti percentuali di miscela (indicativamente con 2÷3% in peso) in modo da verificare e stabilire il tenore più idoneo della miscela da utilizzare per gli eventuali trattamenti (calce/cemento).

14.2.8 Considerazioni Geotecniche sulla Fattibilità degli Interventi

Allo stato attuale delle conoscenze dei terreni interessati dai lavori di ampliamento, delle condizioni stratigrafiche e dei livelli di falda, non sembrano esserci particolari criticità geotecniche. Dato il contesto plano-altimetrico in cui viene a realizzarsi l'ampliamento, sono da escludersi problematiche di tipo geomorfologico.

Le soluzioni progettuali previste nel presente progetto definitivo per le opere di fondazione e per le opere di sostegno provvisorie-definitive prevedono scelte consolidate nell'ambito dei lavori di ampliamento di carreggiata progettati nel recente passato per l'ammodernamento dell'autostrada A14.

Le scelte progettuali prevedono soluzioni di tipo *classico*, quali:

- per le fondazioni delle opere in ampliamento si è pensato di adottare presumibilmente fondazioni di *tipo profondo*, prevalentemente pali trivellati di grande diametro;
- per le spalle dei cavalcavia si è deciso l'utilizzo di Terre armate con materiale alleggerito in modo da limitare le spinte a tergo spalla e i cedimenti indotti con effetto di attrito negativo;
- per le opere minori (muri di sostegno, allargamenti di strutture scatolari) si è deciso di adottare fondazioni di *tipo diretto*;
- le opere di sostegno provvisoriale sono realizzate tramite berlinesi in micropali multitirantate;
- gli adeguamenti strutturali delle spalle esistenti prevede l'eventuale ricorso a puntoni a tergo spalla costituiti da pali di grande diametro e/o tiranti passivi costituiti da armatura tubolare in acciaio ;
- la pendenza delle scarpate dei rilevati in ampliamento e di nuova realizzazione è prevista essere H:7 V:4 con l'inserimento di berme intermedie ogni 5.0 m di altezza;
- per la realizzazione del piano di imposta dei rilevati sono previste bonifiche con spessore minimo di 30 cm e trattamento a calce dei terreni in situ

La fattibilità dell'intervento non richiede la risoluzione di rilevanti problematiche di tipo geotecnico e le tematiche da affrontare appaiono ricorrenti nella consolidata prassi progettuale di SPEA Ingegneria Europea.

15 OPERE COMPLEMENTARI

15.1 Segnaletica

15.1.1 Segnaletica verticale

In particolare l'art. 77 del *Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada* (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all'art. 39 del *Nuovo codice della Strada* (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza e della fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al *Capitolato Speciale Dappalto*. Parte II+.

15.1.1.1 Marcatura CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana della UNI EN 12899-1:2008, che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi della *Unione Europea*.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marcatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

15.1.1.2 Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetti 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20° e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

15.1.1.3 Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m² saranno in ferro tubolare Ø 60mm, in configurazione a palo singolo, multipalo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappello in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza

Per sostegni per cartelli e targhe maggiori di 6 m² e per cartelli e targhe posizionate sopra la carreggiata si è previsto l'utilizzo di strutture diverse dai sostegni tubolari, per forma e dimensione e si rimanda agli elaborati specifici.

15.1.1.4 Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

15.1.2 Segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137-155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: «Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari».

In particolare, «i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdruciolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione». Di seguito si dà una breve descrizione delle «caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche». Per quanto non riportato si rimanda al «Capitolato Speciale D'appalto». Parte II».

15.1.2.1 Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettenza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni di illuminazione artificiale del segnale asciutto, $RL \geq 150 \text{ mcdxm}^2\text{lx}^{-1}$ (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/04).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/04.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

Resistenza al derapaggio: $SRT \geq 50$ (classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/04).

15.1.2.2 Materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne la segnaletica orizzontale, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 25 cm sia lungo il tracciato principale sia lungo le rampe;
- strisce di delimitazione delle corsie di marcia discontinue di tipo «a» di larghezza pari a 15 cm;
- strisce per delimitare le corsie di accelerazione e decelerazione, tipo «b» di larghezza pari a 25 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo «c» di larghezza pari a 25 cm

- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 60 cm con intervalli di 120 cm;
- Freccie direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: «tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari».

In particolare, «i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione».

Per il tratto autostradale in esame il progetto individua i materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale di seguito esposte.

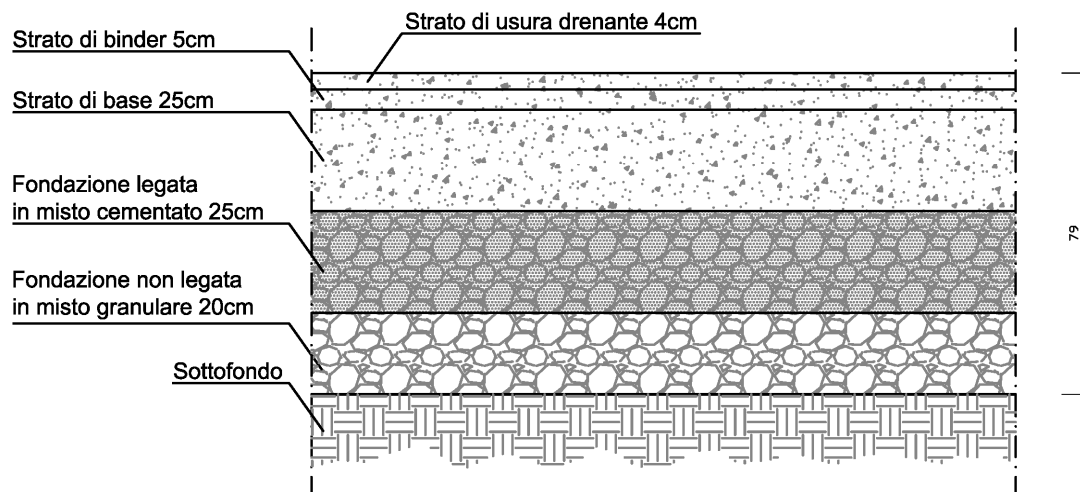
- termoplastico:
 - per la realizzazione di strisce longitudinali per la delimitazioni delle corsie in autostradale
 - per la doppia striscia bianca di svincolo
 - per le corsie di entrata e uscita:
- pittura a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate:
 - segnaletica interna agli svincoli;
 - segnaletica inerente le intersezioni esterne;
 - zebrature;
 - fascioni di arresto;
 - scritte, frecce e simboli;
 - sulla viabilità esterna all'autostrada
 - piste ciclabili

15.2 Pavimentazioni

15.2.1 Pavimentazioni su nuovo sedime

Il progetto delle pavimentazioni nei tratti in ampliamento simmetrico, per le nuove corsie di marcia lenta (in seguito alla completa demolizione della sovrastruttura dell'attuale emergenza) e di emergenza, nonché nei tratti realizzati in ampliamento asimmetrico, per il risanamento dell'attuale emergenza e per la porzione di carreggiata da realizzarsi su nuovo corpo stradale lungo la carreggiata lato ampliamento, ha previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 79 cm (TIPO 1A-1B) con una sovrastruttura così composta:

- usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 25 cm;
- fondazione legata in misto cementato di 25 cm;
- fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



Sovrastuttura nuove pavimentazioni (TIPO 1A-1B)

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura drenante/chiusa con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

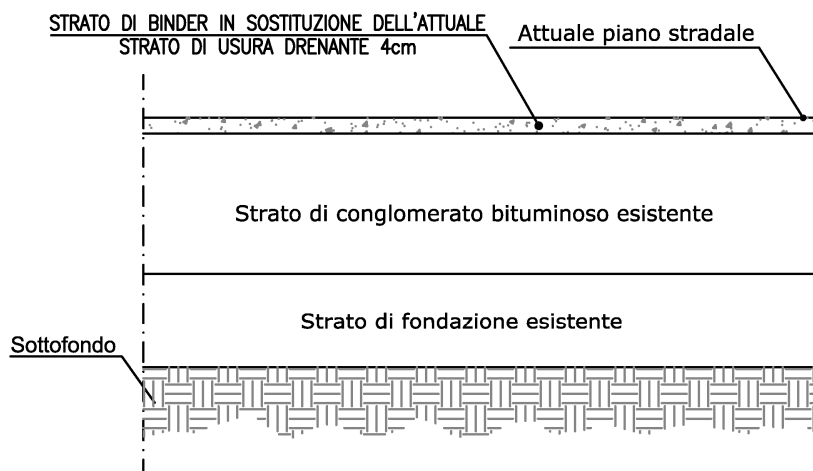
Lo strato di usura drenante verrà realizzato in un'unica fase sull'intera piattaforma.

In corrispondenza delle rampe di svincolo lo strato di usura dovrà essere realizzato in conglomerato bituminoso di tipo chiuso con bitumi modificati di tipo hard; lungo le corsie specializzate di immissione/diversione è previsto invece uno strato di usura di tipo drenante in analogia con quanto previsto sull'asse autostradale (al fine di garantire la continuità idraulica sull'intera piattaforma per lo smaltimento delle acque).

15.2.2 Risanamento delle pavimentazioni esistenti

Il progetto prevede in prima fase la rimozione dello strato di usura drenante attualmente in opera attraverso il seguente intervento (TIPO 0):

- Fresatura dell'attuale strato di usura drenante per uno spessore di 4cm;
- Stesa strato di binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm.

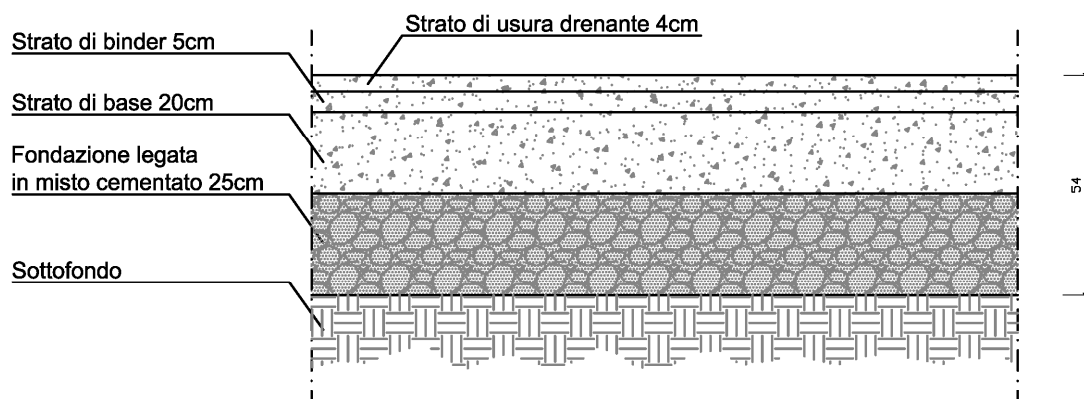


L'intervento sopra descritto è stato definito allo scopo di rimuovere lo strato di usura drenante esistente al fine di non mantenere in opera strati intermedi ad alto contenuto di vuoti all'interno dei quali, durante l'esercizio dell'infrastruttura, potrebbe penetrare acqua, con conseguente accelerazione dei fenomeni di degrado e, nel caso di gelo, formazione di rigonfiamenti all'interno dello strato e successiva propagazione dei dissesti in superficie. Il nuovo strato di binder fungerà da supporto per la realizzazione della segnaletica di cantiere nonché per gli interventi successivi previsti in progetto (in particolare imbottitura e/o stesa del nuovo strato di usura).

Con riferimento agli interventi di risanamento profondo delle attuali corsie di marcia si prevede l'utilizzo di due sovrastrutture differenziate in funzione della tipologia di ampliamento:

Risanamento RP1 (TIPO 2A) - Ampliamento simmetrico (h=54cm):

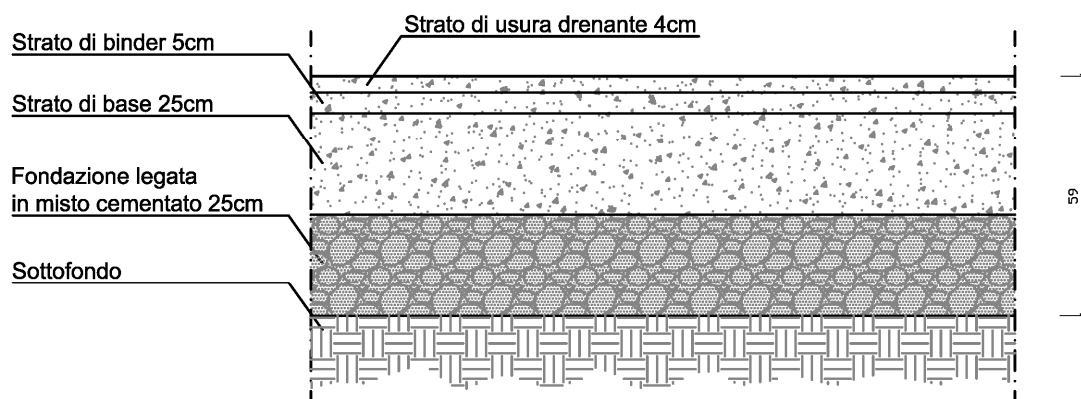
- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 20 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm.



Sovrastruttura prevista nei tratti con risanamento RP1 (TIPO 2A)

Risanamento RP2 (TIPO 2B) - Ampliamento asimmetrico (h = 59cm):

- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 25 cm;
- Fondazione legata in misto cementato di 25 cm.



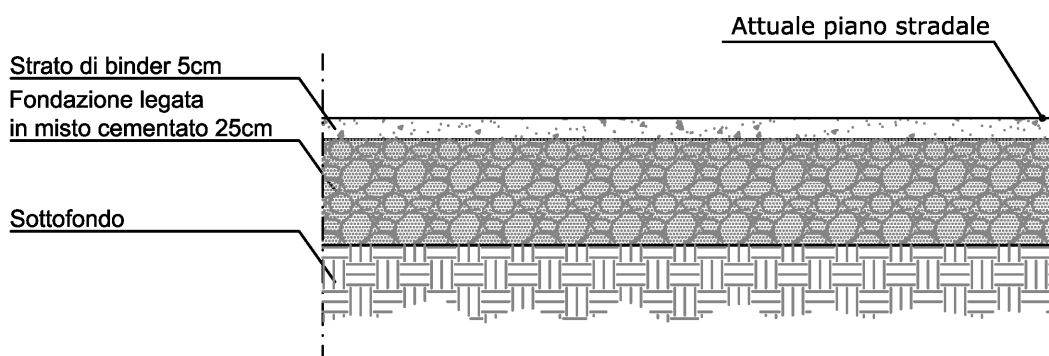
Sovrastruttura prevista nei tratti con risanamento RP2 (TIPO 2B)

15.2.3 Risanamento spartitraffico

Si prevede l'utilizzo di due sovrastrutture differenziate in funzione della tipologia di ampliamento:

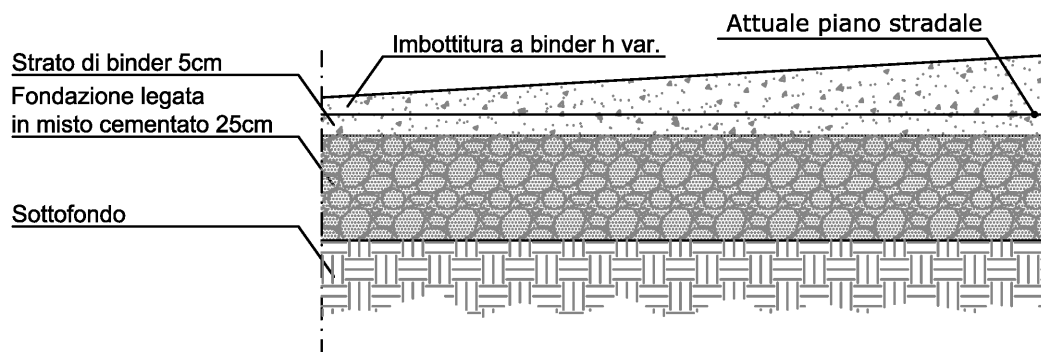
Sovrastruttura TIPO 2C . 2E Ampliamento simmetrico:

- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Fondazione legata realizzata in misto cementato di 25 cm.



Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2C)

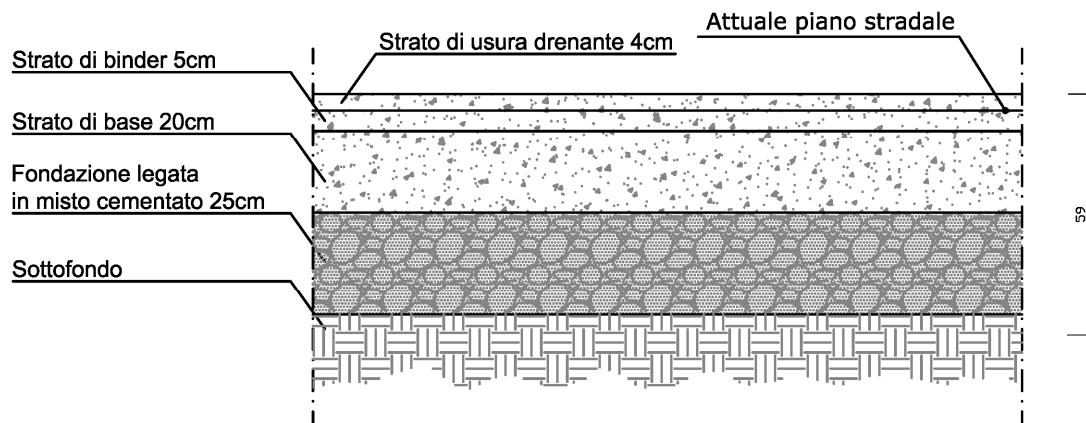
La sovrastruttura TIPO 2E si differenzia dal TIPO 2C per la presenza dell'imbottitura in conglomerato bituminoso nei tratti in curva ai fini dell'adeguamento delle pendenze trasversali.



Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2E)

Sovrastruttura TIPO 2D - 2F Ampliamento asimmetrico:

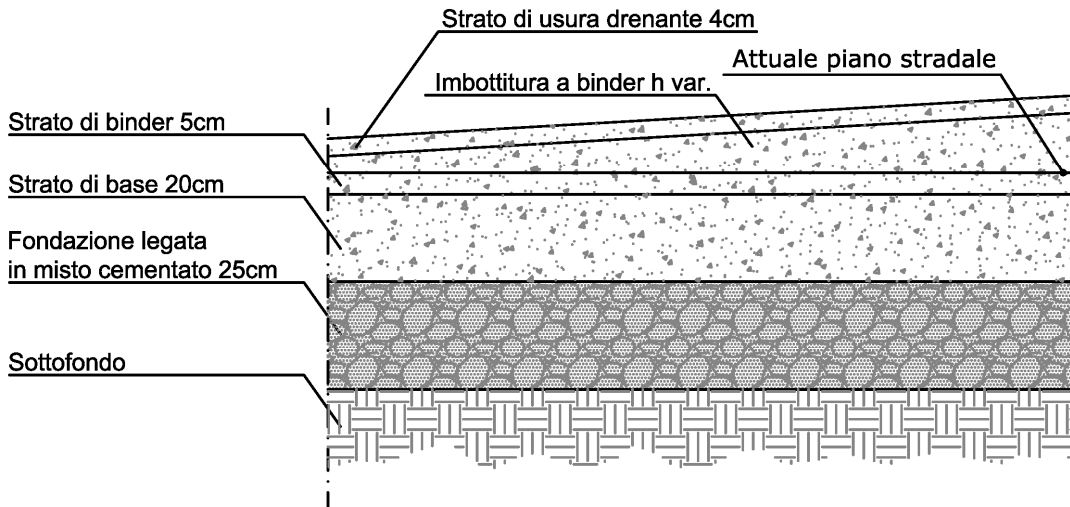
- Usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- Base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 20 cm;
- Fondazione legata realizzata in misto cementato di 25 cm.



Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2D)

La suddetta sovrastruttura è stata definita in analogia con quanto previsto per l'intervento di risanamento profondo RP1 (sovrastruttura TIPO 2A) in quanto sarà soggetta ai medesimi carichi di traffico pesante poiché in corrispondenza della futura corsia di marcia veloce/sorpasso sul lato opposto a quello di ampliamento.

La sovrastruttura TIPO 2F si differenzia dal TIPO 2D per la presenza dell'imbottitura in conglomerato bituminoso nei tratti in curva ai fini dell'adeguamento delle pendenze trasversali.



Sovrastruttura prevista per il risanamento dello spartitraffico (TIPO 2F)

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specifici (Relazione tecnica e Particolari costruttivi) allegati al progetto.

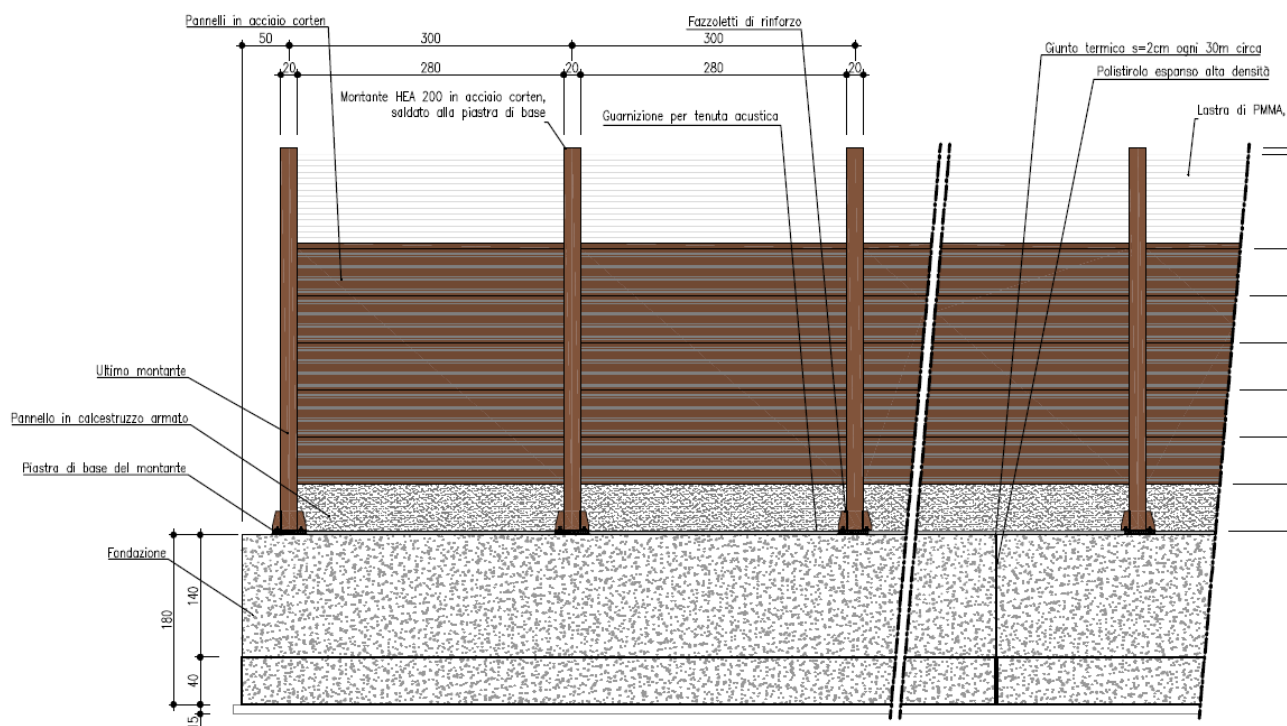
15.3 Barriere Acustiche

La scelta sulle tipologie delle barriere antirumore per la riduzione dell'inquinamento acustico scaturisce da riflessioni inerenti innumerevoli aspetti, acustici innanzitutto, ma anche architettonico-strutturali e costruttivi, in funzione della tipologia di sezione stradale attraversata (rilevato e opera d'arte), da considerazioni di natura economica, dalla necessità di soddisfare una articolata serie di requisiti non solo acustici ma anche meccanici, strutturali e di sicurezza.

L'obiettivo primario del contenimento acustico deve essere accompagnato da valutazioni sul piano architettonico e dell'impatto ambientale (effetti visivi e percettivi dell'utente dell'infrastruttura e di chi ne sta al di fuori), in funzione dei contesti attraversati (urbani, extraurbani, punti di particolare pregio storico o paesaggistico), in modo tale da conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

La tipologia di barriere antirumore è in conformità alla barriere acustiche previste nell'ambito delle viabilità di adduzione del Nodo di Bologna e attualmente in produzione e contemporaneamente capaci di soddisfare il complesso intreccio di requisiti che la normativa richiede, è la seguente:

Quanto sopra tuttavia non esclude che per determinate situazioni, o in ambiti di particolare pregio ambientale e paesaggistico, si potranno utilizzare altre soluzioni tipologiche rispetto a quella precedentemente rappresentata.



A seguire si riporta l'elenco delle barriere antirumore previste in progetto.

CODICE BARRIERA	KM	DIREZIONE	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Superficie [m2]
F101	88+894	SUD	177	3	531
F001	88+931	NORD	140	3	420
F002	89+089	NORD	190	3	570
F102	89+415	SUD	141	3	423
F003	89+415	NORD	190	5	950
F004	89+605	NORD	180	3	540
F103	90+143	SUD	141	3	423
F020	90+158	NORD	162	3	486
F021	90+807	NORD	210	3	630
F005	91+350	NORD	525	3	1575

F104	91+420	SUD	489	3	1467
F006	93+034	NORD	165	3	495
F105	93+282	SUD	252	3	756
F106	93+732	SUD	225	3	675
F007	93+856	NORD	102	3	306
F107	93+975	SUD	110	3	330
F008	93+975	NORD	72	3	216
F108	94+321	SUD	234	3	702
F009	94+444	NORD	111	3	333
F109	95+089	SUD	270	3	810
F010	95+381	NORD	174	4	696
F110	96+201	SUD	156	3	468
F111	96+695	SUD	207	3	621
F011	96+741	NORD	135	3	405
F012	97+063	NORD	210	3	630
F013	97+273	NORD	150	3	450
F014	97+585	NORD	180	3	540
F112	97+705	SUD	192	3	576
F015	97+885	NORD	180	4	720
F016	98+741	NORD	81	3	243
F113	98+839	SUD	231	4	924
F017	98+993	NORD	132	3	396
F114	99+457	SUD	132	3	396
F018	99+461	NORD	132	4	528
F115	99+948	SUD	111	3	333
F019	100+077	NORD	90	5	450
F116	100+129	SUD	132	3	396
TOTALI			6711		21410

15.4 Opere a Verde

Le opere a verde previste in progetto hanno l'obiettivo di inserire l'infrastruttura autostradale e le sue opere collegate (ad. es. le barriere acustiche) nell'ambiente attraversato, di fornire un elemento utile contro l'inquinamento atmosferico da essa prodotto, di riqualificare gli ambiti marginali interessati dai lavori, di valorizzare i corridoi ecologici rappresentati dai corsi d'acqua e di recuperare, dal punto di vista ambientale, le aree utilizzate nella fase di cantierizzazione.

Tali opere consistono in interventi vegetazionali, quali inerbimenti e impianti di specie vegetali autoctone, queste scelte in base alle fitocenosi potenziali e alle caratteristiche microclimatiche del sito, adottati con tipologie diversificate a seconda della funzione che l'intervento puntualmente deve svolgere, anche combinando più tipologie.

I vincoli normativi sono rappresentati dalle leggi nazionali e regionali forestali vigenti, dalle eventuali indicazioni contenute nei documenti di pianificazione territoriale in tema di mitigazione degli impatti delle infrastrutture viarie e di forestazione, dai regolamenti comunali del verde, dalle norme relative alla distanza delle alberature dalla strada e dalle proprietà private indicate nel Nuovo Codice della Strada e nel relativo Regolamento di attuazione (DPR 495/1992 e s.m.i.) e, infine, dal Codice Civile.

Nel caso, inoltre, ci si trovi ad intervenire in aree in affiancamento a ferrovie, è possibile ricordare il DPR 753/1980 per la definizione delle distanze da rispettare per impiantare piante, e il DM 449/1988 nel caso di linee elettriche.

Infine, nel caso dei corsi d'acqua, si considerando il RD 368/1904 *Regolamento per la esecuzione del Testo Unico della Legge 22 marzo 1900, n.195 e della Legge 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e delle terre paludose. Titolo VI . Disposizioni di polizia* e il RD 523/1904 *Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie*

Le tipologie di opere a verde previste in progetto sono le seguenti (per ogni dettaglio di rimanda all'elaborato di progetto: *Abaco degli interventi vegetazionali*):

Filare monospecifico: filare alberato avente funzione di inserimento paesaggistico-ambientale. Le piante previste nell'impianto hanno una circonferenza del fusto pari a 12/14 cm.

Siepe plurifilare arbustiva: si tratta di siepe arbustiva con schema d'impianto lineare su doppia fila, applicabile, ad esempio, lungo i margini autostradali, differenziandone, ovviamente, la rispettiva composizione specifica. L'obiettivo seguito nell'utilizzo di tale tipologia consiste nell'inserimento e nella riqualificazione ambientale. Le piante previste nell'impianto hanno un'altezza pari a 1 m.

Siepe o fascia plurifilare arboreo-arbustiva: si tratta di siepe composta sia da arbusti, sia da alberi, con schema d'impianto lineare su doppia fila. Gli obiettivi seguiti nell'utilizzo di tale tipologia sono gli stessi del caso precedente, ma trova applicazione laddove possono essere rispettate le distanze normative in tema di impianto di alberi, essendo appunto composta anche da specie arboree. Gli arbusti previsti hanno un'altezza pari a 1 m, gli alberi pari a 1-1,5 m.

Formazioni arbustive: si tratta di tipologie composte da arbusti, utilizzata nell'inserimento, nella riqualificazione e nel recupero ambientale, dove è possibile prevedere aree connettivi (di collegamento) tra ambiti differenti, ad esempio tra un corso d'acqua e un contesto agricolo, oppure anche sulle pendici dei rilevati di maggiore dimensione, o all'interno delle aree intercluse tra i bracci degli svincoli. Gli arbusti previsti hanno un'altezza pari a 1 m.

Fascia alberata: si tratta di una fascia vegetata, realizzata con filari di alberature disposti a quinconce intervallate da gruppi di arbusti, con funzione di inserimento ambientale e/o utile per il contenimento degli inquinanti. In quest'ultimo caso, nella scelta delle specie, in particolare, si considerano le caratteristiche di resistenza all'inquinamento atmosferico delle piante e la persistenza fogliare. Gli arbusti previsti hanno un'altezza pari a 1-1,5 m, gli alberi pari a 1,5-2 m.

In relazione alla natura fortemente artificiale dei corsi d'acqua attraversati non sono stati previsti impianti negli ambiti fluviali.

Nei canali interferiti prevalgono nettamente le funzioni idrauliche di allontanamento delle acque e le funzioni irrigue nel periodo estivo. In relazione a ciò gli interventi si limiteranno al ripristino del cotico erboso, una volta terminati i lavori.

Nelle planimetrie di progetto delle opere a verde sono riportate le previsioni progettuali.

Per quanto riguarda le aree di cantiere previste in progetto, queste hanno attualmente una destinazione agricola e, di conseguenza, al termine dei lavori si prevede in progetto il loro recupero ambientale mediante ripristino ad uso agricolo. Cessata la operatività dei cantieri saranno rimosse le pavimentazioni, i sottofondi, le opere fondali delle baracche di cantiere, le recinzioni e le reti tecnologiche realizzate. Effettuata le operazioni di demolizione e raggiunto gli strati naturali del terreno, è previsto un riporto di terreno vegetale fino al raggiungimento del piano di campagna precedente la realizzazione delle opere e comunque dello spessore sufficiente al ripristino agricolo delle aree. Il terreno riportato sarà quindi lavorato per renderlo idoneo alla formazione di un prato.

15.4.1 Indicazioni generali per l'esecuzione dei lavori

Fermo restando quanto sarà previsto nei capitolati speciali di appalto definiti nelle fasi di progettazione successiva, è possibile qui fornire le seguenti indicazioni.

La sequenza delle operazioni da attuarsi per la sistemazione delle scarpate è la seguente:

- Riporto di terreno vegetale;
- Inerbimento mediante idrosemina;
- Eventuale risemina laddove il primo intervento di inerbimento non sia ben riuscito;
- Piantagione delle formazioni lineari di arbusti previste dalle tipologie di impianto in tutte le superfici individuate dal progetto;
- Cure colturali successive alle piantagioni.

È possibile considerare gli inerbimenti successivamente agli impianti, in modo da non interferire con la affermazione del prato, fermo restando il rispetto delle stagionalità delle operazioni sopra considerate e nel seguito indicate.

15.4.2 Riporto del terreno vegetale

Nella maggior parte delle aree di intervento il riporto di terreno vegetale ha spessore in genere di 30 cm, tranne nelle aree interessate dai cantieri, dove lo spessore necessario al raggiungimento delle quote originali del terreno è comunque sufficiente al ripristino ad uso agricolo, effettuate le opere di demolizione. Per la fornitura di terreno vegetale dovranno essere prioritariamente utilizzati i terreni provenienti dagli scavi superficiali, purché opportunamente accantonati in cumuli di altezza contenuta e privi di residui radicali, o di materiale litoide grossolano.

In generale, l'accantonamento delle terre di scavo idonee al successivo reimpiego deve avvenire in un'area marginale o meglio separata dal cantiere di lavorazione per tutto il tempo necessario al termine dei lavori, allo smantellamento dello stesso e alle fasi finali di ripristino.

Per quanto riguarda i cantieri, in particolare, che occupano suoli agricoli o ex coltivati, si potranno recuperare e accantonare volumi rilevanti di terra idonea, sia in relazione all'estensione delle aree, che alla profondità di prelievo.

L'accantonamento del terreno vegetale andrà quindi effettuato evitando la contaminazione con materiali estranei, o con orizzonti più profondi di composizione differente.

Nello specifico, la morfologia dell'area di cantiere risulta pressoché pianeggiante, per cui risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Il materiale di risulta derivante dallo scavo superficiale dei primi 50 cm, inadatti alla costruzione del rilevato poiché adibiti a coltura agricola. Di questi i 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione di ogni porzione di cantiere, il resto in mucchi di altezze anche superiori ai 2 metri da allocarsi dentro all'area di cantiere. Tale materiale depositato temporaneamente verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

Per garantire la conservazione delle caratteristiche chimiche e biologiche dei suoli, si esegue sui cumuli di terreno fresco semine a spaglio di leguminose e graminacee con funzione protettiva. (*Bromus inermis* 20%, *Dactylis glomerata* 20%, *Festuca ovina* 20%, *Trifolium repens* 20%, *Lotus corniculatus* 10%, *Medicago sativa* 10%; dose: 15 g/mq).

Laddove a causa della morfologia dei luoghi o per altre ragioni tecniche non sia possibile conservare il terreno vegetale con le modalità sopra indicate, si evidenzia che in ogni caso per l'utilizzo di tutto il terreno vegetale accantonato e all'atto del suo reimpiego devono essere verificate le condizioni chimico-fisiche, garantendo la rispondenza ai requisiti definiti nei Capitolati Speciali d'Appalto per le terre vegetali, ed apportate le correzioni che dovessero risultare eventualmente necessarie.

15.4.3 Formazione del cotico erboso

Tenuto conto delle caratteristiche pedo-climatiche della zona, la semina potrà essere autunnale (a partire dalla fine di settembre fino ad ottobre inoltrato), o primaverile (marzo - prima metà di aprile).

Durante l'anno successivo verranno eseguiti periodici sfalci, al fine di favorire l'attecchimento e la propagazione agamica delle specie.

L'anno successivo, subito prima dei lavori di impianto delle specie arbustive ed arboree, si provvederà tramite semina alla ripresa delle aree di mancato attecchimento del prato.

È possibile considerare gli inerbimenti successivamente agli impianti, in modo da non interferire con l'affermazione del prato, fermo restando il rispetto delle stagionalità.

15.4.4 Picchettamento delle aree e fornitura del materiale vivaistico

A partire dall'autunno successivo all'inerbimento si dovrà procedere alla picchettatura dei perimetri dei moduli di impianto e delle poste dei filari delle alberature.

In generale, per gli impianti vanno rispettate le distanze delle alberature previste dalle normative di riferimento vigenti.

Il materiale vivaistico utilizzato non dovrà essere a radice nuda, ma dovrà essere in contenitore, in virtù dell'elevata sensibilità delle specie di progetto ai traumi e alle ferite dell'apparato radicale.

Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche dislocate in zone limitrofe, o comunque assimilabili da un punto di vista fitoclimatico a quelle di impianto, al fine di garantire la piena adattabilità del materiale alle caratteristiche pedo-climatiche del luogo di impiego.

Dette strutture vivaistiche devono essere dotate di idonee organizzazioni di produzione, nonché di collaudati centri di ricerca e sperimentazione nel settore forestale e nell'arboricoltura e di un ampio patrimonio di conoscenze ed esperienze tecnico-scientifiche.

Tutto il materiale vivaistico dovrà rispettare quanto previsto in materia di certificazione dalle norme vigenti (es. DLgs 386/2003) ed essere, in particolare, esente da attacchi parassitari (in corso, o passati) di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e/o alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie, varietà e *cultivar*. Il materiale dovrà provenire da strutture vivaistiche autorizzate ai sensi dell'art. 2 della Legge regionale 12 aprile 1999, n. 19 (o autorizzazioni equipollenti se provenienti dall'esterno del territorio regionale veneto).

15.4.5 Impianti di vegetazione arborea e arbustiva

Prima di effettuare gli impianti l'impresa è tenuta ad eseguire le operazioni preliminari di seguito specificate, che dovranno essere precedute dalla pulizia del terreno.

Qualora nell'area oggetto dell'intervento sia presente della vegetazione indesiderata e/o materiali di risulta (laterizi, pietre, calcinacci, materiali estranei, ecc.) l'impresa provvederà ad eliminare completamente tali elementi di disturbo nelle operazioni di impianto.

In particolare, gli interventi sulla vegetazione indesiderata, sia essa arborea, od arbustiva, saranno eseguiti nel rispetto delle "Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale+territorialmente competente.

Gli interventi di impianto delle nuove quinte arbustive e dei nuclei arborei dovranno essere realizzati secondo le seguenti fasi colturali:

- analisi microstazionale preventiva, a carico dell'appaltatore, delle aree in cui realizzare i nuovi impianti. L'analisi è finalizzata ad effettuare un'ultima verifica al termine dei lavori del cantiere, in modo da verificare la validità delle ipotesi progettuali assunte a riguardo dei moduli di impianto vegetazionali;
- adeguata sistemazione del materiale arboreo ed arbustivo di propagazione fino alla messa a dimora dello stesso;
- preparazione del buche con l'ausilio di mezzi meccanici, o manualmente;
- messa a dimora delle piantine;
- irrigazioni.

Le piantine dovranno essere messe in opera nel periodo autunnale (novembre-dicembre), cercando di non piantare con terreno bagnato o gelato, oppure nel corso di giornate ventose, utilizzando, preferibilmente, le giornate più favorevoli per gli impianti, cioè quelle prive di vento con cielo coperto.

Dovrà essere evitata l'esecuzione affrettata della piantagione, accostando e comprimendo correttamente la terra affinché le radici vengano a stretto contatto con il suolo e siano capaci di iniziare l'assorbimento dell'acqua e delle sostanze nutritive dal terreno.

Il riempimento finale della buca sarà completato ponendo altra terra, senza però comprimerla, per favorire l'assorbimento dell'umidità atmosferica e delle acque piovane, interrompendo contemporaneamente il fenomeno della risalita terra, e non devono quindi risultare né con colletto troppo superficiale (con radici quindi esposte all'aria), né con colletto troppo profondo (con radici ubicate nei livelli più sterili del suolo). Nei punti di maggiore acclività le piante dovranno essere poste in corrispondenza di una piccola piazzola, realizzata manualmente con una zappa (ciò allo scopo di favorire lo sviluppo e la stabilità del soggetto arboreo). Immediatamente dopo la messa in opera delle piantine dovrà essere eseguita un'irrigazione di soccorso.

15.4.6 Piano di manutenzione degli interventi (Cure colturali)

Fermo restando quanto sarà previsto nei capitolati speciali di appalto definiti nelle fasi di progettazione successiva, è possibile qui fornire le seguenti indicazioni.

Dopo aver eseguito i lavori previsti nei documenti di appalto, l'attuatore dovrà eseguire, a sua cura e spese, tutta una serie di lavori di manutenzione e di pratiche colturali, atte a garantire la piena efficienza degli impianti per un periodo non inferiore a 3 stagioni vegetative dall'ultimazione dei lavori, compresi anche degli

oneri per la sostituzione delle eventuali fallanze, comunque nel rispetto di quanto stabilito nelle future Norme Tecniche di Appalto.

Il piano di manutenzione sarà supportato da controlli, da svolgersi almeno due volte l'anno, per individuare gli interventi urgenti e l'adattamento di quelli ordinari.

Successivamente all'esecuzione degli impianti dovranno essere realizzate le seguenti operazioni colturali onde garantire l'affermazione dei ripristini effettuati:

- a) interventi di concimazione localizzata, almeno una volta nel corso della stagione vegetativa (per 2 anni dall'impianto);
- b) zappettature ed eliminazione delle infestanti al piede delle piante, almeno 2 volte nel corso della stagione vegetativa per 3 anni dall'impianto;
- c) sostituzione delle fallanze (allorquando si creano, a giudizio della DL, considerevoli soluzioni di continuità all'interno della distribuzione spaziale dell'impianto arbustivo e arboreo);
- d) potature di allevamento (per 3 anni dall'impianto);
- e) annaffiature di soccorso (per 2 anni dall'impianto).
- f) per la manutenzione dei prati seminati e dei tappeti erbosi si prevede il taglio delle erbe nelle zone seminate, la tosatura dei tappeti erbosi e il rinnovo parti difettose nelle zone seminate e nei tappeti erbosi.

Si possono poi indicare i seguenti interventi di manutenzione ordinaria:

- sfalcio delle erbe, nei tratti lasciati inerbiti per 4 volte l'anno nelle aree con caratteristiche di rinaturalizzazione;
- diserbo nel sistema di canalette e fossi della rete drenante;
- diserbo dei cigli del piano stradale;
- pulizia della rete di recinzione, eliminando eventuali rampicanti o altre essenze sviluppatesi sulla rete stessa;
- controllo dello stato delle essenze al fine di eliminare le piante secche o malate;
- trattamenti chimici, se resi necessari a seguito di attacchi parassitari non altrimenti contenibili;
- verifica dello stato di stabilità delle essenze arboree;
- potatura di mantenimento delle essenze arboree (da effettuarsi a mano) ed arbustive (da effettuarsi anche con mezzi meccanici);
- verifica dello stato del terreno, provvedendo a sarchiature e concimazioni minerali, se necessario;
- potature straordinarie delle specie arboree e degli arbusti . per gli arbusti anche attraverso il taglio a livello del terreno (conifere escluse) . qualora reso necessario da un loro eccessivo sviluppo;
- concimazioni organiche, se necessario in funzione dello stato del terreno.

16 GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO

16.1 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 Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Regolamento, 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 quantità e 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.

Per il dettaglio dei volumi complessivi dei materiali da movimentare nella fase costruttiva del progetto, si rimanda al paragrafo seguente sul Bilancio dei materiali e delle terre da scavo, ove sono riportati, in sintesi, i dati di produzione degli scavi, di fabbisogno per la realizzazione dei diversi interventi, di approvvigionamento da impianti esterni e di esubero da inviare a smaltimento autorizzato.

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

16.1.1 Identificazione dei siti di scavo e determinazione delle indagini, ai sensi del d.m. 161/2012

In relazione all'inqquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le relative fasi di lavorazione, sono stati individuati 6 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel presente 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 6 ambiti individuati in fase di progetto sono:

- **Tratta A**, lunghezza in metri lineari 6230, da pk 1+070,00 a pk 7+300,06;
- **Tratta B**, 6808 m, da pk 7+300,06 a pk 14+108,20;
- **Tratta C**, 4881 m, da pk 14+108,20 a pk 18+989,28;
- **Tratta D**, 8276 m, da pk 18+989,28 a pk 27+265,50;
- **Tratta E**, 6282 m, da pk 27+265,50 a pk 33+547,00.
- **Aree di cantiere**: CB01, CO01 e CO02.

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.

16.1.2 Criteri di ubicazione dei punti di 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 è stata basata su considerazioni di tipo ragionato lungo i diversi ambiti, in considerazione degli interventi e delle opere da realizzare.

I punti di 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 16-1 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	TRACCIATI O 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 di indagine sono riportate negli elaborati allegati al Piano di Utilizzo. La localizzazione dei punti è riportata in apposita planimetria, secondo quanto indicato nell'allegato 5 al DM 161/2012.

16.1.3 Piano di indagini per la caratterizzazione ambientale

I punti di indagine lungo il tracciato lineare di interesse effettivamente soggetti a campionamento ed analisi sono stati in totale 48 (si vedano le tabelle seguenti) a fronte dei 72 previsti nel piano di indagini di caratterizzazione.

I 24 punti di indagine mancanti, riferiti ad alcune opere di attraversamento dei corsi d'acqua o di interferenza della viabilità locale, uniti ai punti di indagine relativi alle aree di cantiere, il cui materiale di scavo, costituito dal solo scotico, comunque riutilizzato all'interno delle medesime aree, saranno oggetto di una campagna di indagine ambientale in una successiva fase esecutiva.

Le indicazioni, e le motivazioni della posticipazione sono riportate a conclusione di questo paragrafo. Tuttavia, 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, lungo l'intero tratto in progetto, riferito quasi esclusivamente a depositi lagunari ed alluvionali costituiti da limi e sabbie. Il campionamento ha riguardato il prelievo di 90 aliquote di terra da scavo, sottoposte poi ad analisi di laboratorio. I campioni, da sottoporre ad analisi, sono suddivisi principalmente in superficiali, relativi al top soil, ed in campioni profondi prelevati entro il primo metro di piano campagna. In alcuni casi il prelievo è stato spinto a profondità maggiori rispetto al primo metro dal p.c. 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, per la presenza della componente organica relativa all'apparato vegetale e radicale, è stato campionato indicativamente nei primi 0,3 m dal p.c., su ogni punto di indagine considerato.

Tabella 16-2 Distribuzione dei punti nelle diverse tratte su cui è stata eseguita la caratterizzazione ambientale in fase progettuale

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2016 D.M.161/2012	
		Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6230	9	18
Tratta B	6808	11	22
Tratta C	4881	9	18
Tratta D	8276	9	16
Tratta E	6282	10	16
Totale	32477	48	90

Tabella 16-3 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta A

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
A	1	PZBF01	1+900	N	1688090,1	4934752,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	2	PZBF02	2+600	S	1688317,5	4935354,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	3	PZBF03	3+000	N	1688546,9	4935820,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	4	PZBF04	3+700	N	1688800,4	4936391,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	5	PZBF05	4+400	S	1689031,0	4936996,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	6	PZBF06	4+900	S	1689206,1	4937406,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	7	PZBF07	6+300	N	1689827,9	4938753,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	8	PZBF08	6+800	S	1690009,5	4939262,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	9	PZBF09	7+100	N	1690162,1	4939522,2	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 16-4 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta B

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
B	10	PZBF10	7+650	S	1690345,1	4940025,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	11	PZBF11	8+000	N	1690525,4	4940352,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	12	PZBF12	8+650	S	1690765,6	4940978,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	13	PZBF13	9+400	N	1691065,6	4941594,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

14	PZBF14	9+600	S	1691144,7	4941853,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
15	PZBF15	10+300	N	1691417,1	4942450,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
16	PZBF16	10+800	S	1691546,7	4942863,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
17	PZBF17	11+600	S	1691887,7	4943688,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
18	PZBF18	11+900	N	1692093,8	4943977,0	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
19	PZBF19	12+600	S	1692378,4	4944533,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
20	PZBF20	14+000	N	1693188,8	4945847,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose

Tabella 16-5 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta C

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
C	21	PZBF21	14+450	S	1693311,7	4946112,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	22	PZBF22	14+900	N	1693595,8	4946494,3	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	23	PZBF23	15+600	N	1693968,0	4947064,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	24	PZBF24	16+000	S	1694188,6	4947454,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	25	PZBF25	16+650	N	1694528,4	4947924,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	26	PZBF26	17+300	S	1694860,7	4948489,7	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	27	PZBF27	17+800	N	1695168,6	4948906,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	28	PZBF28	18+250	N	1695404,3	4949323,3	2	0,0-0,30;	Argille limose

								0,30-1,00;	
29	PZBF29	18+800	S	1695674,7	4949746,8	2		0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi

Tabella 16-6 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta D

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
D	30	PZBF30	19+350	N	1695968,3	4950228,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	31	PZBF31	19+900	S	1696226,7	4950788,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	32	PZBF32	21+100	S	1696793,0	4951838,9	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	33	PZBF33	22+400	N	1697326,8	4952777,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	34	PZBF34	23+000	S	1697712,5	4953584,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	35	PZBF35	23+450	N	1697892,5	4953830,6	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	36	PZBF36	23+800	S	1698016,4	4954133,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose
	37	PZBF37	24+600	N	1698472,3	4954914,6	1	0,0-0,60;	Argille limose
	38	PZBF38	25+550	S	1698878,2	4955744,3	1	0,0-0,60;	Argille limose

Tabella 16-7 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Tratta E

Tratta	n° progr	Codice	pk	carr	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
E	39	PZBF39	27+350	S	1699711,7	4957287,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	40	PZBF40	27+900	N	1699999,2	4957793,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	41	PZBF41	28+200	S	1700079,3	4958049,1	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Limi sabbiosi
	42	PZBF42	29+700	N	1700702,4	4959418,9	2	0,0-0,30;	Argille limose

								0,30-1,00;	
43	PZBF43	30+250	S	1700905,5	4959980,4	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose	
44	PZBF44	30+700	N	1701114,2	4960405,5	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose	
45	PZBF45	31+200	S	1701279,9	4960860,8	2	0,0-0,30; 0,30-1,00;	Argille limose	
46	PZBF46	31+800	S	1701522,5	4961351,6	1	0,0-0,60;	Argille limose	
47	PZBF47	32+600	N	1701848,7	4962120,0	1	0,0-0,60;	Argille limose	
48	PZBF48	33+200	S	1701885,0	4962791,3	1	0,0-0,60;	Argille limose	

Inoltre è stato possibile indagare una porzione dell'area di cantiere CB01, nei pressi dello svincolo di Altedo, prelevando da 6 punti sui 18 complessivi previsti, un campione dello scotico superficiale sino alla profondità di 0,4 m da p.c.

Tabella 16-8 Punti di indagine oggetto di caratterizzazione ambientale, Area di cantiere CB01

Area cantiere	n° progr	Codice	X (Gauss-Boaga) m	Y (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)	Litologia dominante
CB01	1	PZCN01	1694188,6	4947454,8	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	2	PZCN02	1694528,4	4947924,4	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	3	PZCN03	1694868,2	4948394,0	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	4	PZCN04	1695208,0	4948863,5	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	5	PZCN05	1695547,8	4949333,1	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi
	6	PZCN06	1695887,5	4949802,6	1	0,0-0,60;	Limi sabbiosi

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

Nell'ambito della campagna di indagini, secondo i criteri del Regolamento, sono stati individuati punti di prelievo presso i quali in fase progettuale non è stato possibile eseguire il campionamento o raggiungere la effettiva quota scavo. Ciò è avvenuto in corrispondenza di aree caratterizzate da particolari condizioni, soprattutto per le potenziali interferenze con sottoservizi e opere esistenti.

I punti riferiti alla caratterizzazione delle aree di cantiere sono stati indisponibili in quanto interferenti con aree in coltivazione (porzione del nuovo svincolo di Castelmaggiore, ad esempio), per la non reperibilità o divieto di accesso dei proprietari o per la presenza persistente di acquitrino stagnante, come nel caso dell'area, in parte morfologicamente depressa ed in parte caratterizzata da canalizzazioni, nei pressi della rampa di svincolo di

Alto. Si ribadisce che nel caso delle 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 le analisi sono rimandati ad una campagna ambientale integrativa da svolgere preventivamente alla fase esecutiva o 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 sono in totale 24 lungo il tracciato, in corrispondenza delle opere d'arte maggiori, già indicate nel precedente capitolo e dove sono previste lavorazioni di scavo profondo.

I punti di indagine nelle 3 aree di cantiere CB01, CO01 E CO02 sono in totale 39, sulla base delle indicazioni di Allegato 4 del D.M. 161/2012 rispetto alla superficie occupata. La disposizione dei punti dovrà seguire un 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 - 0,6 m da p.c.).

16.1.5 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.

16.1.6 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.

16.2 Caratteristiche Chimiche per la Qualificazione del Materiale di Scavo

16.2.1 Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

I risultati analitici, riportati in allegato, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 96 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 86% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (90) risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) 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 lungo il tracciato con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 13 campioni, di cui 8 prelevati da 4 punti di indagine, in concentrazioni di idrocarburi pesanti (11 superamenti), Zinco (4) e Cromo VI (1); nel commento di dettaglio dei superamenti riferiti alle soglie per i siti a destinazione verde residenziale si può notare che:
 - sono stati riscontrati alcuni superamenti delle soglie di colonna A in Zinco (6); si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato, spesso unite a superi in idrocarburi pesanti (11 campioni); in generale tali elementi e le relative concentrazioni 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; il cromo VI rappresenta un dato puntuale rilevato nel prelievo a 0,3-0,8 m da p.c. nel sito PZBF27.
- d) 88 campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, riferiti alle concentrazioni in composti indicatori di potenziali criticità ambientali, ad eccezioni perciò di 2 campioni, prelevati lungo la verticale del punto di indagine PZBF26, dove si segnalano concentrazioni al di sopra delle CSC di colonna A.
- 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.

Sui 6 campioni prelevati nell'area di cantiere CB01 si osserva che 4 punti rilevano superamenti in colonna A di idrocarburi pesanti, in 2 casi associati a valori anomali in Zinco. L'area risulta essere collocata in parte all'interno del ramo di Svincolo di Altedo e ha una conformazione depressa, con canalizzazione interna e presenza pressochè permanente di acquitrini stagnanti.

Tabella 16-9 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	16	2	18
Tratta B	19	3	22
Tratta C	12	6	18
Tratta D	14	2	16
Tratta E	16	0	16

Totali campioni	77	13	90
------------------------	----	----	----

% su intero intervento			
Tratta A	17,8	2,2	20,0
Tratta B	21,1	3,3	24,4
Tratta C	13,3	6,7	23,4
Tratta D	15,6	2,2	20,8
Tratta E	17,8	0,0	20,8

Totali	85,6	14,4	100,0
---------------	------	------	-------

% sul parziale di tratta			
Tratta A	88,9	11,1	100
Tratta B	86,4	13,6	100
Tratta C	66,7	33,3	100
Tratta D	87,5	12,5	100
Tratta E	100,0	0,0	100

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
CB01	2	4	6

Tabella 16-10 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

Tratta	Numero	Sigla campione	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica	
A	1	PZ-BF-01	1+900	N	0,0-0,3	A		
	2	PZ-BF-01			0,3-0,8	A		
	3	PZ-BF-02	2+600	S	0,0-0,3	A		
	4	PZ-BF-02			0,3-0,8	A		
	5	PZ-BF-03	3+000	N	0,0-0,3	A		
	6	PZ-BF-03			0,3-0,8	A		
	7	PZ-BF-04	3+700	N	0,0-0,3	A		
	8	PZ-BF-04			0,3-0,8	A		
	9	PZ-BF-05	4+400	S	0,0-0,3	B	C>12	
	10	PZ-BF-05			0,3-0,8	B	C>12	
	11	PZ-BF-06	4+900	S	0,0-0,3	A		
	12	PZ-BF-06			0,3-0,8	A		
	13	PZ-BF-07	6+300	N	0,0-0,3	A		
	14	PZ-BF-07			0,3-0,8	A		
	15	PZ-BF-08	6+800	S	0,0-0,3	A		
	16	PZ-BF-08			0,3-0,8	A		
	17	PZ-BF-09	7+100	N	0,0-0,3	A		
	18	PZ-BF-09			0,3-0,8	A		
B	19	PZ-BF-10	7+650	S	0,0-0,3	A		
	20	PZ-BF-10			0,3-0,8	A		
	21	PZ-BF-11	8+000	N	0,0-0,3	A		
	22	PZ-BF-11			0,3-0,8	B	C>12	
	23	PZ-BF-12	8+650	S	0,0-0,3	A		
	24	PZ-BF-12			0,3-0,8	A		
	25	PZ-BF-13	9+400	N	0,0-0,3	A		
	26	PZ-BF-13			0,3-0,8	A		
	27	PZ-BF-14	9+600	S	0,0-0,3	B	C>12	
	28	PZ-BF-14			0,3-0,8	B	C>12	
	29	PZ-BF-15	10+300	N	0,0-0,3	A		
	30	PZ-BF-15			0,3-0,8	A		
	31	PZ-BF-16	10+800	S	0,0-0,3	A		
	32	PZ-BF-16			0,3-0,8	A		
	33	PZ-BF-17	11+600	S	0,0-0,3	A		
	34	PZ-BF-17			0,3-0,8	A		
	35	PZ-BF-18	11+900	N	0,0-0,3	A		
	36	PZ-BF-18			0,3-0,8	A		
	37	PZ-BF-19	12+600	S	0,0-0,3	A		
	38	PZ-BF-19			0,3-0,8	A		
	39	PZ-BF-20	14+000	N	0,0-0,3	A		
	40	PZ-BF-20			0,3-0,8	A		
C	41	PZ-BF-21	14+450	S	0,0-0,3	B	Zn	
	42	PZ-BF-21			0,3-0,8	A		
	43	PZ-BF-22	14+900	N	0,0-0,3	A		
	44	PZ-BF-22			0,3-0,8	A		
	45	PZ-BF-23	15+600	N	0,0-0,3	B	C>12	
	46	PZ-BF-23			0,3-0,8	A		
	47	PZ-BF-24	16+000	S	0,0-0,3	B	C>12	
	48	PZ-BF-24			0,3-0,8	A		
	49	PZ-BF-25	16+650	N	0,0-0,3	A		
	50	PZ-BF-25			0,3-0,8	A		
	51	PZ-BF-26	17+300	S	0,0-0,3	B	Zn, C>12, IPA	
	52	PZ-BF-26			0,3-0,8	B	Zn, C>12, IPA	
	53	PZ-BF-27	17+800	N	0,0-0,3	A		
	54	PZ-BF-27			0,3-0,8	B	Cr VI	
	55	PZ-BF-28	18+250	N	0,0-0,3	A		
	56	PZ-BF-28			0,3-0,8	A		
	57	PZ-BF-29	18+800	S	0,0-0,3	A		
	58	PZ-BF-29			0,3-0,8	A		
D	59	PZ-BF-30	19+350	N	0,0-0,3	B	C>12	
	60	PZ-BF-30			0,3-0,8	B	Zn, C>12	
	61	PZ-BF-31	19+900	S	0,0-0,3	A		
	62	PZ-BF-31			0,3-0,8	A		
	63	PZ-BF-32	21+100	S	0,0-0,3	A		
	64	PZ-BF-32			0,3-0,8	A		
	65	PZ-BF-33	22+400	N	0,0-0,3	A		
	66	PZ-BF-33			0,3-0,8	A		
	67	PZ-BF-34	23+000	S	0,0-0,3	A		
	68	PZ-BF-34			0,3-0,8	A		
	69	PZ-BF-35	23+450	N	0,0-0,3	A		
	70	PZ-BF-35			0,3-0,8	A		
	71	PZ-BF-36	23+800	S	0,0-0,3	A		
	72	PZ-BF-36			0,3-0,8	A		
	73	PZ-BF-37	24+600	N	0,0-0,8	A		
	74	PZ-BF-38			0,0-0,8	A		
	E	75	PZ-BF-39	27+350	S	0,0-0,8	A	
		76	PZ-BF-40			0,0-0,3	A	
77		PZ-BF-40	27+900	N	0,0-0,3	A		
78		PZ-BF-41			0,3-0,8	A		
79		PZ-BF-41	28+200	S	0,0-0,3	A		
80		PZ-BF-42			0,3-0,8	A		
81		PZ-BF-42	29+700	N	0,0-0,3	A		
82		PZ-BF-43			0,3-0,8	A		
83		PZ-BF-43	30+250	S	0,0-0,3	A		
84		PZ-BF-44			0,3-0,8	A		
85		PZ-BF-44	30+700	N	0,0-0,3	A		
86		PZ-BF-45			0,3-0,8	A		
87		PZ-BF-45	31+200	S	0,0-0,3	A		
88		PZ-BF-46			0,3-0,8	A		
89		PZ-BF-47	32+600	N	0,0-0,8	A		
90	PZ-BF-48	0,0-0,8			A			

Per completezza di trattazione, si evidenzia un trend di miglioramento degli esiti analitici del 2016, con i dati di laboratorio della campagna eseguita nel 2011, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 smi, durante la precedente fase progettuale. Si rileva la riduzione dei valori di concentrazioni in Zinco sopra la soglia di colonna A ed in generale in alcuni metalli pesanti caratteristici della tipologia di pressione antropica esercitata (ad es. Piombo), ma soprattutto la diminuzione dei tenori nei composti organici, caratterizzati da una componente volatile legata al carico del sistema veicolare.

In relazione a ciò si sottolinea come il tratto autostradale, oggetto degli interventi in progetto, sia stato sufficientemente investigato ai fini della caratterizzazione ambientale dei terreni: su circa 32 km di tracciato sono stati ubicati, tra recente e precedente campagna di caratterizzazione, 94 punti di indagine con il prelievo di circa 140 campioni, al netto dei punti (24 lungo il tratto) e, rimandati alla fase preliminare dei lavori per il completamento del piano di caratterizzazione ai sensi del D.M. 161/2012. Di seguito si riportano per un confronto i dati di sintesi delle campagne svolte nel 2011 e nel 2016. Per la definizione dei requisiti di compatibilità ambientale delle terre da scavo si è fatto riferimento ai dati della campagna del 2016.

Tabella 16-11 Quadro complessivo dei prelievi effettuati lungo il tracciato in progetto nelle 2 campagne di indagine ambientale svolte nel 2011 e nel 2016

Ambiti di SCAVO e RIUTILIZZO	lunghezza in ml	Campagna 2011 D.Lgs.152/2006		Campagna 2016 D.M.161/2012	
		Punti di indagine	Prelievi	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	6230	8	8	9	18
Tratta B	6808	15	15	11	22
Tratta C	4881	11	11	9	18
Tratta D	8276	6	6	9	16
Tratta E	6282	6	6	10	16
Totale	32477	46	46	48	90

16.2.1.1 Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) data la 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;
- 3) la maggior parte dei materiali può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale o anche come reimpiego in porzioni sature;
- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla coincidenza dei siti di scavo con le destinazioni di riutilizzo.

16.2.2 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. Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una fase esecutiva o realizzativa, la caratterizzazione dei siti di utilizzo è pertanto 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.

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 5 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 modalità delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in sub-tratte 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, ed al netto delle caratterizzazioni sito specifiche rimandate alla fase preliminare di inizio lavori, il tracciato risulta così suddiviso:

Tabella 16-12 Criterio di suddivisione del tracciato e delle tratte in parti caratterizzate da una CSC di riferimento

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
A	1+070	4+000	A	PZBF01
				PZBF02
				PZBF03
				PZBF04
	4+000	4+650	B	PZBF05

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
	4+650	7+300	A	PZBF06
				PZBF07
				PZBF08
				PZBF09
B	7+300	7825	A	PZBF10
	7825	8+325	B	PZBF11
	8+325	9+500	A	PZBF12
	9+500	9+350	B	PZBF13
				PZBF14
	9+350	14+100	A	PZBF15
				PZBF16
				PZBF17
				PZBF18
				PZBF19
PZBF20				
C	14+100	14+225	A	PZBF21
	14+225	14+675	B	
	14+675	15+250	A	PZBF22
	15+250	16+352	B	
	16+325	16+975	A	PZBF23
				PZBF24
	16+975	18+025	B	PZBF25
	18+025	18+989	A	PZBF26
PZBF27				
D	18+989	19+025	A	PZBF28
	19+025	19+625	B	PZBF29
				PZBF30
	19+625	27+265	A	PZBF31
				PZBF32
PZBF33				
PZBF34				
				PZBF35

Tratta	da pk	a pk	CSC	Punti di indagine
E	27+265	33+547	A	PZBF36
				PZBF37
				PZBF38
				PZBF39
				PZBF40
				PZBF41
				PZBF42
				PZBF43
				PZBF44
				PZBF45
				PZBF46
				PZBF47
				PZBF48

16.3 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 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 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 di intervento 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 nell'ambito del D.M. 161/2012 come sottoprodotti:

Tabella 16-13 Sintesi dei volumi di materiali movimentati

BILANCIO MATERIALI		Tratta A		Tratta B	Tratta C	Tratta D		Tratta E	Volumi totali	di cui ai sensi del DM 161/2012
A13 Tratto Bologna Arcoveggio-Ferrara Sud		sv. Castelmaggiore				sv. Altedo				
A	SCAVO	mc								
	SCAVO SCOTICO/VEGETALE	20.689,4	11.950,0	31.397,0	19.902,2	47.715,2	13.089,9	24.898,4	169.642,1	74.656,6
	SCAVO DI SBANCAMENTO, PREPARAZIONE E FONDAZIONE	163.864,1	23.750,0	184.497,9	108.059,8	215.202,4	19.081,8	205.870,3	920.326,3	860.820,0
	SCOTICO AREE DI CANTIERE								86.760,0	86.760,0
	TOTALE	184.553,5	35.700,0	215.894,9	127.962,0	262.917,6	32.171,7	230.768,7	1.176.728,4	1.022.236,6
B	FABBISOGNO									
	PER RILEVATO CORPO STRADALE	129.513,4	106.800,0	231.712,1	129.410,2	280.319,8	32.129,0	179.059,2	1.088.943,7	
	PER ANTICAPILLARE	2.065,7	660,0	2.327,8	1.890,3	3.417,0	0,0	1.818,6	12.179,3	
	RILEVATO PER RICOPRIMENTO SCARPATE	9.973,1	3.600,0	16.552,4	9.163,6	20.625,7	2.032,6	12.709,3	74.656,6	
	SISTEMAZIONE AREE DI CANTIERE								86.760,0	
	TOTALE	141.552,2	111.060,0	250.592,2	140.464,0	304.362,5	34.161,6	193.587,1	1.262.539,6	
C	RIUTILIZZI SCAVI									
	RICOPRIMENTO SCARPATE E CIGLI	9.973,1	3.600,0	16.552,4	9.163,6	20.625,7	2.032,6	12.709,3	74.656,6	74.656,6
	RILEVATO CORPO STRADALE	113.591,1	24.761,7	198.762,6	109.656,7	239.714,5	27.591,5	146.741,8	860.820,0	860.820,0
	SCOTICO AREE DI CANTIERE								86.760,0	86.760,0
	TOTALE	123.564,3	28.361,7	215.315,0	118.820,2	260.340,2	29.624,1	159.451,1	1.022.236,6	1.022.236,6
D=B-C	APPROVVIGIONAMENTO									
	FORNITURA DA ESTERNO DA RILEVATO	0,0	62.038,3	11.312,0	1.150,8	28.468,5	4.537,4	0,0	107.507,1	
	FORNITURA ANTICAPILLARE	2.065,7	660,0	2.327,8	1.890,3	3.417,0	0,0	1.818,6	12.179,3	
	FORNITURA MATERIALE ALLEGGERITO	15.922,3	20.000,0	21.637,4	18.602,7	12.136,9	0,0	32.317,4	120.616,6	
	TOTALE	17.987,9	82.698,3	35.277,2	21.643,8	44.022,3	4.537,4	34.135,9	240.303,0	
E=A-C	SMALTIMENTO IN DISCARICA O IMPIANTO								154.491,8	

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 ricavati 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 1.176.728 mc. Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, escluse le aree di cantiere (circa 86760 mc di scotico), è pari ad un totale di circa 1.175.777 mc, la cui maggior parte è prevista a rilevato e per la sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli e delle scarpate è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa 74.567 mc.

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 1.022.236,6 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 pertanto approvvigionata esternamente con materiale tecnicamente idoneo e conforme ai requisiti ambientali (circa 240.303 mc). Tale approvvigionamento è previsto da cava e da esterno per materiale idoneo a rilevato (circa 107.507 mc), per materiale alleggerito (circa 120.617 mc) e per la fornitura di materiale anticapillare (circa 12.719 mc).

Pur possedendo i requisiti di compatibilità ambientale, parte degli scavi non hanno caratteristiche tecniche idonee alla formazione a rilevato, pertanto un volume di circa 154.492 mc (di cui circa 95.000 mc di solo vegetale), 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 geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

Sono previsti materiali 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, come indicato nella Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 smi.

16.4 Disposizioni per la Gestione dei Materiali da Smaltire a Discarica o ad Impianti di Recupero

Oltre a quanto riportato nel paragrafo introduttivo del presente capitolo, 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 espresse 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;
- il materiale escavato durante le lavorazioni di realizzazione del nuovo svincolo Lazzaretto, così come indicato in paragrafo 3.1, a partire all'incrocio delle rampe di svincolo sino alla intersezione con la viabilità località con raccordo a rotatoria;
- gli scavi necessari alla bonifica ed alla preparazione del piano di posa per l'ampliamento del corpo stradale (CS41S) e per la realizzazione del muro di sostegno (MS024) 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);

Il materiale qualificato quale rifiuto verrà di norma allontanato dal cantiere per lo smaltimento in discariche od, in alternativa recuperato, in impianti autorizzati.

17 CANTIERIZZAZIONE E DURATA LAVORI

17.1 Cantierizzazione

Nel presente capitolo vengono descritte la ubicazione e le caratteristiche dei cantieri principali e secondari predisposti lungo il tracciato dell'Autostrada A13 tratto Ferrara Bologna, oggetto di ampliamento alla terza corsia.

La morfologia dell'area risulta pressoché pianeggiante per cui risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Il materiale di risulta derivante dallo scotico superficiale dei primi 60 cm è inadatto alla costruzione del rilevato poiché adibito a coltura agricola. Di questi i 20 cm più superficiali e ricchi biologicamente verranno collocati in dune perimetrali di altezza massima pari a 2 metri a protezione del campo base, il resto in cumuli di altezze non superiore a

2 metri da allocarsi all'interno dell'area di deposito. Tale materiale, depositato temporaneamente, verrà poi riutilizzato per la rinaturalizzazione del sito a fine lavori, dopo aver rimosso la pavimentazione e il materiale arido, posando prima il materiale in mucchi e poi, più in superficie, quello nelle dune.

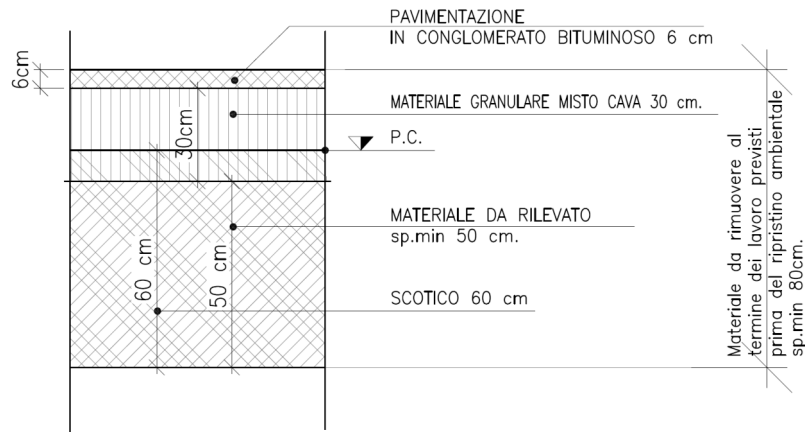


Figura 6: particolare del pacchetto di pavimentazione

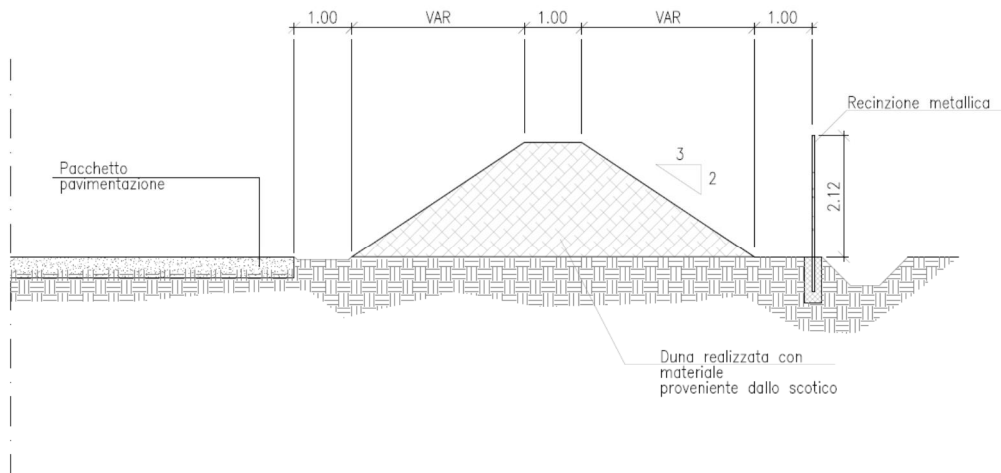


Figura 7: particolare della duna perimetrale

Completano la documentazione gli elaborati grafici relativi alle planimetrie e sezioni delle aree di cantiere.

Le aree di cantiere previste hanno attualmente una destinazione agricola e, di conseguenza, al termine dei lavori si prevede in progetto il loro recupero ambientale mediante ripristino ad uso agricolo. Cessata la operatività dei cantieri saranno rimosse le pavimentazioni, i sottofondi, le opere fondali delle baracche di cantiere, le recinzioni e le reti tecnologiche realizzate. Effettuata le operazioni di demolizione e

raggiunto gli strati naturali del terreno, è previsto un riporto di terreno vegetale fino al raggiungimento del piano di campagna precedente la realizzazione delle opere e comunque dello spessore sufficiente al ripristino agricolo delle aree. Il terreno riportato sarà quindi lavorato per renderlo idoneo alla formazione di un prato.

17.1.1 Area di cantiere CB01

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area alla progr. 20+300 della A13 lato carr. Nord, nel territorio del comune di Bentivoglio in adiacenza al casello autostradale, dove sono previsti:

- Campo Base
- Cantiere Operativo
- Impianto di Produzione Calcestruzzi
- Impianto di Produzione Asfalti
- Area di Caratterizzazione Terre
- Area di Deposito

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza al nuovo corpo stradale per l'allargamento dell'autostrada A13, in corrispondenza dello svincolo e barriera di esazione di Altedo, e direttamente accessibile dalla via Chiavicone. Il cantiere sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione del nuovo corpo stradale destinato alla terza corsia dell'autostrada, dei nuovi cavalcavia e delle altre opere d'arte necessarie.

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

Sulla base delle caratteristiche e degli apprestamenti presenti nell'area di cantiere in oggetto, si rende necessario l'allacciamento alla rete elettrica ENEL in Media Tensione tramite installazione nell'area di cantiere di un manufatto prefabbricato in c.a. con funzione di cabina elettrica MT/BT+.

17.1.1.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

17.1.1.2 Campo Base

Il campo base occupa una superficie di circa 10.000 mq ed in esso trovano collocazione le baracche ed i servizi di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte, quella destinata ad ospitare gli alloggi e quella dedicata agli uffici di cantiere.

Tutta l'area di cantiere sarà opportunamente delimitata da recinzioni e completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

In particolare nel campo sono collocati:

- dormitori per le maestranze per un numero ipotizzato di 125 posti letto, realizzati con box ampliabili secondo le necessità;
- spogliatoi per le maestranze comprensivi di una zona destinata alla pulizia scarpe e stivali;

- parcheggi;
- uffici dell'impresa e della Direzione dei Lavori comprensivi di servizi igienici;
- infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi;
- cucina, refettorio, trasformabile in zona ricreativa e/o sala per la formazione del personale/sala riunioni;
- container per lo stoccaggio dei rifiuti;
- container per lo stoccaggio della documentazione di cantiere.

Per le caratteristiche di tali manufatti si rimanda alle specifiche tavole di progetto.

17.1.1.3 Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 15.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

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

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

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

È stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

17.1.1.4 Area di Produzione Calcestruzzi

L'area è destinata alla produzione dei calcestruzzi, per una superficie di 8.600 mq dotata di:

- spogliatoio ed ufficio;
- impianto betonaggio;
- vasca di sedimentazione acque industriali;
- aree per la miscelazione dei materiali;
- area per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti;
- impianto di lavaggio autobetoniere;
- parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

17.1.1.5 Area di Produzione Conglomerati Bituminosi

L'area è adibita alla produzione degli asfalti, per una superficie di 11.500 mq dotata di:

- spogliatoio ed ufficio;
- impianto di produzione di conglomerati bituminosi;
- impianto di riciclaggio a freddo conglomerati bituminosi;
- aree per lo stoccaggio e miscelazione degli inerti;
- area accumulo del fresato;
- parcheggi per le autovetture e parcheggi per i mezzi di cantiere.

L'area verrà pavimentata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato e 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile. Le acque di piazzale saranno raccolte e trattate (sedimentazione-disoleatura) prima di essere recapitate attraverso una tubazione dedicata che ne permetterà il campionamento separato.

17.1.1.6 Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne l'idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 9.000 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate $\frac{1}{2}$.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

17.1.1.7 Area di Deposito

Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 9.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

17.1.1.8 Aspetti idraulici

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta.

17.1.2 Area di cantiere CO01

Oltre al cantiere base descritto nel precedente capitolo, si prevede di installare un cantiere operativo alla progressiva km 7+900, nel Comune di Bentivoglio, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza allo svincolo e barriera di esazione di Bologna Interporto, direttamente accessibile dalla via Sammarina.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere parte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

17.1.2.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

17.1.2.2 Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 19.100 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

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

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per supportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

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

È previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco direttamente sul piazzale di stazione, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

17.1.2.3 Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 12.700 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate $\frac{1}{2}$.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

17.1.2.4 Area di Deposito

Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 8.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

17.1.2.5 Aspetti idraulici

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta.

17.1.3 Area di cantiere CO02

Si prevede di installare un secondo cantiere operativo alla progressiva km 32+100, nel Comune di Poggio Renatico, l'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza alla carreggiata nord e alla SP08 (via uccellino) e sarà accessibile direttamente da entrambe le strade.

Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all'esecuzione delle opere parte costituenti corpo stradale e cavalcavia. In adiacenza all'area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un'area di caratterizzazione terre e un'area di deposito.

17.1.3.1 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

17.1.3.2 Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 20.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

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

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato nei disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

L'area di cantiere ospita i seguenti apprestamenti:

- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- area stoccaggio materiali e attrezzature;
- cisterna acqua;
- serbatoi carburanti;
- box locale spogliatoi e wc;
- magazzino;

- officina;
- area assemblaggio travi;
- area stoccaggio travi;
- deposito bombole ossigeno e acetilene;
- pesa con cabina di strumentazione.

È stato previsto, in adiacenza all'area montaggio travi, un varco autostradale, da utilizzarsi solamente in chiusura totale dell'autostrada, per permettere il trasporto delle travi tramite carrelli ai vari cavalcavia.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

17.1.3.3 Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi e attestarne la idoneità ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale è necessario prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 12.800 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso, in modo da creare un piano di posa impermeabile.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base prevalentemente rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate 1/2.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- box locale uffici;
- area per accumulo materiale da demolizione;
- frantoio mobile.

17.1.3.4 Area di Deposito

Oltre all'area di stoccaggio materiale ubicata all'interno del cantiere operativo è stata individuata un'area di deposito, di superficie pari a 9.000 mq, che come già detto, in parte verrà utilizzata per lo stoccaggio del materiale superficiale proveniente dallo scotico.

17.1.3.5 Aspetti idraulici

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta.

17.2 Fasizzazione e Durata dei Lavori

Per quanto riguarda la cantierizzazione si è scelto di dividere il tratto in cinque tratte d'intervento. In tal modo i lavori possono procedere con cantieri sfalsati (alternativamente in carreggiata nord o sud) in modo da ottimizzare i tempi e evitare la presenza di emergenza per tratte estese sulla stessa carreggiata. Quanto sopra consente la realizzazione delle tratte in contemporanea.

In particolare le tratte di cantierizzazione, all'interno delle quali si procederà all'esecuzione dell'ampliamento, sono:

- tratta A che si estende dalla progr. 1+070 (inizio intervento) fino alla progr. 7+300
- tratta B che si estende dalla progr. 7+300 fino alla progr. 14+108
- tratta C che si estende dalla progr. 14+108 fino alla progr. 18+989
- tratta D che si estende dalla progr. 18+989 fino alla progr. 27+265
- tratta E che si estende dalla progr. 27+265 fino alla progr. 33+547 (fine intervento)

Sezioni tipo di intervento e fasi di traffico

L'infrastruttura esistente ha una sezione tipo con piattaforma da 22,70 m, con due corsie da 3,75 m per senso di marcia, corsie di emergenza da 2,75 m e spartitraffico bifilare da 2,20 m.

La sezione tipo di progetto corrisponde alla categoria A del D.M. 5/11/2001, caratterizzata da 3 corsie da 3,75 m, margine interno di 4 m (2,60 m di spartitraffico e due banchine in sx da 0,70 m) e corsie di emergenza di 3 m, per un'ampiezza complessiva di 32,50 m.

Durante le lavorazioni la larghezza minima delle carreggiate aperte al traffico è di 6,90 m, atta a mantenere tre corsie di larghezza ridotta.

L'articolazione trasversale della piattaforma, inoltre, è tale da garantire in tutte le fasi almeno una corsia di emergenza lungo uno dei due sensi di marcia, che non venga ad interrompersi nella sua estensione longitudinale lungo il tratto, salvo nei punti singolari ove le lavorazioni non lo consentano.

La separazione e la protezione del cantiere dal traffico autostradale, è assicurata dall'installazione di barriera new-jersey in cls., posta a filo della carreggiata autostradale provvisoria. Sono da predisporre delle piazzole provvisorie ogni 500 m circa.

Inoltre, sono previsti dei by-pass nel new-jersey centrale ogni 2.000 m circa, al fine di consentire l'intervento dei mezzi di soccorso anche nella carreggiata ove sia assente la corsia di emergenza, passando sull'altra carreggiata, appunto, nel varco più vicino a valle dell'incidente e percorrendo contromano la carreggiata opposta.

In linea generale, nei tratti in sede naturale in rettilineo sono comunque previste 3 fasi, ossia:

0. soppressione puntuale della corsia di emergenza, della carreggiata che verrà ampliata in fase 2, per la realizzazione delle fondazioni e delle elevazioni delle spalle dei soli cavalcavia in affiancamento che interferiscono con la corsia di emergenza.

1. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia di emergenza di una carreggiata e ampliamento del corpo stradale sulla stessa carreggiata, con mantenimento delle due corsie più emergenza sulla carreggiata opposta;

2. riduzione della larghezza delle corsie e occupazione col cantiere della corsia di emergenza sulla altra carreggiata e ampliamento del corpo stradale, ripristino della corsia di emergenza sulla carreggiata ampliata in prima fase;

3. spostamento del traffico sulle corsie esterne ai lati del cantiere e adeguamento dello spartitraffico.

Oltre alle fasi principali, sono previste delle fasi secondarie necessarie per effettuare le ricariche sulle carreggiate e per effettuare i risanamenti delle corsie di marcia.

Tutte le fasi sono rappresentate nelle tavole relative alle fasizzazioni dei lavori.

Le tempistiche di realizzazione delle tratte di lavorazione e le relazioni temporali tra di esse, sono riportate nel **Diagramma dei lavori**.

I tempi totali della realizzazione dell'opera sono pari a 36 mesi.

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nel **laborato CAP0001 Diagramma dei lavori**, i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di circa 36 mesi.

18 ESPROPRI

Il presente progetto definitivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame.

Tale sezione è composta di una parte grafica (piano particellare), di 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, sovrapponendo la stessa mappa al rilievo reale e alla planimetria di progetto con ancoraggio a punti significativi (punti trigonometrici georeferenziati, capisaldi in genere).

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta sono stati riportati i mappali da acquisire in via ablativa od occupare in tutto o in parte, con l'indicazione delle relative superfici, intere, di quelle di 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 vengono conteggiate le somme necessarie agli espropri con le seguenti modalità: determinate le superfici necessarie alla realizzazione dell'opera, vengono eseguiti dei sopralluoghi sui siti interessati, atti ad identificare l'attuale destinazione dei beni immobili, nonché le relative colture prevalenti in atto, provvedendo a distinguere, con successive indagini relative alle destinazioni urbanistiche, l'effettivo valore riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, edificate e a potenzialità edificatoria legale.

Prevalentemente le aree interessate dalle opere sono da considerarsi agricole e marginalmente edificate e quindi da doversi indennizzare applicando le previsioni normative stabilite dall'art. 40 comma 1 con il valore venale per territorialità omogenea (aree non edificabili -sentenza della Corte Costituzionale n 181/2011) e dall'art 38 (aree edificate) del D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

Invece per le limitate aree a potenzialità edificatoria legale o assimilate, in attuazione alle norme indicate dall'art. 37 del sopraccitato T.U, è stato temperato il valore venale ai valori di mercato delle zone in esame.

Sono stati infine calcolati gli importi per la corresponsione delle indennità aggiuntive di 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, per gli asservimenti, per il frazionamento della proprietà, per i costi tecnici della procedura espropriativa e per le imposte.

19 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.

Una volta individuate le reti esistenti, si è provveduto a verificarne le caratteristiche principali delle linee presso i gli Enti gestori o proprietari. Delle interferenze censite sono state redatte delle opportune planimetrie di censimento e ipotizzato dal progettista la possibile risoluzione.

Gli oneri per la risoluzione delle interferenze sono stati indicati, per ogni singola interferenza, tenendo conto di tutto quanto necessario: rotture di sedi stradali, trasporto alla discarica dei materiali di risulta, riprese, pozzetti di derivazione, controtubi, sfiati ecc., deviazioni e collegamenti temporanei per la continuità del servizio.

Si precisa che lo studio è stato mirato a tutte le interferenze, di qualsiasi natura e consistenza, senza una verifica della possibile regolamentazione con specifiche convenzioni, che, nelle fattispecie, potrebbero far carico agli Enti onere di eventuali spostamenti o adeguamenti richiesti.