

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA - BARI - TARANTO

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

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE



Milano, Novembre 2016

INDICE

1. PREMESSA.....	6
2. STORIA DELL'INFRASTRUTTURAZIONE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE DI BOLOGNA.....	8
3. ACCORDO DEL 15 APRILE 2016.....	13
3.1. IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO.....	16
3.2. SISTEMA DI PEDAGGIAMENTO	17
4. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO.....	18
5. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	27
5.1. PROGETTO STRADALE	27
5.2. GEOTECNICA	28
5.3. IDROLOGIA E IDRAULICA	29
5.4. STRUTTURE.....	36
5.5. MITIGAZIONI ACUSTICHE	37
5.6. RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)	37
5.7. OPERE A VERDE	37
5.8. IMPIANTISTICA	38
5.9. ESPROPRI	39
6. SISMICITA'.....	40
6.1. INQUADRAMENTO SISMICO	40
6.2. STRATEGIA PROGETTUALE	40
6.3. ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA	40
6.4. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	43
6.5. STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	44
7. GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	46
7.1. INTRODUZIONE.....	46
7.2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE	46
7.3. INQUADRAMENTO DELL' AREA.....	48
7.4. STRATIGRAFIA.....	50
7.5. GEOMORFOLOGIA	54
7.6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE.....	55

7.7.	IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO.....	57
7.8.	ULTERIORI ELEMENTI DI RILEVANZA	58
7.9.	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	60
7.10.	PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO.....	62
8.	GEOTECNICA	64
8.1.	INTRODUZIONE.....	64
8.2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	64
8.3.	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETA' MECCANICHE	64
9.	IDROLOGIA E IDRAULICA	67
9.1.	GENERALITA'	67
9.2.	IDROGRAFIA	67
9.3.	IDROLOGIA	67
9.4.	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA.....	72
9.5.	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA	74
10.	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	80
10.1.	ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE.....	80
10.2.	PLANO-ALTIMETRIA ATTUALE CON RIFERIMENTO AL DM 05.11.2001	82
11.	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO.....	87
11.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	87
11.2.	CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDENZA D.M. 05/11/2001	88
11.3.	INTERVENTI SULLE CONNESSIONI FUNZIONALI AL SISTEMA TANGENZIALE.....	94
11.4.	NUOVO SVINCOLO DI LAZZARETTO.....	106
11.5.	SVINCOLO 9 – SAN DONATO	108
11.6.	OTTIMIZZAZIONE DI CONNESSIONI VIABILISTICHE LOCALI.....	111
11.7.	VIABILITA' INTERFERITE	111
11.8.	PONTI E VIADOTTI.....	137
11.9.	SOTTOVIA.....	147
11.10.	NUOVO SOTTOVIA FS SVINCOLO LAZZARETTO	198
11.11.	AMPLIAMENTO SOTTOVIA FS VIA COLOMBO.....	201
11.12.	GALLERIA SAN DONNINO	206
11.13.	CAVALCAVIA STRADALI.....	212

11.14. CAVALCAVIA FERROVIARI.....	225
11.15. SEMI-COPERTURA FONICA A CROCE DEL BIACCO	230
12. MITIGAZIONI AMBIENTALI E OPERE DI INSERIMENTO TERRITORIALE PAESAGGISTICO.....	233
12.1. I CRITERI DEL PROGETTO: L'INFRASTRUTTURA COME PATRIMONIO PER IL TERRITORIO.....	237
12.2. GLI ELEMENTI DEL PROGETTO	239
12.3. PORTE.....	242
12.4. PARCHI.....	245
12.5. PERCORSI.....	248
12.6. PASSAGGI.....	251
12.7. ELEMENTI E OPERE D'ARTE.....	254
12.7.1. BARRIERE ACUSTICHE.....	254
12.7.2. GALLERIA SAN DONNINO	259
12.7.3. CAVALCAVIA	261
12.7.4. ARREDO URBANO	264
13. IMPIANTI TECNOLOGICI.....	265
13.1. IL PROGETTO INTEGRATO "ITS"	269
14. CANTIERIZZAZIONE	271
14.1. AREE DI CANTIERE.....	271
14.2. AREA CB01.....	271
14.3. AREA CO01	275
14.4. FASIZZAZIONE DEI LAVORI.....	276
14.5. DIAGRAMMA DEI LAVORI.....	276
15. ARCHEOLOGIA.....	277
15.1. SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI.....	278
15.2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO.....	280
15.3. CONCLUSIONI.....	281
16. GESTIONE DEI MATERIALI E DELLE TERRE DA SCAVO	282
16.1. IDENTIFICAZIONE DEI SITI DI SCAVO E DETERMINAZIONE DELLE INDAGINI, AI SENSI DEL D.M. 161/2012.....	283
16.2. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO	283
16.3. CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO.....	291

16.4. COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO	297
16.5. BILANCIO DEI MATERIALI	297
16.6. DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA OD AD IMPIANTI DI RECUPERO.....	300
17. ESPROPRI	302
17.1. ESPROPRIO DELLE AREE AGRICOLE O NON EDIFICABILI	303
17.2. ESPROPRIO DELLE AREE EDIFICABILI, EDIFICATE E DELLE CORTI	304
17.3. ALTRI INDENNIZZI	304
17.4. INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE	305
18. INTERFERENZE	307

1. PREMESSA

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

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

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

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

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

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

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

Sulla base del sopracitato accordo, ed in coerenza con la relazione preliminare ad esso allegata, è stato quindi redatto il Progetto Preliminare.

Vista l'importanza e la delicatezza dell'intervento, i firmatari dell'Accordo hanno deciso di sottoporre il progetto preliminare del Potenziamento in sede a un Confronto Pubblico che consenta, attraverso la partecipazione dei cittadini, di realizzarlo nel modo migliore.

Il confronto pubblico si è aperto ufficialmente a luglio 2016 ed è stato coordinato da una moderatore indipendente, affiancato da un comitato di esperti, a cui hanno preso parte anche tre rappresentanti nominati dai comitati di cittadini; il confronto è stato gestito assicurando la più ampia partecipazione e dando voce a tutte le posizioni, comprese anche quelle più critiche verso l'iniziativa.

Il dialogo con il pubblico si è aperto con la presentazione al Consiglio Comunale del progetto preliminare e del relativo dossier illustrativo.

Sulla base di un cospicuo numero di documenti informativi, messi a disposizione della cittadinanza, nei primi giorni di settembre si sono svolti gli incontri, nei quartieri maggiormente interessati dal progetto, a cui hanno partecipato complessivamente oltre 700 persone.

Nel corso degli incontri si è dato ampio spazio agli interventi dei comitati e delle associazioni locali. Particolare rilevanza hanno rivestito gli incontri di approfondimento tematico svolti tra fine settembre e metà ottobre

L'incontro sugli gli scenari del traffico e della mobilità ha perseguito l'obiettivo di fornire un quadro chiaro e argomentato delle valutazioni trasportistiche a supporto della soluzione di progetto e del confronto con le ipotesi alternative.

Il tema più sensibile dell'intero confronto, quello dell'ambiente e della salute, è stato affrontato con la massima trasparenza ed ha visto la partecipazione dei rappresentanti dei comitati cittadini, dell'ARPAE e dell'Usl, oltre che del comitato di esperti.

L'incontro sulla qualità urbana, ambiente e paesaggio è stato l'occasione per porre all'attenzione dei cittadini il progetto di inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera.

Tale occasione ha fornito lo spunto per registrare le istanze del territorio in termini di mobilità lenta, le esigenze di connessione urbana e le aspettative di mitigazione ambientale.

Al contempo l'incontro sulla gestione dei cantieri e i successivi laboratori di progettazione sono stati l'occasione per coinvolgere i cittadini nelle soluzioni di dettaglio per gli specifici ambiti di interesse.

2. STORIA DELL'INFRASTRUTTURAZIONE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE DI BOLOGNA

I 4 tronchi autostradali che fanno direttamente capo a Bologna, la Bologna-Milano (A1), la Bologna-Firenze (A1), la Bologna-Padova (A13) e la Bologna-Ancona (A14), sono collegati al Sistema Tangenziale di Bologna.

Tale Sistema consiste in due carreggiate autostradali a pedaggio (di seguito definite 'Autostrada') affiancate da due carreggiate libere da pedaggio (di seguito 'Complanare'); il tratto autostradale rappresenta l'inizio dell'A14 Bologna-Taranto, compreso il raccordo di Casalecchio, ed è controllato attraverso 5 stazioni:

- Casalecchio;
- Borgo Panigale;
- Fiera (aperta al traffico nel 2006);
- San Lazzaro;
- Arcoveggio (situata sulla A13 Bologna-Padova).

Tutte le stazioni dell'A14 sono connesse direttamente alla complanare, sulla quale si trovano 15 svincoli, a loro volta collegati alla viabilità ordinaria della città (cfr. **Errore. L'origine riferimento non stata trovata.**).

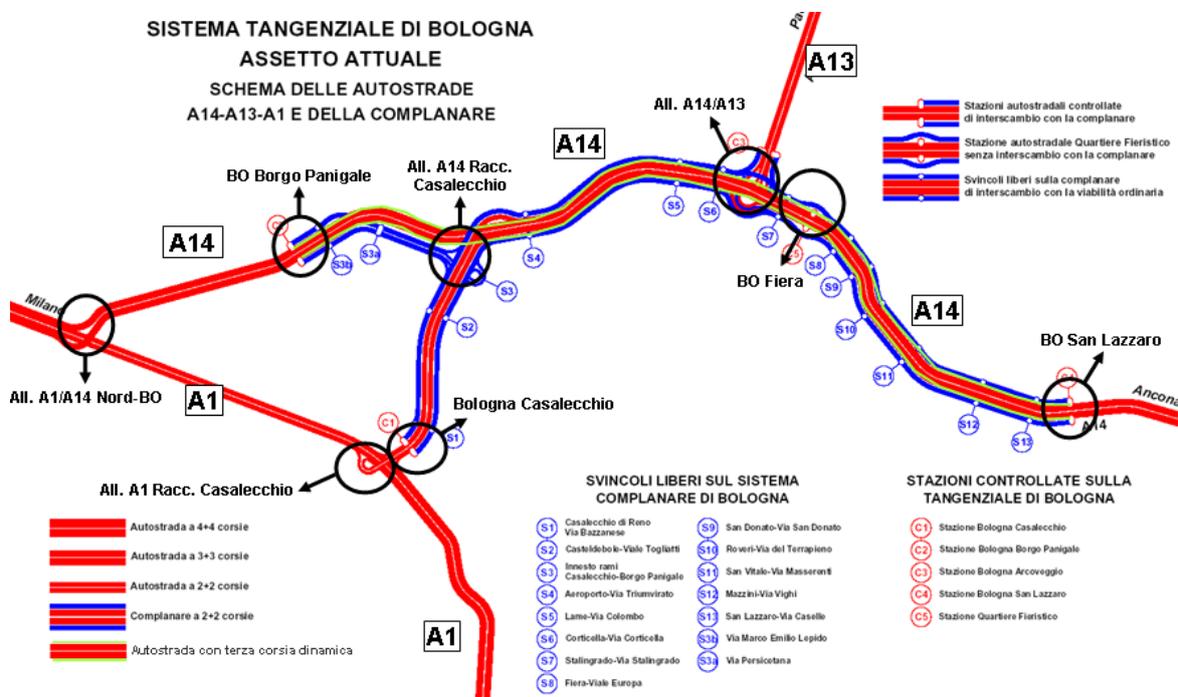


Figura 1: Schema grafico del sistema tangenziale di Bologna nell'assetto attuale

Negli anni '60 entrambe le infrastrutture furono costruite a due corsie per senso di marcia più corsia di emergenza, di comune accordo fra l'Anas, Autostrade per l'Italia (a quel tempo semplicemente 'Autostrade') ed il Comune di Bologna.

La sede prescelta per la nuova arteria fu quella prevista dal P.R.G. vigente, subito all'esterno della grande cintura ferroviaria, ribadendo così un vincolo già esistente su terreni poco urbanizzati ed ipotizzando lo sviluppo più a nord dei nuovi insediamenti urbani; questo è stato infatti il modello di sviluppo dell'area bolognese negli ultimi anni.

L'obiettivo perseguito di distinguere il traffico di medio-lunga percorrenza, che utilizza l'autostrada, da quello urbano che invece usufruisce della complanare dotata di un elevato numero di svincoli con la viabilità ordinaria, nel tempo ha funzionato egregiamente, manifestando elementi di criticità solo a seguito dell'incremento negli anni dei volumi di traffico, con conseguente caduta nei livelli di servizio a valori molto inferiori di quelli originari. Ciò ha indotto la società concessionaria a programmare ed attuare nel tempo gli adeguati interventi di potenziamento.

I fenomeni di congestione si sono manifestati soprattutto nelle due carreggiate laterali urbane (complanari), producendo il dirottamento di sempre maggiori aliquote di traffico urbano sulla viabilità interna cittadina e il conseguente aggravamento delle condizioni ambientali.

Anche se tali fenomeni interessavano spesso l'autostrada, di fatto si verificavano in maniera quotidiana sulla complanare, intensificandosi ulteriormente in occasione delle frequenti manifestazioni fieristiche, quando i numerosi veicoli in uscita dalla complanare impegnano gli svincoli di accesso alla viabilità urbana, con rigurgiti di traffico per chilometri sulla stessa infrastruttura fino agli svincoli dell'A14 e dell'A13.

Il problema del potenziamento del Sistema Tangenziale fu dibattuto a lungo nei primi anni '80 in sede di elaborazione del Piano Regionale Integrato dei Trasporti (P.R.I.T.), del Piano dei Trasporti di Bacino Provinciale (P.T.B.) nonché del Piano Intercomunale (P.U.I.); al termine del dibattito, si pervenne alla conclusione della non opportunità di realizzare un nuovo raccordo autostradale fra la città ed i Comuni della cintura suburbana, in modo da non frazionare ulteriormente il continuo urbanizzato dell'area bolognese; venne realizzato quindi il prolungamento della complanare fino a Castel S.Pietro.

Per le stesse motivazioni negli anni 1984/86 si addivenne ad una nuova convenzione fra l'Anas, Autostrade per l'Italia ed il Comune di Bologna (la delibera comunale è del 21/7/1986 - O.d.G. n. 1454), con la quale si stabiliva il potenziamento da 2 a 3 corsie sia delle carreggiate autostradali che delle carreggiate laterali aperte della Complanare nel tratto a nord di Bologna (da Borgo Panigale al torrente Savena) di km 12,5 circa.

Il progetto esecutivo per la realizzazione delle opere venne redatto da Autostrade per l'Italia in accordo con l'Anas ed il Comune di Bologna; in tale sede il Comune ottenne che venisse previsto

anche il potenziamento dei rami di svincolo che si allacciano alla viabilità urbana, che risultavano ormai insufficienti. Le fasi di realizzazione, avviate nell'88, furono tuttavia subito interrotte su sollecitazione dei cittadini, al fine di trovare una soluzione che coniugasse in maniera soddisfacente le ragioni trasportistiche con le nuove esigenze derivanti da una mutata sensibilità ambientale, che spingeva a non aumentare le corsie di transito sulle Complanari (in quello stesso anno, il DPCM 377/1988 inserì le autostrade tra gli interventi da sottoporre alla nuova procedura di Valutazione di Impatto Ambientale e il DPCM del 27.12.88 specificò le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale).

A metà degli anni '90 si riprese pertanto a ragionare sull'intervento di ampliamento alla terza corsia della sola A14.

Il progetto fu sviluppato da Autostrade per l'Italia d'intesa con ANAS, Regione Emilia Romagna, Provincia di Bologna, Comune di Bologna e l'Ente Fiera.

Il 30.07.1999 fu stipulata una Convenzione tra tutti i suddetti Enti, specificando l'obiettivo di 'potenziare il sistema tangenziale-autostradale di Bologna per il miglioramento dei livelli di servizio sia sull'autostrada, sia sulla complanare, nonché di migliorare le connessioni con il tessuto urbano e la riqualificazione e il risanamento delle condizioni ambientali in modo da consentire una migliore integrazione con la città'.

Tale obiettivo doveva essere raggiunto attraverso una serie di interventi:

- A. Ampliamento dell'autostrada a tre corsie e corsia di emergenza in tutto il tratto di stretto affiancamento tra Autostrada e Complanari (km 9+201 ÷ km 22+231);
- B. Adeguamento di 7 svincoli fra le Complanari e la viabilità ordinaria, per migliorare la capacità di accesso alla città ed eliminare le frequenti congestioni. In particolare, lo svincolo per l'Aeroporto di Bologna sarebbe poi stato notevolmente ampliato e potenziato.
- C. Realizzazione di un nuovo svincolo sull'Autostrada A1 in località Crespellano-La Muffa, al fine di spostare dalla viabilità ordinaria a quella autostradale i flussi veicolari dell'area bazzanese.
- D. Realizzazione di tutte le necessarie opere per il miglioramento ambientale.
- E. Creazione in zona Fiera di un'uscita autostradale diretta ad un parcheggio, con l'obiettivo di sottrarre alla complanare i traffici extraurbani di medio-lunga percorrenza, tipicamente generati dagli eventi fieristici.
- F. Installazione di un sistema telematico distribuito lungo il nastro del sistema tangenziale-autostradale di rilevamento, monitoraggio, indirizzamento e regolazione del flusso di traffico.



Figura 2: Interventi previsti nella Convenzione del 1999

È particolarmente significativo che nella suddetta Convenzione tutti gli Enti coinvolti partecipavano con un proprio contributo economico, senza gravare direttamente sull'utenza stradale.

Il CIPE, con delibera n. 121 del 12 dicembre 2001 ha quindi annoverato il Nodo di Bologna tra gli interventi strategici e di preminente interesse nazionale.

Tale iniziativa ha avuto attuazione a partire dai primi anni 2000 e le sue finalità sono state tutte raggiunte, tranne una.

Infatti, nel 2002 gli Enti istituzionali riconobbero che, visti i tassi di incremento dei traffici autostradali, il pur necessario intervento di terza corsia rischiava di rafforzare il corridoio autostradale ormai completamente urbano, senza risolvere a lungo termine le esigenze della domanda di trasporto autostradale.

Pertanto, l'8.8.02 fu stipulato un accordo tra il Ministero delle Infrastrutture, Regione Emilia Romagna e Provincia di Bologna per la realizzazione di una nuova infrastruttura, denominata "Passante Nord di Bologna", che soddisfacesse i suddetti obiettivi evitando la realizzazione della terza corsia autostradale prevista nel progetto iniziale.

A seguito di tale modifica delle strategie di pianificazione nazionale, gli Enti firmatari della Convenzione del 30.07.1999 hanno siglato un Atto aggiuntivo che, nel ribadire gli interventi da B a F, prevedeva al tempo stesso un intervento "tampone" per la gestione del tratto bolognese dell'A14, nella consapevolezza che la suddetta soluzione di lungo termine richiedesse un significativo numero di anni per la sua concreta attuazione.

Tale intervento "tampone" si è concretizzato nella "terza corsia dinamica", ossia nella possibilità di utilizzare la corsia di emergenza come una terza corsia di transito, sulla base dei flussi di traffico, gestendo la circolazione attraverso un sistema di Pannelli a Messaggio variabile, comuni

all'autostrada e alla tangenziale, posti a 500 metri circa l'uno dall'altro, in modo da offrire la necessaria comunicazione all'utenza in tempo reale.

L'apertura della terza corsia dinamica è avvenuta il 16 gennaio 2008.

Oggi, dunque, la sezione trasversale presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro.

Nel 2014 il Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti, Regione Emilia Romagna, Provincia di Bologna (ora Città Metropolitana), Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia hanno sottoscritto un Accordo (in seguito Accordo del 2014) per lo sviluppo da parte di ASPI della progettazione preliminare del Passante nord di Bologna e degli interventi di banalizzazione sull'attuale tratto autostradale dell'A14, sotteso al Passante di Bologna, ricompreso tra Borgo Panigale e S. Lazzaro. In data 04/12/2015, la Regione, la Città Metropolitana ed il Comune, pur rilevando la completezza delle attività progettuali svolte da ASPI, hanno rappresentato con lettera inviata al Ministero e ad ASPI che sono emerse criticità strutturali sulla soluzione complessiva del previsto sistema tangenziale/autostradale sotto i profili territoriale, ambientale, paesaggistico ed economico e che quindi le Parti hanno convenuto di non dare più seguito all'iniziativa di cui all'Accordo del 2014.

Tuttavia permane, da parte del Ministero, della Regione, della Città Metropolitana ed del Comune l'urgenza della soluzione del nodo bolognese stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano.

A tal fine, sono stati svolti degli approfondimenti che hanno permesso di individuare le linee di intervento che, in funzione delle alternative studiate nel corso degli ultimi anni, nonché dei mutati scenari di traffico che hanno evidenziato una significativa riduzione dello stesso a partire già dal 2008 ed i relativi minori tassi di crescita che si sono successivamente registrati rispetto alle originarie previsioni, è stata individuata dalle Parti quale migliore soluzione quella di procedere mediante un intervento di potenziamento che si traduce in un ampliamento in sede sia della A14 che della tangenziale, portando entrambe le infrastrutture stradali a tre corsie + emergenza per ogni senso di marcia, nonché la realizzazione di opere sul territorio di adduzione al suddetto sistema autostradale/tangenziale.

3. ACCORDO del 15 APRILE 2016

In data 15 Aprile 2016 è stato quindi sottoscritto un nuovo accordo 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'inserimento 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 stabilendole condizioni e gli impegni per:

- la realizzazione del potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza dell'A14;
- la realizzazione del potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza sulle complanari, prevedendo dei tratti a quattro corsie per senso di marcia più emergenza;
- rigeometrizzazione degli svincoli delle complanari;
- l'individuazione delle opere finalizzate al miglioramento dell'adduzione al sistema autostradale/tangenziale;
- le soluzioni avanzate di mitigazione ambientale e di miglioramento dell'inserimento territoriale/paesaggistico.

Vista l'importanza e la delicatezza dell'intervento, il Comitato di Monitoraggio istituito ai sensi dell'accordo e costituito dai rappresentanti degli enti firmatari, ha deciso di sottoporre il progetto preliminare del Potenziamento in sede a un confronto pubblico che si è svolto dal 22 luglio al 7 novembre 2016 ed è stato condotto da una figura indipendente, affiancata da un comitato di esperti, a cui hanno preso parte anche tre rappresentanti nominati dai comitati di cittadini.

Si sono tenuti 5 incontri nei quartieri interessati dal progetto di potenziamento e 4 incontri di approfondimento sui seguenti temi:

- scenari di traffico e della mobilità
- ambiente e salute
- qualità urbana, ambiente e paesaggio
- gestione dei cantieri.

Sono stati inoltre previsti dei laboratori di progettazione con lo scopo di coinvolgere i cittadini nelle soluzioni di dettaglio per gli specifici ambiti di interesse.

Complessivamente attraverso gli incontri ed il sito internet dedicato all'opera sono state raccolte più di 400 richieste e 23 quaderni degli attori.

A conclusione del confronto, è stata eseguita una minuziosa analisi delle richieste e delle istanze formulate dai cittadini e sono stati individuati specifici criteri che hanno consentito di individuare i possibili miglioramenti da apportare al progetto preliminare per favorire un migliore inserimento dell'opera nel tessuto urbano.

Le proposte emerse nel corso del confronto sono state sottoposte ad attente e circostanziate analisi di sostenibilità tecnica e realizzativa e di efficacia funzionale ed esaminate dal Comitato di Monitoraggio.

In particolare le richieste esaminate possono suddividersi nei seguenti macrotemi:

Potenziamento della fascia alberata

Per un migliore inserimento dell'infrastruttura nel contesto territoriale, sono state previste al piede del rilevato adeguate fasce alberate, di profondità media pari a 15 m, al netto degli spazi per la manutenzione, che saranno integrate nelle pertinenze della sede autostradale. Tali fasce sono state individuate con l'obiettivo di garantire, laddove possibile, la continuità fra le aree verdi esistenti e quelle di progetto, nonché la schermatura visiva dell'infrastruttura.

Il progetto preliminare sottoposto al Confronto Pubblico prevede quindi la realizzazione di 108 ha complessivi di aree a verde, suddivisi tra le varie tipologie di intervento previste nell'Accordo. A seguito delle richieste emerse sono stati inseriti in progetto circa 10 ha aggiuntivi di fascia alberata, individuata in base ai seguenti criteri:

- garantire un continuum verde che possa aumentare la qualità ecologico/percettiva dell'intervento di forestazione;
- mascheramento dell'infrastruttura in presenza di centri abitati, considerando una fascia al piede dei rilevati all'interno della pertinenza autostradale di circa 15 m di profondità;
- garantire il mantenimento delle visuali di interesse del paesaggio di attraversamento da parte del fruitore dell'infrastruttura (anche in considerazione della richiesta di inserire pannellature trasparenti).

Inoltre è stata inserita in progetto un'area a parco aggiuntiva nella zona di Croce Coperta di estensione di circa 5,75 ha e una area di estensione (circa 0.53 ha) del parco attrezzato di San donnino.

Connessioni ciclabili e passaggi pedonali

Le connessioni ciclabili sono state valutate considerando il loro inserimento nella rete ciclabile esistente e pianificata e se l'esigenza di tale nuovo collegamento non fosse già soddisfatta da itinerari alternativi esistenti.

Interventi viabilistici

Sono stati integrati in progetto gli interventi viabilistici richiesti al fine di migliorare l'adduzione al sistema tangenziale e la mobilità sul territorio (nuove rotatorie ed adeguamento delle viabilità di svincolo).

Interventi di mitigazione acustica

Sono state previste ottimizzazioni delle mitigazione acustica ad integrazioni delle soluzioni di progetto. Inoltre è stata eseguita una specifica analisi delle visuali da tutelare dall'interno del sistema tangenziale per consentire la fruibilità del paesaggio attraverso pannellature trasparenti.

Ambiti di riqualifica territoriale

Sono stati condotti degli approfondimenti acustici in specifici ambiti territoriali, per valutare l'effettiva esigenza delle coperture da un punto di vista fonico valutando al contempo l'efficacia del sistema di protezioni acustiche previste in progetto. Inoltre l'eventuale inserimento di una copertura, finalizzata ad una connessione ecologica fra le aree a nord e sud del sistema tangenziale, è stata valutata anche dal punto di vista della morfologia del territorio interessato.

Nuove adduzioni al sistema tangenziale

Gli interventi proposti sono stati valutati sulla base dell'effettiva funzionalità in termini di adduzione e servizio al sistema tangenziale potenziato.

In definitiva il confronto pubblico ha restituito un progetto consapevole e attento, capace di rispondere in maniera puntuale alle esigenze del territorio e rispettoso delle sue peculiarità.

3.1. IL PROGETTO DI POTENZIAMENTO PROPOSTO

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

- a) ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del “ramo verde” della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
 - realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull’A14, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
 - realizzazione del nuovo svincolo di Lazzaretto sulla tangenziale, con bretella di collegamento all’Asse Attrezzato.

- b) Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:
 - Intermedia di Pianura: completamento dei tratti mancanti per circa 8,6 km, adeguamento in sede per circa 5,3 km
 - Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km
 - Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross. Nello specifico il potenziamento persegue le seguenti finalità: incremento delle condizioni di sicurezza della circolazione sulla sede dell’A14 mediante inserimento della corsia di emergenza su ambo le carreggiate;
 - Nuovo Ponte sul Reno di collegamento tra via del Chiù e via del Triumvirato.

Nello specifico il potenziamento in progetto persegue le seguenti finalità:

- accrescimento delle condizioni di sicurezza della circolazione sulla sede dell’A14 mediante inserimento della corsia di emergenza su ambo le carreggiate;
- risoluzione dei fenomeni di congestione e accodamento delle complanari mediante ampliamento in sede con calibro della sezione modulato in base alle esigenze trasportistiche delle subtrate.

3.2. SISTEMA DI PEDAGGIAMENTO

L'attuale sistema di pedaggiamento autostradale, prevede l'attribuzione, ai transiti di lunga percorrenza attraverso ciascuna delle 4 stazioni di Bologna ed in particolare di Borgo Panigale, San Lazzaro, Arcoveggio e Casalecchio, di una lunghezza aggiuntiva di pedaggio per l'utilizzo delle complanari, pari ad 1/4 dello sviluppo delle complanari stesse.

Tenuto conto che lo sviluppo delle complanari è attualmente pari a 27,62 km, la lunghezza aggiuntiva applicata oggi alle 4 stazioni, oltre alle percorrenze autostradali, risulta pari a 6,905 km.

Con il potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna e la conseguente rigeometrizzazione degli svincoli, lo sviluppo complessivo delle complanari sarà aggiornato, ai fini del ricalcolo del pedaggio da applicarsi alle quattro stazioni di testa di Bologna, a seguito di specifica misurazione da effettuarsi a lavori ultimati e che tale sviluppo complessivo comprenderà, in coerenza con quanto stabilito, le tratte in asse e le rampe di tutti gli svincoli di cui alla tabella seguente.

SVINCOLI DEL SISTEMA TANGENZIALE DI BOLOGNA DI COMPETENZA AUTOSTRADALE PER L'ITALIA SpA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO	
DA BO. CASALECCHIO A BO. SAN LAZZARO	
CODICE SVINCOLO	NOME SVINCOLO
C1	A14 Casalecchio
S1	CASALECCHIO DI RENO
S1bis	VIA BAZZANESE
S2	BORGO PANIGALE
S3	RAMO VERDE
S4	VIA DEL TRIUMVIRATO
S4bis	AEROPORTO
NUOVO SVINCOLO LAZZARETTO	
S5	LAME-VIA COLOMBO
S6	CASTELMAGGIORE-VIA CORTICELLA
C3	A13 Arcoveggio
S7	VIA STALINGRADO
S7bis	PARCO NORD SS64
S8	VIALE EUROPA- FIERA
S8bis	GRANAROLO - CAAB
S10	ROVERI-VIA DEL TERRAPIENO
S11	VIA MASSARENTI / VIA LARGA
S11bis	VIALE LENIN / VIA MATTEI
S12	MAZZINI SS65
S13	S. LAZZARO
C4	A14 San Lazzaro
RAMO VERDE	
C2	A14 Borgo Panigale
S1a	SS9 VIA EMILIA - BO
S1abis	SS9 VIA EMILIA - BO
S2a	S. GIOVANNI IN PERSICETO

4. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

Il Nodo stradale di Bologna rappresenta, per la sua posizione geografica, uno dei sistemi infrastrutturali più importanti della rete regionale e nazionale, in quanto costituisce uno dei principali punti di interconnessione tra le linee nazionali ed internazionali a lunga percorrenza e contemporaneamente il centro di convergenza della mobilità provinciale e regionale.

Il territorio bolognese si trova, infatti, all'incrocio delle due maggiori arterie autostradali italiane che collegano il nord ed il sud del paese, l'autostrada A1 (Autostrada del Sole), asse meridiano cardine della rete autostradale italiana, che collega Bologna nella direttrice nord-ovest con Milano, la Svizzera, la Francia ed in quella sud con Roma e Napoli (percorrendo la costa tirrenica) e l'autostrada A14, il secondo asse meridiano del sistema autostradale nazionale, che collega Bologna al sud dell'Italia percorrendo la costa Adriatica.

Da Bologna si sviluppa, in direzione nord-est, l'autostrada A13, che si dirige verso Venezia e l'Europa dell'Est.

Ad una quarantina di chilometri dalla città c'è l'accesso all'autostrada A22 (Autostrada del Brennero) che raggiunge l'Austria e la Germania.

Il progetto del potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna interessa quasi esclusivamente il territorio comunale di Bologna e per un breve tratto (circa 900m) il comune di San Lazzaro di Savena e ricade quindi totalmente all'interno della Provincia di Bologna.

Nello specifico il **potenziamento della A14** avverrà tramite la realizzazione di una **terza corsia** reale e della corsia di emergenza tra l'Interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e lo svincolo di Bologna San Lazzaro con un limite di velocità posto a **110 km/h**.

Il **potenziamento della Tangenziale** avverrà tramite la realizzazione di una **terza corsia** reale e della corsia di emergenza tra lo svincolo 3 (Interconnessione con il Ramo Verde) e lo svincolo A14 di BO S. Lazzaro; la tratta in carreggiata Sud tra lo svincolo 6 e lo svincolo 8 sarà potenziata a 4 corsie mentre, in carreggiata nord tale potenziamento avverrà tra lo svincolo 8 e l'immissione del ramo parallelo alla A13. Il limite di velocità su tutto il Sistema Tangenziale sarà posto a **80 km/h** e regolamentato tramite sistema Tutor.

Ulteriori **migliorie funzionali** della Tangenziale riguarderanno:

- la chiusura della rampa di diversione dello svincolo 4 in carreggiata nord;
- la chiusura della rampa di immissione dello svincolo 4 in carreggiata sud;
- il ribaltamento dello svincolo 10 in carreggiata sud, la riorganizzazione degli itinerari in uscita dallo Svincolo 6 in carreggiata nord;
- e l'ampliamento a due corsie di alcune rampe di uscita.

Il **Dibattito Pubblico** (effettuato tra i mesi di Luglio ed Ottobre 2016) ha consentito però di introdurre una serie di sensibili **variazioni rispetto al progetto preliminare**. L'aspetto fondamentale del progetto, cioè il potenziamento del sistema autostradale e tangenziale urbano, è ovviamente rimasto invariato. Gli elementi differenziali e migliorativi sono i seguenti:

- la realizzazione di un nuovo svincolo lungo la Tangenziale (svincolo "Lazzaretto") tra gli esistenti svincoli 4 e 5, con il relativo raccordo alla viabilità ordinaria fino all'Asse Attrezzato con una rotonda intermedia su via Agucchi;
- la creazione di uno shunt da via dell'Aeroporto verso il centro città per la rotonda dello svincolo 4 in carreggiata nord;
- il potenziamento della rotonda sulla viabilità ordinaria dello svincolo 5 in carreggiata nord;
- la riorganizzazione degli itinerari in uscita allo svincolo 6 in carreggiata nord con la contestuale creazione di una nuova rampa di uscita su via Corazza per chi proviene dalla A13;
- il potenziamento della rotonda sulla viabilità ordinaria dello svincolo 6 in carreggiata sud tramite l'ampliamento del raggio della rotonda;
- la riorganizzazione degli attestamenti delle rampe di entrata ed uscita dagli svincoli 7 e 7bis sulla viabilità ordinaria sostituendo la precedenza con una confluenza;
- la chiusura dello svincolo 9;
- il potenziamento della rotonda sulla viabilità ordinaria dello svincolo 11bis in carreggiata sud con raddoppio della rampa di uscita e l'allungamento del diametro maggiore;
- il doppio attestamento da via Poggi per la rotonda dello svincolo 13 in carreggiata sud;
- la creazione di un tronco di scambio in carreggiata Sud tra lo svincolo 12 ed il 13;
- l'interdizione per chi entra dallo svincolo 13 in carreggiata sud di entrare in A14 allo svincolo di BO San Lazzaro;
- la realizzazione di un set di rotonde lungo gli assi di accesso al sistema tangenziale.

Inoltre, al fine di migliorare l'**accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale**, sono stati individuati alcuni interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana (**opere di adduzione**):

- **Intermedia di Pianura:** completamento dei tratti mancanti e adeguamento in sede di alcuni di quelli esistenti per la prima macrotratta del progetto che riunisce le tratte progettuali A, B e C e che si sviluppa dalla SP Persicetana a via Di Vittorio;
- **Asse Lungo Savena 3° Lotto** “dalla rotatoria Giovanni Sabadino degli Arienti a via dell’Industria”;
- **Nodo di Funo:** accessibilità ad Interporto e Centergross;
- **Ponte sul Reno:** tra via Triumvirato e via Chiù.

Differentemente dal preliminare, si evidenziano però:

- la realizzazione del nuovo ponte urbano sul Reno;
- lo spostamento della seconda macrotratta del progetto dell’Intermedia di Pianura, che riunisce le tratte progettuali D ed E, tra gli interventi della terza corsia della A13 Arcoveggio – Ferrara Sud (e quindi lo spostamento di questo intervento nello scenario programmatico del presente progetto);
- la realizzazione del Nodo Rastignano nell’ambito del "Patto per Bologna" ad opera degli EELL (e quindi lo spostamento di questo intervento nello scenario programmatico del presente progetto).

Lo studio di traffico ha analizzato ed aggiornato rispetto alla progettazione preliminare il **quadro pianificatorio e programmatico** facendo riferimento al Piano Regionale Trasporti PRT198 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 o 2035) 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 in contemporanea i flussi su tutte le circa 90 rampe della Tangenziale e ricostruire la matrice OD della stessa tramite l’innovativo utilizzo della tecnologia Bluetooth nel maggio 2016; Spea ha infine effettuato una campagna di rilievo dei flussi veicolari su tutte le principali radiali di accesso a Bologna e lungo le cesure territoriali che il progetto va a sanare (fiume Reno e linea ferroviaria Bologna – Budrio).

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 30^a 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 preliminare ma aumentando la disaggregazione delle zone della città di Bologna, infittendo la rete stradale della conurbazione bolognese e ricalibrando tutte le caratteristiche della rete viaria (capacità e curve di deflusso) in base all'irrobustita e ampliata banca dati.

Per la valutazione della funzionalità trasportistica del sistema autostradale e tangenziale e delle intersezioni di raccordo tra la viabilità ordinaria e le rampe della tangenziale, si è implementato un **MICROmodello della circolazione veicolare**. Anche questo modello è partito da quello implementato per il progetto preliminare che è però stato ampliato ricomprendendo le suddette intersezioni di raccordo e effettuando nuovamente tutta la calibrazione sulla base dell'irrobustita e ampliata banca dati.

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
Infrastrutture autostradali di ambito sovra-regionale e interregionale		
A14 4° corsia tratto BO San Lazzaro - Diramazione Ravenna da nuovo svincolo di Ponte Rizzoli a Diramazione. Ravenna	x	x
A13 3° corsia da Bologna Arcoveggio a Ferrara Sud e nuovo svincolo sulla A13	x	x
Nuova Autostrada Cispadana: A13 Ferrara Sud - A22 Reggiolo Rolo		x
TIBRE - Tirreno – Brennero - Raccordo autostradale A22 – A15. 1° stralcio: Interconnessione A15/A1 – casello Terre Verdiane	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
Autostrada regionale Nogara – Mare Adriatico (Regione Veneto)		x
Opere di progetto e complementari all'ampliamento alla IV corsia della A14 – tratta BO San Lazzaro – Diramazione Ravenna		

Progetti e interventi del quadro programmatico	2025	2035
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
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
Infrastrutture di ambito REGIONALE		
Ferrara-Porto Garibaldi: riqualificazione superstrada con caratteristiche autostradali		X
Sistema pedemontano: Asse Nuova Bazzanese (da Bologna loc. via Lunga a Bazzano)	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
Sistema cispadano rete ordinaria: riqualificazione / realizzazione da casello Terre Verdiane (interconnessione 1° stralcio TIBRE) a A21. Tratte province Parma e Piacenza		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
Variante alla SP 27 dal nuovo casello di Valsamoggia sulla A1 all'interconnessione con l'Asse Nuova Bazzanese	X	X
Asse Nuova Galliera da via Corticella alla SP3: SP4var di Castel Maggiore	X	X
Asse S. Giovanni-via Emilia SP 2 "Variante Le Budrie" da Castelletto a S.Giovanni in Persiceto		X
Asse Intermedia di Pianura: macrotratta via Di Vittorio – via Prati (Tratte D e d E)	X	X
Nodo di Rastignano: Lotto 2	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.

La **A14**, che tra l'interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e lo svincolo di Bologna San Lazzaro vede la presenza della 3^a corsia dinamica e di un limite di velocità pari a 110 km/h, evidenzia nell'ora di punta un carico veicolare che raggiunge nel punto più carico in carreggiata sud (tra l'interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e lo sfiocco verso la A13) circa 4500 veic/h (23% comm.+pes.) mentre in carreggiata nord (tra l'immissione con la A13 e lo sfiocco verso il Raccordo di Casalecchio) si attesta sui 4320 veic/h (18% comm.+pes.). Il tratto giornalmente più carico risulta essere sempre quello tra l'interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e la A13 con un TGMA pari a circa 85.200 veic.bidir./g.

L'apertura al traffico della 3^a corsia dinamica dimostra ancora oggi la sua validità di mitigazione della congestione della rete autostradale consentendo di raggiungere LOS D, nell'ora di punta, essenzialmente nelle tratte che risentono delle perturbazioni sul deflusso indotte dalle rampe dell'interconnessione con la A13.

I VTGMA sulla A14 tra l'Interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e BO San Lazzaro si attestano sui 77.300 veic/g a rappresentatività di un sistema autostradale interessato da un importante carico veicolare ed a testimonianza della strategicità e dell'importanza del nodo bolognese all'interno della rete autostradale italiana.

In merito alla **Tangenziale** le risultanze dei rilievi e dei sopralluoghi effettuati, insieme a quelle del modello implementato, mostrano la criticità funzionale in cui esse si trovano durante l'ora di punta di un giorno medio feriale neutro, evidenziando molteplici tratte con velocità a rete carica drasticamente più bassa (40 km/h) di quella a flusso libero (90 km/h). Tale situazione, dai rilievi a disposizione, è simile durante la punta pomeridiana.

La congestione della Tangenziale, rilevata e riprodotta fedelmente dal micromodello è dovuta sia all'elevato carico veicolare ma anche all'estrema vicinanza degli svincoli e al conseguente susseguirsi di immissioni, diversioni e tronchi di scambio che comportano inevitabili manovre di intreccio delle traiettorie veicolari e nonché al non lineare andamento plano-altimetrico che comporta perturbazioni sul deflusso (in particolare nell'area a cavallo dell'interconnessione con la A13).

I VTGMA sulla Tangenziale tra lo svincolo S3 e BO San Lazzaro si attestano sul valore di 80.650 veic/g.

Tra le Tangenziali e l'Autostrada, in corrispondenza dei 4 caselli cordionali di Bologna Casalecchio, Borgo Panigale, San Lazzaro e Arcoveggio, esiste un sistema che consente di passare da una direzione all'altra, tramite rampe di "torna indietro", ma cambiando sistema: da Tangenziale ad Autostrada o viceversa. Tali "torna indietro" dimostrano una particolare utilità durante le ore di congestione delle Complanari consentendo di sfruttare la maggior fluidità del traffico sulla A14 urbana così da bypassare le tratte in sovra saturazione delle Complanari.

Scenari Programmatici

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

Al **2025**, il quadro programmatico non vede in Emilia Romagna la presenza in esercizio di nuove infrastrutture di livello autostradale in grado di creare nuovi corridoi tali da far variare significativamente le dinamiche di attraversamento sul nodo bolognese. Degni di nota a scala metropolitana, al 2025, sono invece i seguenti interventi: A1 nuovo svincolo di Valsamoggia e variante di Calcara alla SP27 dalla SS9 via Emilia all'interconnessione con l' Asse Nuova Bazzanese, SP4var di Castel Maggiore da via Corticella a SP3, completamento della variante nord di Budrio lungo la SP3 Trasversale di Pianura, i nuovi svincoli di Solarolo (A14) e Toscanella di Dozza (A14), la complanare nord alla A14 tra Ponte Rizzoli e Bologna San Lazzaro con interconnessione alla A14 tramite il nuovo svincolo di Ponte Rizzoli (sia in carreggiata nord che in sud) avente condizioni di isopedaggio rispetto alla stazione di BO San Lazzaro, la realizzazione della macro tratta dell'Asse Intermedia di Pianura tra via Di Vittorio e via Prati (Tratte D ed E, di diretta adduzione all'ampliamento alla terza corsia dell'A13 tramite il nuovo svincolo di Castelmaggiore) e la realizzazione del Lotto 2 del nodo di Rastignano.

Il **2035** vede invece la presenza in esercizio di nuove infrastrutture di livello autostradale e il completamento di corridoi locali che hanno evidenziato la loro influenza in particolare sui movimenti in attraversamento al nodo bolognese. A grande scala si hanno i seguenti interventi: Nuova Autostrada Cispadana (A13 Ferrara Sud - A22 Reggiolo Rolo), completamento del Sistema Cispadano su rete ordinaria (riqualificazione / realizzazione da casello Terre Verdiane/TIBRE ad A21), TIBRE (2° stralcio: casello Terre Verdiane – Nogarole Rocca (A22)). Opere a scala locale sono invece il completamento SP2 Asse S. Giovanni in P. – via Emilia (Variante della Budrie).

Lo **scenario programmatico della A14 evidenzia al 2025**, rispetto allo scenario attuale 2016, un aumento del carico veicolare gravante sull'autostrada che porta un peggioramento dei livelli di

servizio (comparsa di tratte in LOS E). Elementi problematici sono rappresentati sempre dall'interconnessione con la A13 e dall'estrema vicinanza dello svincolo di Fiea.

Lo **scenario programmatico della A14 evidenzia al 2035**, rispetto allo scenario 2025, un peggioramento dei LOS di alcune tratte con la comparsa di tratte in LOS F.

I VTGMA sulla A14 tra l'Interconnessione con il Raccordo di Casalecchio e BO San Lazzaro si attestano sugli 86.700 veic/g al 2025 e sugli 90.100 veic/g al 2035.

Il sistema **Tangenziale sia al 2025 che al 2035** continua a mantenere inalterato lo stato attuale di elevata criticità evidenziando molteplici tratte con velocità a rete carica drasticamente più bassa (<40 km/h) di quella a flusso libero (90 km/h).

I VTGMA sulle Tangenziali tra lo svincolo S3 e BO San Lazzaro si attestano sugli 87.400 veic/g al 2025 e sugli 88.800veic/g al 2035.

Scenari Progettuali

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

Il potenziamento dell'infrastruttura autostradale consente di aumentare la capacità della **A14** urbana fornendo, per l'ora di punta mattutina 8:00 – 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro, LOS più che accettabili **sia al 2025 che al 2035**: al massimo si riscontra LOS D.

Il contemporaneo potenziamento del Sistema Tangenziale e le opere sul territorio funzionali all'intervento (principalmente completamento Intermedia di Pianura e completamento itinerario Lungo Savena) considerate nel quadro progettuale, consentono di alleggerire il sistema A14 autostradale urbano: il VTGMA passa infatti dagli 86.700 veicoli totali dello scenario programmatico 2025 ai 77.600 veicoli totali dello scenario progettuale 2025. Tale diminuzione è anche da attribuirsi al minor utilizzo dell'autostrada in associazione ai torna indietro, precedentemente utilizzati per bypassare il sistema tangenziale altamente congestionato.

Rispetto a quanto accade negli scenari programmatici, l'aumento del carico sulla A14 urbana passando dal 2025 al 2035 è lievemente inferiore: tale diminuzione è da ricondursi agli interventi presenti al 2035 nel quadro programmatico che compensano la crescita della domanda di mobilità (Corridoio Cispadano e completamento autostrada TIBRE).

Il potenziamento del sistema **Tangenziale** consente di ricondurre la funzionalità dell'infrastruttura a livelli chiaramente accettabili per l'ora di punta mattutina 8:00 – 9:00 del giorno feriale medio del periodo neutro e soprattutto nettamente migliori rispetto allo scenario programmatico sia al 2025 che al 2035.

Il sistema potenziato presenta anche una maggior capacità che si traduce in un aumento dei VTGMA sia al 2025 (da 87.500 a 101.800 v/g) sia al 2035 (da 88.800 a 104.200 v/g) dovuto principalmente ad uno sgravio della viabilità urbana che in presenza di un sistema tangenziale in sovrasaturazione si faceva carico di spostamenti che avrebbero dovuto utilizzare un rango superiore di viabilità.

Le **verifiche funzionali**, secondo i criteri adottati e dettagliatamente spiegati nello studio, **sono tutte risultate soddisfatte**:

- Per le immissioni, diversioni e tronchi di scambio dell'autostrada;
- Per le immissioni, diversioni e tronchi di scambio della tangenziale;
- Per le intersezioni di interconnessione tra la Tangenziale e la viabilità ordinaria;
- Per le opere di adduzione;
- Per le rotatorie lungo gli assi di accesso al sistema tangenziale.

L'analisi dei **macroindicatori trasportistici** (percorrenze e tempi di percorrenza) ha consentito di evidenziare i benefici ricadenti nell'area di intervento bolognese sia rispetto all'ora di punta sia rispetto all'anno. A livello di rete complessiva 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) si confermano i generali benefici complessivi.

In definitiva gli interventi di progetto consentono una rifunzionalizzazione trasportistica del sistema autostradale e tangenziale di Bologna migliorando le performance trasportistiche sia nel medio che nel lungo termine. Si osserva altresì un alleggerimento del carico veicolare sulla rete ordinaria urbana bolognese ed una riduzione dei tempi di percorrenza. Le opere di adduzione consentono poi di ricucire molteplici cesure territoriali sia naturali (fiume Reno) che infrastrutturali (assi autostradali e ferroviari) razionalizzando la maglia viaria.

5. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

5.1. PROGETTO STRADALE

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

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

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

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".

5.2. GEOTECNICA

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

- D.M. 14.01.2008, "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circ. Min. II.TT. 02.02.2009, n. 617, "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14.01.2008".

- EN 1997 Eurocodice 7 “Geotechnical Design”.
- EN 1997 Part 1: General rules.
- EN 1997 Part 2: Standards for laboratory testing
- EN 1997 Part 3: Standards for field testing.
- ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”.
- ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.
- CNR UNI 10006 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- CNR B.U., anno XXVI, n° 146 “Determinazione dei moduli di deformabilità Md e Md’ mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- CNR UNI 10009 “Costruzione e manutenzione delle strade – Tecnica di impiego delle terre”.
- A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, 2012.

5.3. IDROLOGIA E IDRAULICA

Normativa nazionale

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

- RD 25/07/1904 n° 523

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

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

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

- DPR 15/01/1972 n° 8

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

- L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

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

- DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni.

- L. 431/85 (Legge Galasso)

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

- L. 183/89

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

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

- L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

- DL 04-12-1993 n° 496

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

- L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

- DPR 14/4/94

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

- DPR 18/7/95

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

- DPCM 4/3/96

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

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

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

- DPCM 29/9/98

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

- L. 267/98 (Legge Sarno)

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

- DL 152/99

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

- DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

- L. 365/00 (Legge Soverato)

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

- DL 152/06

riprende integralmente il 258/00.

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

Normativa regionale

- LR 27/74

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

- Delibera giunta regionale 14 febbraio 2005 n° 286

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

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152

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

- Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n° 1860

Tale delibera concerne "Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286".

Autorità di Bacino

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

Il territorio è interessato dal:

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

L'Autorità di Bacino del Reno è stata istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.15). La pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001, del Decreto del Presidente del

Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, ha sancito l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

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

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

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

I contenuti di ciascun PAI si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti, ed interventi e misure non strutturali (norme di uso del suolo e regole di comportamento). In particolare, le misure non strutturali comprendono la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali ai cui vincoli si fa riferimento per la progettazione delle opere autostradali in argomento.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Altri strumenti di pianificazione territoriale

A scala regionale, uno strumento di pianificazione territoriale non trascurabile e strettamente legato agli interventi previsti in progetto è il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Approvato dall'Assemblea Legislativa con Deliberazione n. 40 del 21 dicembre 2005, il PTA, conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99 e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne e costiere della Regione, e a garantire un approvvigionamento idrico sostenibile nel lungo periodo. Il Piano di Tutela delle Acque è stato approvato in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005. Sul BUR - Parte Seconda n. 14 del 1 febbraio 2006 si dà avviso della sua approvazione, mentre sul BUR n. 20 del 13 febbraio 2006 si pubblicano la Delibera di approvazione e le norme.

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

Dalla disamina normativa emerge, in Regione Emilia Romagna, la necessità di trattare l'aliquota relativa alla prima pioggia delle acque di dilavamento delle superfici stradali/autostradali, qualora le stesse vengano immesse in corpi idrici superficiali significativi e di interesse così come definiti nel

PTA, e, comunque, sulla base di esigenze di tutela stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (PTCP). Le misure di trattamento previste comprendono bacini di sedimentazione, disoleatura, sistemi di fitodepurazione, fasce filtro/ fasce tampone.

Consorzi di Bonifica

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

- Consorzio di Bonifica Renana;
- Consorzio dei canali di Reno e Savena.

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

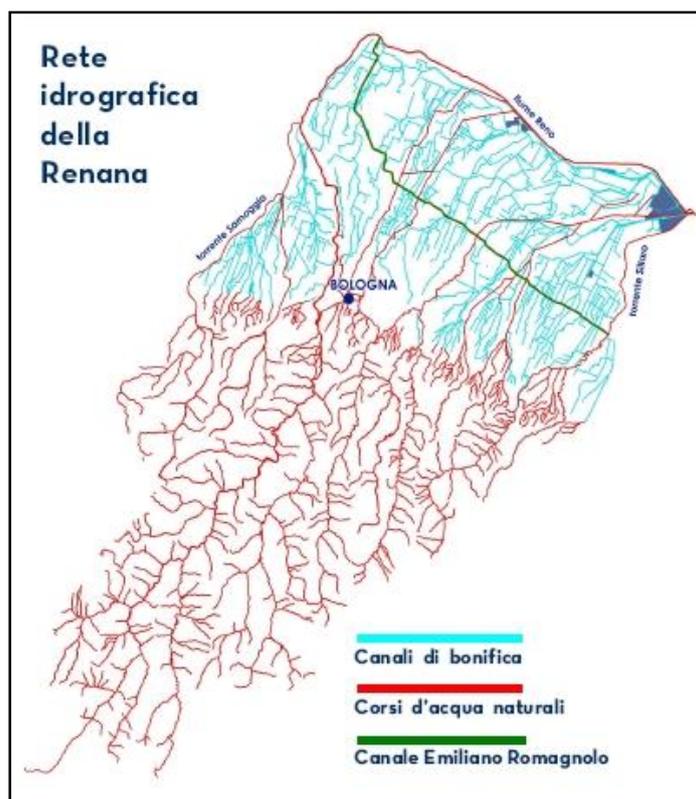


Figura 1: Rete idrografica Bonifica Renana

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

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

5.4. STRUTTURE

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

In particolare si è fatto riferimento alle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni
- Circolare n. 617 del 2/2/2009 Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
- UNI EN 1991 Parte 2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1991 Parte 4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991 Parte 5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1991 Parte 2: Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1993 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio
- UNI EN 1993 Parte 2: Ponti di acciaio
- UNI EN 1994 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
- UNI EN 1994 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti
- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- UNI EN 1998 Parte 2: Ponti

5.5. MITIGAZIONI ACUSTICHE

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

- D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”.
- L. 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- D.M. 29 novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”.
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447”.
- D.Lgs. 9 agosto 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.
- L.R. n. 13 del 10/08/01 “Norme in materia di inquinamento acustico”.
- Deliberazione n. VII/8313 seduta del 8 marzo 2002 “Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico”.

5.6. RIFIUTI (TERRE E ROCCE DA SCAVO)

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

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

5.7. OPERE A VERDE

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

- LR Lombardia 27/2004 “Tutela e valorizzazione delle superfici, del paesaggio e dell'economia forestale”;
- Delibera CP di Milano n. 55/2003 “PTCP di Milano, Repertorio B”;
- Decreto Legislativo 30/04/1992 e s.m.i. “Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada”;

- Codice Civile, art. 892 “Distanze per gli alberi” e art. 893 “Alberi presso strade, canali e sul confine dei boschi”;

5.8. IMPIANTISTICA

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

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

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

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

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

5.9. ESPROPRI

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

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

6. SISMICITA'

6.1. INQUADRAMENTO SISMICO

L'inquadramento sismico dell'area di interesse è stato redatto in accordo alle prescrizioni fornite dalle NTC2008. Nel seguito verrà descritto brevemente il quadro sismologico dell'area, definendo successivamente l'azione sismica di progetto. I comuni interessati dal presente progetto sono il comune di Bologna e San Lazzaro di Savena.

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

6.2. STRATEGIA PROGETTUALE

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

Vita Nominale pari a $V_N = 50$ anni

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

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

6.3. ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA

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

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

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

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

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

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

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

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

nella quale:

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

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

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

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

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

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

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

6.4. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

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

da progressiva	a progressiva	Categoria di suolo
km 8+750 (inizio intervento)	11+000	B
11+000	12+300	B ⇒ C
12+300	14+500	C
14+500	15+500	D
15+500	18+500	C
18+500	21+600 (fine intervento)	B

Tabella 4 – Categorie di suolo in funzione della progressiva.

Nel seguito le definizioni per le categorie riscontrate lungo il tracciato secondo le Norme Tecniche 2008:

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

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

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

6.5. STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

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

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

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

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

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

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

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

- il potenziale di liquefazione diminuisce al crescere della profondità

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

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

Tabella 6 – Risultati delle analisi di suscettibilità eseguite.

7. GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

7.1. INTRODUZIONE

Il presente contributo riguarda la porzione di territorio che ricade nella piana alluvionale appenninica di Bologna, e fa parte del progetto definitivo di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna nel tratto compreso tra Borgo Panigale e San Lazzaro (Passante di Bologna).

Nel presente lavoro vengono sinteticamente illustrati gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici generali utili ad individuare i principali aspetti progettuali riconducibili alla natura ed alle caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato oggetto di studio.

Per una compiuta disamina dei tematismi sopra menzionati si rimanda agli specifici elaborati allegati al presente progetto.

7.2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' SVOLTE

Di seguito vengono elencate tutte le attività conoscitive svolte per la compilazione del presente studio.

Raccolta dati pregressi

Sono stati acquisiti dati/pubblicazioni dalle seguenti fonti:

- Servizio Geologico della Regione Emilia – Romagna;
- Società Geologica Italiana;
- ARPAE Regione Emilia Romagna;
- Autorità di Bacino del Reno (PAI e PGRA);
- Provincia di Bologna (PTCP);
- Città metropolitana di Bologna (PIAE)
- Comuni di Bologna e San Lazzaro di Savena (PSC);
- Archivi SPEA-UTSA-ASPI;
- Progetto esecutivo di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale (2004);
- Studio per ampliamento alla terza corsia della A13 tra Ferrara e Bologna (progetto definitivo a oggi non ancora pubblicato);
- Progetto esecutivo del prolungamento della Complanare di Bologna tra Borgo S. Lazzaro ed Osteria Grande;
- Progetto definitivo di ampliamento alla quarta corsia tra Bologna San Lazzaro e la diramazione per Ravenna.

Fotointerpretazione

Per un più accurato riconoscimento delle forme geomorfologiche a grande scala (altrimenti non rilevabili date le deboli variazioni altimetriche dell'area e per la presenza di insediamenti antropici) si è fatto ricorso all'interpretazione di foto aeree.

I fotogrammi aerei, grazie alla sovrapposizione (overlap) dei successivi scatti di una ripresa aerea per il 60% della dimensione dell'immagine, sono stati analizzati con lo stereoscopio che permette una visione tridimensionale, ancorché enfatizzata nella percezione dei rilievi, dell'area fotografata.

I fotogrammi digitali utilizzati per la fotointerpretazione, ottenuti dalle riprese aeree effettuate nel 2015, sono i seguenti:

- strisciata N°106; fotogrammi dal N°0149÷0164
- strisciata N°107; fotogrammi dal N°0104÷0099
- strisciata N°108; fotogrammi dal N°0066÷0075
- strisciata N°109; fotogrammi dal N°0025÷0019

Rilevamento

Al fine di identificare le caratteristiche dei depositi afferenti la tratta in oggetto, di verificare e contestualizzare le forme individuate per mezzo della fotointerpretazione e di osservare gli elementi geomorfici a media scala non apprezzabili dall'analisi delle foto aeree, è stata svolta una campagna di rilevamento geologico – geomorfologico in sito. La sintesi del lavoro è rappresentata nelle tavole allegate al presente progetto.

Indagini geognostiche

I dati a oggi disponibili riguardano diverse campagne geognostiche eseguite in vari periodi relativamente all'ampliamento della tangenziale di Bologna (1984-1986-1999-2000), alla complanare di Bologna (1996), all'ampliamento alla terza corsia della A13 nel tratto Bologna - Ferrara (2009-2011), all'ampliamento alla terza corsia della A14 nel tratto Bologna San Lazzaro - Osteria Grande (1984), all'ampliamento alla quarta corsia della A14 t nel tratto Bologna San Lazzaro - dir. Ravenna (2010), alle opere compensative inerenti l'ampliamento alla quarta corsia della A14 nel tratto Bologna San Lazzaro - dir. Ravenna (2010), al Passante Nord di Bologna (2014-2015); all'insieme delle indagini pregresse appartengono anche le verticali fornite dal Servizio Geologico della Regione Emilia – Romagna (pozzi per acqua, sondaggi geognostici e sondaggi eseguiti per il progetto CARG).

Nell'ambito del progetto definitivo del Passante di Bologna sono stati realizzati n°26 sondaggi geognostici (di cui n° 23 a carotaggio continuo e n° 3 a distruzione di nucleo), n°13 pozzetti esplorativi superficiali e n° 18 pozzetti ambientali, che hanno integrato i dati esistenti secondo quanto

richiesto dalle vigenti normative sulle costruzioni / normative sismiche (in particolare sono stati eseguiti n°8 prospezioni sismiche in foro tipo Down Hole.

Analisi delle cartografie Enti

La pianificazione territoriale nelle aree di intervento è guidata dalle norme dei seguenti Piani vigenti: Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) gestito dai Servizi tecnici regionali, Piano di Coordinamento Gestione Rischi Alluvioni (PGR), Distretto Appennino Settentrionale Bacino Reno (UoM ITI021), Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), attualmente in carico alla Città Metropolitana di Bologna, Piano Strutturale (PSC) dei due comuni attraversati.

Nell'ambito del presente studio sono stati analizzati e riportati in apposita cartografia gli elementi principali contenuti nei suddetti Piani.

7.3. INQUADRAMENTO DELL'AREA

Inquadramento geologico-strutturale

La zona oggetto di studio è situata all'interno dell'ampio bacino sedimentario padano, al bordo settentrionale del Sistema Appenninico. L'area di pianura è una geosinclinale subsidente (bacino Perisuturale Padano) colmata da materiali alluvionali che hanno ricoperto le argille marine di ambiente costiero - che fungono da substrato - fino a raggiungere spessori complessivi anche di 300-400 m. In particolare, i depositi di colmamento più recenti sono stati prodotti principalmente dall'attività deposizionale del sistema fluvio - deltizio padano con alimentazione assiale vergente verso est, e dai sistemi fluviali appenninici ad alimentazione trasversale da sud; difatti questi sedimenti pleistocenico - olocenici presentano caratteristiche deposizionali e geometriche notevolmente complesse, correlabili a deposizione e successiva erosione di depositi fluviali, attualmente terrazzati, la cui formazione è legata alla continua variazione dei livelli fluviali. Il riempimento del bacino marino ed il passaggio alla sedimentazione continentale non avvengono in maniera continua e progressiva, ma sono il risultato di eventi tettonico - sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive. Questo fatto è testimoniato dalle numerose superfici di discontinuità stratigrafica riconosciute e cartografate sul Margine Appenninico Padano (si veda la figura 1).

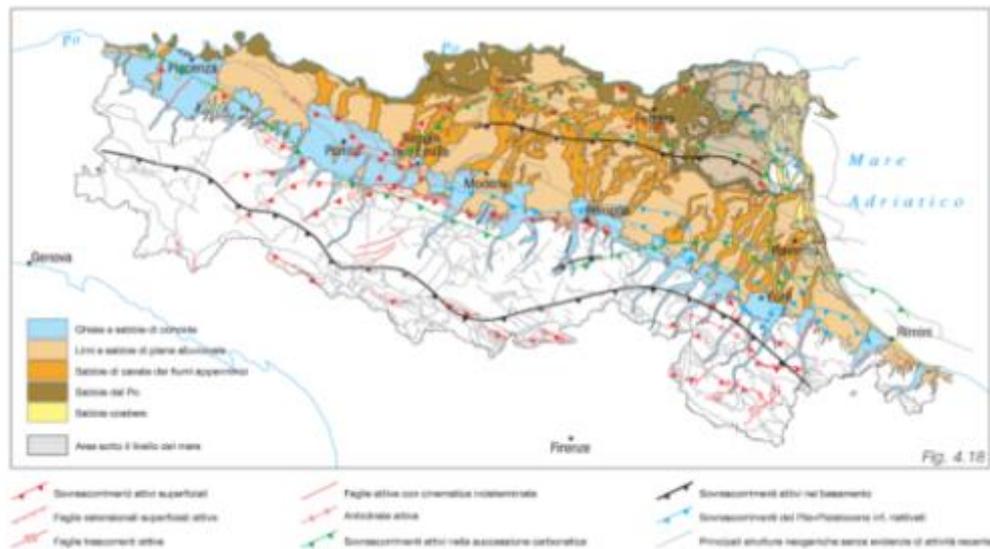


Fig. 1: Schema strutturale della pianura emiliano – romagnola (Note illustrative alla carta sismotettonica della regione Emilia-Romagna, scala 1.250.000)

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.

Dal punto di vista gerarchico si distinguono 3 Sequenze Principali (Supersintemi) denominate come segue:

1. Supersintema del Pliocene medio - superiore;
2. Supersintema del Quaternario Marino (che in realtà comincia nel Pliocene superiore);
3. Supersintema del Quaternario Continentale (emiliano - romagnolo).

Questa successione coincide con i gruppi Acquiferi denominati A, B e C nell'ambito delle riserve idriche sotterranee della regione Emilia Romagna

Sulla base delle superfici di discontinuità affioranti sul margine appenninico e sulla base dell'estensione di tali discontinuità nel sottosuolo della pianura (dati sismici e di pozzo), è stato possibile definire il quadro stratigrafico riportato in figura 2.

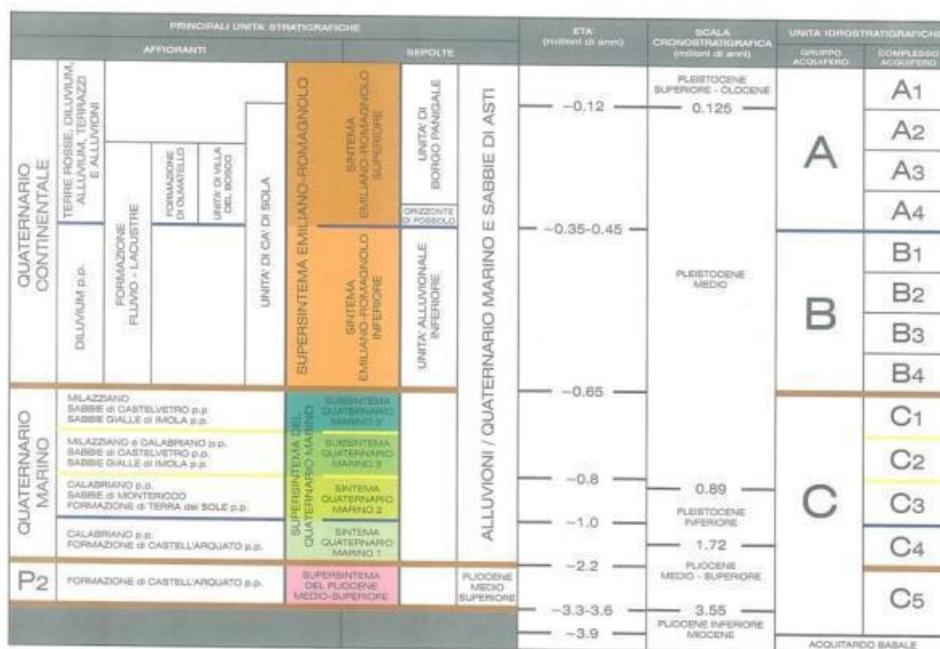


Fig. 2: Inquadramento geologico - stratigrafico dell'area di studio

7.4. STRATIGRAFIA

Il progetto di cartografia geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) stabilisce che la classificazione stratigrafica dei depositi quaternari di pianura, a fini cartografici, debba basarsi sulla litologia relativa a ciascun ambiente deposizionale e sulla presenza di discontinuità o interruzioni della sedimentazione (limiti inconformi) che separano i corpi geologici di età diverse. Ciò consente di caratterizzare i sedimenti di pianura sia sulla base della loro composizione granulometrica (ghiaie, sabbie, alternanza di sabbie e limi, ecc.), sia in funzione dell'ambiente in cui si sono deposte (alluvionale di canale, deltizio di area interdistributrice, ecc). Si possono così distinguere fra loro litologie in prima approssimazione simili, ma con geometrie e relazioni laterali e verticali dei corpi geologici molto diverse, in base al contesto sedimentario in cui si sono originate.

I medesimi depositi sono anche oggetto della classificazione fondata sui limiti stratigrafici inconformi (U.B.S.U., Salvador, 1987) che prevede la distinzione di unità stratigrafiche delimitate da superfici di discontinuità definite sintemi e subsintemi. Queste unità sono particolarmente efficaci per descrivere il territorio in base alla sua storia geologica, all'età dei suoi sedimenti e alla peculiare ciclicità degli eventi che l'hanno trasformato, tipici dell'epoca quaternaria. Lo schema più esaustivo per la rappresentazione di queste unità è quello di tipo crono stratigrafico che riporta in ascissa la distribuzione geografica delle unità ed in ordinata il tempo in cui tali unità si sono deposte. Nello schema crono stratigrafico di Fig. 3 si possono osservare le litologie e le età delle principali unità

stratigrafiche utilizzate per i depositi quaternari di pianura dell'Emilia-Romagna (settore orientale e costiero).

Il Supersistema Emiliano Romagnolo è l'Unità stratigrafica che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti al margine appenninico padano e dei sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. All'interno del Supersistema sono stati distinti il Sintema emiliano-romagnolo Superiore (AES) ed il sottostante Sintema emiliano-romagnolo Inferiore (AEI).

Il tratto autostradale oggetto del presente studio ricade nel Sintema emiliano - romagnolo Superiore (AES), che è caratterizzato al suo interno dall'alternanza ciclica, su spessori dell'ordine di 20-40m, di pacchi di materiale fine (limi ed argille, con subordinate sabbie di piana inondabile) con depositi in cui la componente grossolana (ghiaie e sabbie di canale fluviale) è prevalente o comunque abbondante.

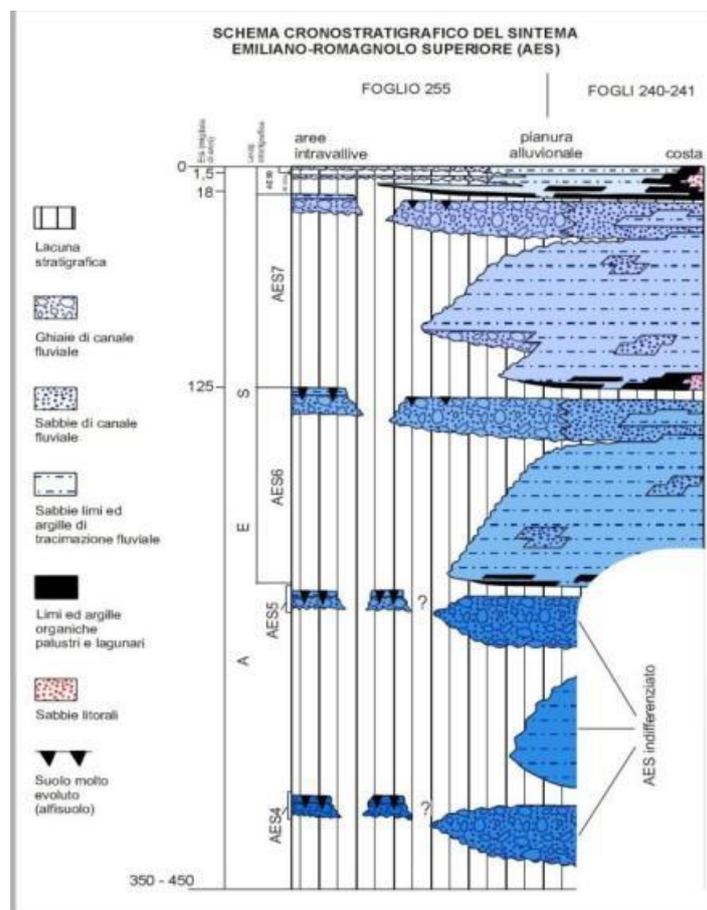


Fig. 3: Schema cronostatigrafico del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

La Commissione Italiana di Stratigrafia della Società Geologica Italiana ha convenuto di suddividere ulteriormente il sistema AES in alcune unità stratigrafiche di rango inferiore (subsistemi), tra i quali si menzionano, dall'alto verso il basso, il Subsistema di Ravenna (AES8), il Subsistema di Villa Verucchio (AES7) ed il Subsistema di Bazzano (AES6).

Secondo la cartografia CARG, l'ampliamento attraverserà la seguente successione stratigrafica (descritta dall'unità più giovane alla più vecchia):

Depositi alluvionali in evoluzione (b1)

Questi depositi quaternari sono costituiti da ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; nella frazione grossolana i clasti risultano eterometrici ed eterogenei, da arrotondati a sub-arrotondati.

Sistema emiliano-romagnolo superiore (AES)

Questo sistema è costituito da ghiaie, sabbie, limi ed argille di piana intravalliva, di conoide e di piana alluvionale, inoltre risulta parzialmente suddiviso in subsistemi limitati, in affioramento, da scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e nel sottosuolo della pianura da bruschi contatti fra depositi fini alluvionali e palustri su depositi grossolani di conoide e di piana alluvionale. Il suo spessore massimo in pianura risulta di circa 300 m e l'età è compresa tra Pleistocene medio ed Olocene.

Subsistema di Ravenna (AES8)

È l'elemento sommitale del Sistema Emiliano Romagnolo Superiore. Nei settori intravallivi è rappresentato da ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale comprende ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. Limite inferiore erosivo sui alluvionali sottostanti. I suoli calcarei appartengono all'unità di rango inferiore AES8a (Unità di Modena) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 20-25 metri circa.

Età: Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione C14).

Unità di Modena (AES8a)

Nei settori intravallivi comprende ghiaie prevalenti organizzate in 2 ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale è rappresentato da ghiaie, sabbie, limi ed argille (ghiaie subordinate). Limite superiore sempre affiorante dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto netto sul suolo non

calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura. Spessore massimo di 7-10 metri.

Età: post-romana (IV-VI sec. d.C. -Attuale; datazione archeologica)

Subsistema di Villa Verucchio (AES7)

Depositi terrazzati di piana intravalliva affioranti lungo le valli e agli sbocchi vallivi dei Torrenti Savena, Idice e Zena (non affioranti nell'ambito dell'area di studio). Si tratta di prevalenti ghiaie e sabbie di terrazzo alluvionale e conoide alluvionale sormontate da limi ed argille di piana inondabile e/o eluvio-colluviali. Nei settori intravallivi sono costituiti da ghiaie passanti a sabbie e limi organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno scuro. Negli sbocchi vallivi prevalenti ghiaie caratterizzate da un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso sino a 2 m circa. Limite inferiore erosivo. Spessore massimo nel sottosuolo della pianura 100m.

Età: Pleistocene sup.

Subsistema di Bazzano (AES6)

E' costituito da depositi di conoide alluvionale terrazzati che affiorano agli sbocchi vallivi dei Torrenti Savena, Idice e Zena (non affioranti nell'ambito dell'area di studio). Si tratta di prevalenti ghiaie e sabbie di canale fluviale nelle zone prossimali, caratterizzate da un aumento verso l'alto della matrice sabbiosa, e da argille e limi prevalenti alternati a sabbie nelle zone distali. Spessore massimo nel sottosuolo della pianura di c.a. 80m.

Età: Pleistocene medio.

7.5. GEOMORFOLOGIA

Inquadramento geomorfologico generale

Il tracciato autostradale in progetto ricade in una fascia di territorio definita “di cerniera” tra il “margine appenninico-padano”, unità morfologica corrispondente alla zona a cavallo tra il limite morfologico Appennino-Pianura Padana e costituita dalle colline del basso Appennino e dalla fascia pedemontana della Pianura Padana, e la Pianura Padana in senso stretto. Questa fascia di territorio, ad assetto subpianeggiante, comprende le conoidi dei principali corsi d’acqua che provengono dall’Appennino (Fig. 5). Si tratta di superfici a pendenza decrescente verso Nord/Nordest, derivate dall’erosione delle litologie competenti (flysch calcareo-marnosi e ofioliti) affioranti nel settore appenninico Emiliano

La pianura alluvionale bolognese si è difatti originata dalla sovrapposizione di eventi alluvionali in direzione prevalente circa nord-sud; il territorio bolognese è caratterizzato da valori di altitudine (quote in m s.l.m.) che tendenzialmente diminuiscono verso nord e aumentano invece da ovest verso est. Più in dettaglio l’area di intervento è caratterizzata da un andamento piano - altimetrico compreso tra i 40 e i 55 m s.l.m.

La fascia di territorio interessato dal potenziamento appare ad assetto subpianeggiante e comprendente le conoidi dei principali corsi d’acqua che provengono dall’Appennino. Si tratta di superfici a pendenza decrescente verso Nord/Nordest, derivate dall’erosione delle litologie competenti (flysch calcareo-marnosi e ofioliti) affioranti nel settore appenninico Emiliano.

Si evidenzia quanto segue:

- nel tratto iniziale dell’intervento, l’asse stradale attraversa zone pianeggianti elaborate dall’azione fluviale del Reno e quindi soggette a periodiche esondazioni: in particolare l’area golenale si estende per circa 100 metri nel tratto in cui la Tangenziale attraversa l’alveo del Reno. In questa fascia si riconoscono modesti gradini, paralleli al corso fluviale, che bordano le superfici terrazzate sub - orizzontali create nel corso dell’evoluzione dell’asta fluviale; lungo le sponde si riconoscono settori soggetti ad erosione progressiva. A ridosso di tali zone, in corrispondenza dei depositi terrazzati fluviali, si riconoscono depressioni artificiali riconducibili alle diffuse attività di cava.
- nella zona prossima allo svincolo con l’Autostrada A13 si raggiunge il bacino idrografico del Savena abbandonato, che risulta essere pianeggiante e stabile; a cavallo dell’asta torrentizia si riconosce l’antica area di esondazione del corso d’acqua.
- a fine intervento si incontra un’ampia discarica di R.S.U posta a pochi metri dall’attraversamento del Savena, in sinistra dell’asta torrentizia.

Reticolo idrografico

La rete idrografica dell'area di progetto è caratterizzata principalmente dal percorso interregionale del Fiume Reno e del Torrente Savena; entrambi nascono in Toscana e hanno un deflusso generale in direzione nord con un cambio repentino in direzione est; inoltre appena fuori dall' area d'intervento è presente l'area di pertinenza del Torrente Idice.

A completamento dell'idrografia superficiale concorrono alcuni canali artificiali realizzati in epoca storica per scopi irrigui e per il trasporto di merci. I più importanti sono il Canale Navile e il Canale Battiferro, che hanno il deflusso in direzione nord; si annovera inoltre la presenza di una fitta rete di canali minori e di fossi di scolo ad esempio Canale Reno '75, Rio Calamosco e il Fosso Riolo

7.6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

Nel sottosuolo della pianura e sul margine appenninico padano sono stati riconosciuti tre Gruppi Acquiferi separati da barriere di permeabilità di estensione regionale, informalmente denominati A, B, C che costituiscono le Unità Idrostratigrafiche fondamentali; all'interno di ogni Gruppo Acquifero sono riconoscibili diverse unità idrostratigrafiche secondarie denominate Complessi acquiferi.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE									
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO								
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE DILUVIALI, ALLUVIONI TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO-LACUSTRE	UNITA' DI CIVILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA DI SOLA	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A0
											A1				
	A2														
	A3														
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	P2	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1	
											B2				
											B3				
											B4				
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	P2	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	ORIZZONTE DI FOSSOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-0.65	0.89	C	C1	
											C2				
											C3				
											C4				
P2	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	P2	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	-1.0	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C5	
											C5				
											-2.2	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	C		
											-3.3-3.6	PLIOCENE INFERIORE		3.55	
											-3.9	PLIOCENE MIOCENE			
														ACQUITARDIO BASALE	

Fig. 4 - Inquadramento geologico - stratigrafico ed idrostratigrafico della pianura Emiliano - Romagnola e del Margine Appenninico Padano (da Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna)

La principale partizione verticale delle unità sepolte ha portato all'identificazione di tre gruppi acquiferi (A,B,C); in particolare il gruppo acquifero A è rappresentato dal Sintema 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.

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 rispettivamente da AES8 ad AES4 (fig. 5).

Ricci Lucchi <i>et al.</i> (1982)	Di Dio <i>et al.</i> (1997)	RER & ENI-AGIP (1998) RL & ENI-Div.AGIP (2002) Molinari <i>et al.</i> (2007)	Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000	
			COMPLESSI ACQUIFERI	UNITÀ STRATIGRAFICHE
QUATERNARIO CONTINENTALE (Qc)	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	GRUPPO ACQUIFERO A	A0	Subsistema di Ravenna
			A1	Subsistema di Villa Verucchio
			A2	Subsistema di Bazzano
			A3	Subsistema di Torre Stagni
			A4	Subsistema di Liano
	GRUPPO ACQUIFERO B	SISTEMA E-R INFERIORE	B1	Sistema E-R Inferiore
			B2	
			B3	
			B4	
QUATERNARIO MARINO (Qm)	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	GRUPPO ACQUIFERO C	C1	Sabbie di Imola
			C2	Argille Azzurre
			C3	
			C4	
				SUPERSISTEMA PADANO
				SISTEMA PADANO

Fig. 5 - Corrispondenza tra Gruppo Acquifero e unità stratigrafiche.

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 dallo studio oggetto della presente relazione. Il Subsistema di Ravenna (AES8) corrisponde al complesso acquifero più superficiale A0, interferente con l'opera in oggetto.

7.7. IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

Il modello idrogeologico dell'area in studio è rappresentato da una serie di acquiferi sovrapposti e più o meno separati da setti impermeabili o poco permeabili;

Gli acquiferi delle due conoidi Reno e Savena appartengono alla falda superficiale di Bologna che assieme a quella profonda costituisce il sistema idrogeologico dell'area di margine appenninico.

Tali conoidi sono costituiti da depositi ghiaiosi e suoli mediamente permeabili a seconda della granulometria. Le suddette zone di conoide costituiscono dunque aree di ricarica temporanea o stagionale, per infiltrazione di acque superficiali nei depositi profondi.

Le falde sono captate tramite i pozzi delle principali centrali acquedottistiche (Fossolo per il Savena, Borgo Panigale e Tiro a Segno per il Reno), per cui risentono notevolmente degli emungimenti come, del resto, in tutto il territorio a causa della presenza di numerosi pozzi idrici di diverso utilizzo (potabile, agricolo ed industriale).

Le aree a maggior depressione piezometrica risultano essere comunque in corrispondenza delle citate centrali di pompaggio; le zone di ricarica degli acquiferi coincidono con i settori di apice delle conoidi e con le dispersioni in alveo da parte dei corsi d'acqua.

Come esposto nel paragrafo precedente i Complessi Acquiferi sono unità gerarchicamente inferiori a cui corrisponde un'unità stratigrafica della Carta Geologica. Per quanto concerne l'area oggetto di questo studio, sono stati individuati i primi tre Complessi Acquiferi sulla base:

- delle unità stratigrafiche i cui limiti presunti sono stati derivati dagli studi CARG ed adattati, laddove evidenti, in funzione delle risultanze dei carotaggi di progetto;
- delle profondità indicate nelle sezioni idrostratigrafiche e nella relazione tecnica a corredo, redatta dalla Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998 – *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna* – a cura di G. Di Dio.

Nello specifico sono state individuati: il Complesso Acquifero A0, il complesso Acquifero A1 e, raramente, il Complesso Acquifero A2; si sottolinea che sono stati caratterizzati dal punto di vista idrogeologico unicamente i Complessi A0 e A1, di seguito descritti.

Complesso Acquifero A0

Il Complesso Acquifero A0 comprende le unità stratigrafiche appartenenti al Subsistema superiore AES8 (Subsistema di Ravenna-AES8 e Unità di Modena-AES8a) e ai Depositi Alluvionali in Evoluzione individuati dai Fogli CARG n° 220 – Casalecchio di Reno e n° 221 – Bologna.

Al suo interno sono state individuate, in base alla granulometria prevalente dei depositi, tre unità idrogeologiche:

- Unità A0a: costituita prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose;

- Unità A0b: costituita prevalentemente da sabbie, sabbie limose e sabbie limoso-argillose;
- Unità A0c: costituita prevalentemente da argille e/o limi.

Complesso Acquifero A1

Il Complesso Acquifero A1 comprende le unità stratigrafiche appartenenti al Subsistema inferiore AES7, il cui limite superiore con il Subsistema AES8 è stato derivato dall'interpretazione di sezioni CARG e adattato, laddove evidente, in funzione delle risultranze dei carotaggi di progetto (come indicato nello studio geologico). Anche le età dei depositi appartenenti al Subsistema AES7 (Pleistocene Superiore), espresse nei fogli geologici CARG consultati, corrispondono a quanto indicato nello studio idrogeologico della Regione.

Al suo interno sono state individuate, in base alla granulometria prevalente dei depositi, tre unità idrogeologiche:

- Unità A1a: costituita prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, sovente limose;
- Unità A1b: costituita prevalentemente da sabbie, sabbie limose e sabbie limoso-argillose;
- Unità A1c: costituita prevalentemente da argille e/o limi.

Per i dettagli relativi ai tematismi idrogeologici si rimanda agli specifici elaborati allegati al presente progetto.

7.8. ULTERIORI ELEMENTI DI RILEVANZA

Subsidenza

La subsidenza è un fenomeno presente su gran parte del territorio dell'Emilia Romagna ed è causata da vari processi naturali, quali quelli di origine geodinamica e tettonica e/o di compattazione naturale dei sedimenti (Carminati et al., 2003). La causa più rilevante è comunque di origine antropica ed è dovuta all'estrazione di acque dal sottosuolo e di idrocarburi, come dimostrano misure in sito e studi di modellizzazione geostatistica (Carminati & Martinelli 2002, Darini et al., 2008).

La parte della pianura bolognese in cui si sviluppa la conoide alluvionale del fiume Reno è la zona più subsidente della regione: qui è stato realizzato uno studio sulla subsidenza dovuta al prelievo idrico di sottosuolo.

Accedendo al sito online dell'ARPA è possibile visionare la specifica cartografia isocinetica relative al periodo 2006-2011.

In sintesi si può osservare che la subsidenza presenta una maggiore criticità nel tratto successivo all'attraversamento sul Reno fino a c.a. l'interconnessione con l'Autostrada A13 (subsidenza nell'ordine dei 17,5-22,5mm/anno), tendendo progressivamente verso fine intervento ad annullarsi.

Liquefazione

Con il termine "liquefazione" si indicano vari fenomeni fisici (liquefazione ciclica, mobilità ciclica, fluidificazione), osservati nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi durante i terremoti forti ($M > 5.5$), che hanno come elemento comune il fatto che, per effetto dell'instaurarsi di condizioni non drenate, si ha un incremento ed un accumulo delle pressioni interstiziali che può provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno.

Gli eventi sismici di maggio 2012 (magnitudo 5.9) hanno causato vistosi effetti di liquefazione in alcune località del settore occidentale della provincia di Ferrara, localizzate in corrispondenza del paleo-alveo del Reno, e, in minor misura, in alcune aree della provincia di Modena, localizzate lungo rami abbandonati del Panaro; la Regione Emilia Romagna ha introdotto aggiornamenti normativi e tecnici ed istituito, insieme al Dipartimento della Protezione Civile, un gruppo di lavoro interdisciplinare ("Gruppo di lavoro Liquefazione") per programmare ed avviare indagini geotecniche e geofisiche di approfondimento, al fine di individuare le aree suscettibili di amplificazione e quelle in cui si ritiene necessario verificare la presenza di condizioni predisponenti alla liquefazione.

Tra i fattori geologici e geotecnici risultano fondamentali, oltre alla profondità della falda (<5 m), la presenza e lo spessore degli strati non liquefabili superficiali, l'assenza di cementazione fra i grani, l'origine e l'età del deposito, la presenza di strati drenanti grossolani intercalati alla sabbia fine liquefabile, la morfologia; per quanto riguarda la natura geologica dei siti le zone a più alto rischio sono: letti di fiume antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, argini, pianure di esondazione, spiagge, zone dunari e interdunari.

Gas

In Emilia Romagna da decenni si estraggono gas naturale e petrolio in profondità; non si può pertanto escludere a priori che possano esistere locali accumuli di gas in profondità, probabilmente legate alla eventuale presenza di considerevole materiale organico accumulatosi in livelli localizzati.

Sinkhole

Nella pianura emiliana, dal 1990 si è accentuata la comparsa di fenomeni localizzati di collasso del piano di campagna. Si tratta di cavità di dimensioni da decimetriche a metriche che si manifestano repentinamente a seguito del crollo di piccole cavità ipogee di dimensioni e geometrie varie, talora ubicate entro i primi 100-150 cm di profondità, altre volte comprese tra i 2 e i 3 m (Vettore et al., 2004). In letteratura, le cause circa la genesi di questi fenomeni vengono associate a:

- neotettonica (Pellegrini & Vezzani, 1978);
- degassamento naturale (Bonori et al., 2000);
- suffosione verticale in relazione all'emungimento idropotabile (Lugo Hubp et al., 1999);
- suffosione (piping) laterale legata alla incisione delle aste fluviali (Berry, 1970).

Nell'area di interesse una recente pubblicazione ("I sinkhole in pianura padana", 2008) evidenzia fenomeni di questa natura più a nord dell'area di intervento, nel comune di Sala Bolognese.

Faglie capaci

Il termine "faglie capaci" è utilizzato per descrivere le faglie "sismiche" con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente "capaci" di produrre deformazioni in superficie.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere \geq VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA "ITaly HAZard from CApable faults", disponibile on-line all'indirizzo:

<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali; la fonte del dato del Progetto ITHACA è la "Neotectonic Map of Italy a scala 1:500.000.

Dalla visione del data base in oggetto si evince che la viabilità oggetto di intervento interferisce con due faglie capaci.

7.9. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche".

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003, si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

La normativa nazionale è stata recepita dalla Regione Emilia con Delibera della Giunta Regionale n. 1677/2005.

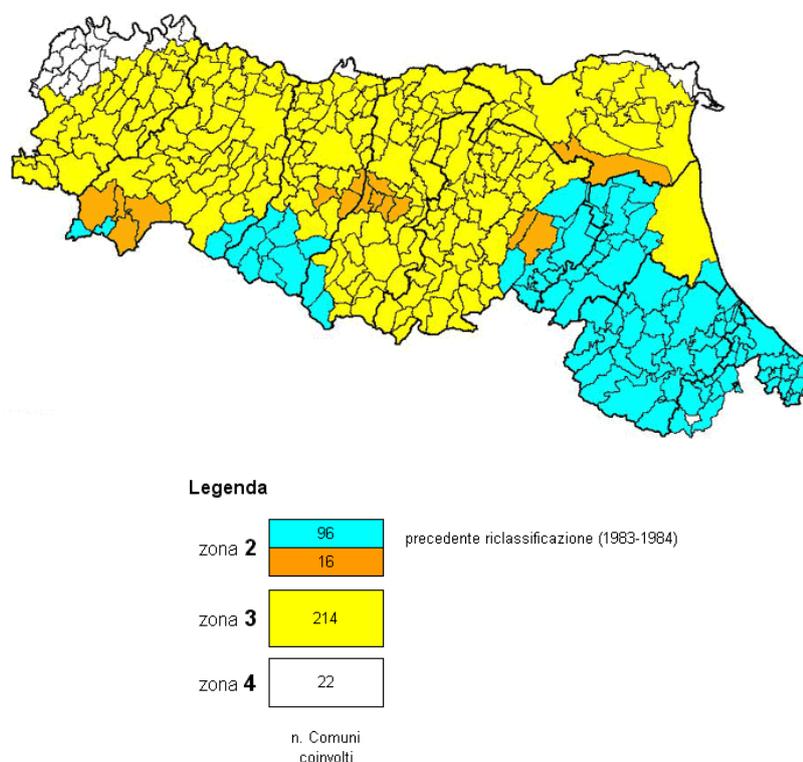


Fig. 6 - Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna, Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003 (Allegato 1, punto 3 "prima applicazione")

In conformità alle normative, i comuni interessati dal progetto ricadono nelle seguenti zone sismiche:

Regione	Province	Codice Istat	Comune	Classificazione_2015
Emilia Romagna	Bologna	8037006	Bologna	3
Emilia Romagna	Bologna	8037054	San Lazzaro di Savena	3

7.10. PRINCIPALI ELEMENTI GEOLOGICI DI INTERESSE INGEGNERISTICO

Di seguito si ribadiscono alcuni aspetti rilevanti nella progettazione delle opere, ed in particolare:

- diffusa variabilità granulometrica sia in senso verticale sia in senso orizzontale; pertanto, la caratteristica peculiare dei terreni interessati dal nuovo progetto è rappresentata dalla diffusa eteropia tra granulometrie fini e grossolane;
- presenza lungo tutto il tracciato di depositi/livelli compressibili; il che rende necessaria un'attenta verifica dei cedimenti delle nuove opere e delle preesistenze, perché una variazione inopportuna dello stato tensionale dei terreni dovuta alla realizzazione di scavi, emungimenti, riporti, ecc. può generare lesioni alle strutture;
- presenza di livelli torbosi;
- fenomeno di subsidenza naturale a cui è soggetta la pianura emiliano – romagnola ed alla quale si sovrappone la subsidenza di origine antropica determinata dai prelievi di fluidi dal sottosuolo;
- possibile presenza di sacche di gas in livelli localizzati;
- le litologie a prevalente componente sabbiosa sono compatibili con fenomeni di liquefazione che potrebbero verificarsi in occasione di eventi sismici di particolare intensità, pertanto si raccomanda l'esecuzione delle opportune verifiche ingegneristiche;
- presenza di una falda freatica contraddistinta da oscillazioni stagionali sufficienti a farla interferire con le opere. Si segnala che un'eventuale variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi (diminuzione dei pompaggi) potrebbe ridurre ulteriormente le soggiacenze attese;
- secondo gli elementi riportati nel P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Reno si sottolinea che il tracciato in progetto:
 - in corrispondenza del Canale Battiferro/Navile interferisce con un'area ad elevata probabilità di inondazione;

- in corrispondenza del Torrente Savena interferisce con un'area ad alta probabilità di inondazione correlabile a piene con tempo di ritorno 50 anni e con i limiti di esondazione per piene con tempo di ritorno 200 anni.
- relativamente alla pericolosità idraulica, con particolare riferimento alla cartografia redatta nell'ambito del P.G.R.A "Reticolo naturale principale" dall'Autorità di Bacino del Reno, si segnalano interferenze tra il tracciato oggetto di potenziamento e limitate aree soggette a pericolosità elevata (P3), mentre la maggior parte del territorio ricade nell'ambito della pericolosità idraulica media (P2).
- secondo l'INGV sono presenti due strutture tettoniche interferenti con il tracciato di progetto identificate come "faglie capaci", ossia faglie "sismiche" con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni, potenzialmente in grado di produrre deformazioni in superficie.
- presenza, a fine intervento e a tergo dell'odierna tangenziale sud, di una discarica di rifiuti solidi urbani a oggi ripristinata dal punto di vista paesaggistico: le lavorazioni/opere connesse all'allargamento della sede viaria potrebbero interferire con il deposito antropico di rifiuti.

8. GEOTECNICA

8.1. INTRODUZIONE

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

8.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione geotecnica delle opere, progettazione definitiva e successivi approfondimenti per esecutivo, avverrà conformemente alle prescrizioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008 (NTC).

8.3. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETA' MECCANICHE

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

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

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

Pur con qualche indeterminatezza, legata alla definizione dell'estensione trasversale e degli spessori delle lenti superficiali o profonde di ghiaia molto addensata, è possibile individuare, lungo il tracciato oggetto dell'ampliamento, dei tratti che risultano omogenei per sequenza stratigrafica; la Tabella 7

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

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

Tabella 7 – Stratigrafie di riferimento per tratti omogenei lungo il tracciato.

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

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

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

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

Unità Geotecnica "B" (sabbie e ghiaie)

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

9. IDROLOGIA E IDRAULICA

9.1. GENERALITA'

Nell'ambito del Progetto Definitivo di potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra borgo Panigale e San Lazzaro, tra la progressiva Km 8+750 (inizio intervento) e la progressiva Km 21+650 (fine intervento), viene effettuata un'analisi degli elementi idrologici ed idraulici principali.

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

9.2. IDROGRAFIA

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

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

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

9.3. IDROLOGIA

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

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

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

In particolare l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, come mostrato in Figura 2, per le quali valgono i valori dei parametri della curva di crescita riportati nella Tabella 1.

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

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

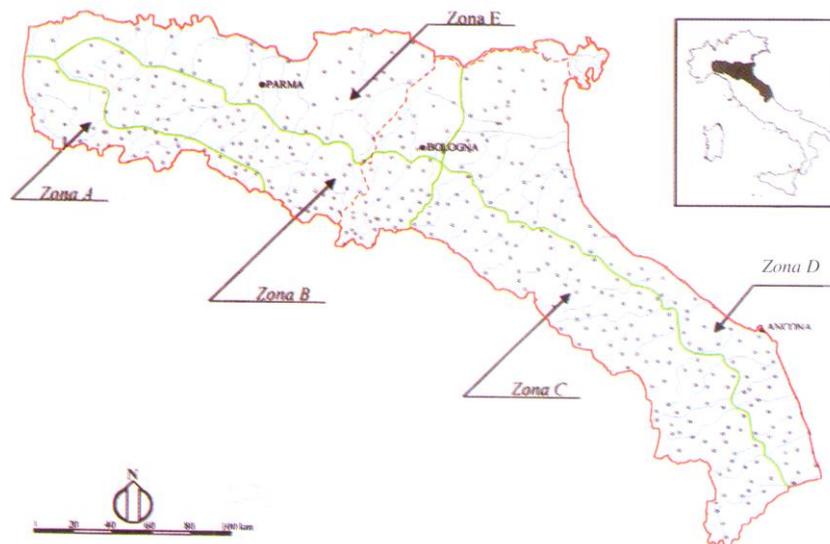


Tabella 1: Parametri delle curve di crescita relative al modello TCEV per le varie durate

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

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

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

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

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

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

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

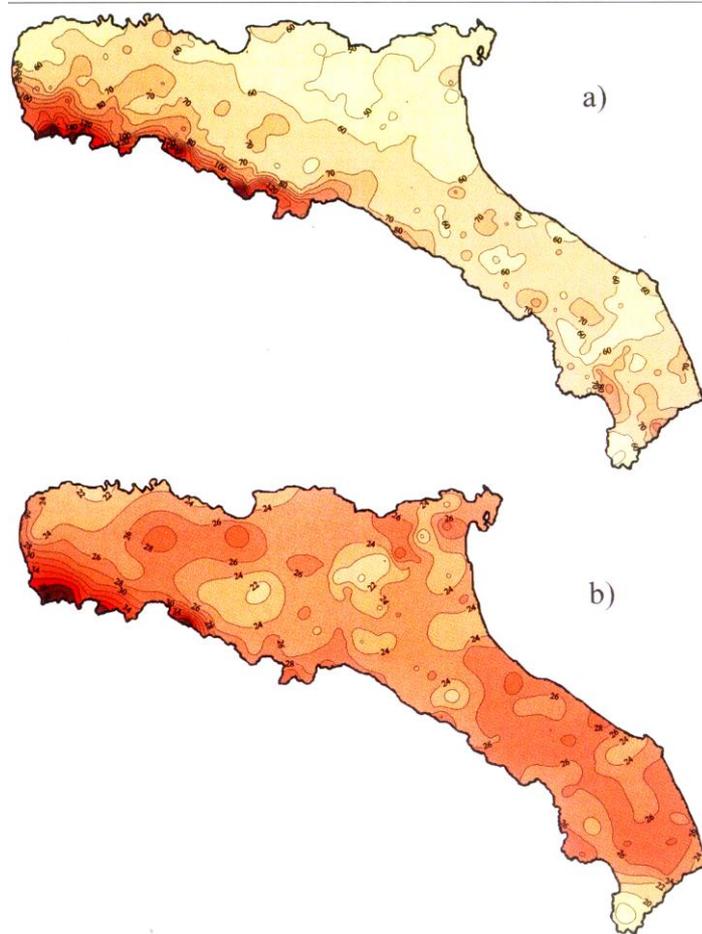
$\gamma = m_G / m(h24) = 0.89$ nella regione esaminata.

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

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

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

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



Per l'area di intervento, ricadente nella "zona omogenea E", sono stati stimati valori dei parametri m_1 e m_G pari rispettivamente a 24 e 60, mentre il parametro γ , che, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, assume il valore di 0.89.

Dalle formule sopra riportate, si ottiene un valore del parametro "n" uguale per tutte le durate considerate e per tutti i tempi di ritorno, mentre il parametro "a" varia sia in funzione della durata sia del tempo di ritorno. Per poter avere per ogni tempo di ritorno un'unica formula per il calcolo delle portate dei corsi d'acqua, si è calcolato il parametro "a" in modo da minimizzare gli scarti.

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

Tabella 2: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R

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

n
0.32

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

Tabella 3: Valori dei parametri delle LSPP per diversi T_R e durate inferiori all'ora

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

n
0.515

9.4. INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

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

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

Interferenze idrografiche principali

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

Tabella 4.: Interferenze idrografiche principali

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

Gli interventi in progetto non costituiscono nuove opere di attraversamento dei corsi d'acqua interessati bensì l'ampliamento e l'adeguamento degli impalcati esistenti.

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

Interferenze idrografiche secondarie

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

Tabella 5.: Interferenze idrografiche principali

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

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

Interventi di sistemazione idraulica

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

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

9.5. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

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

Requisiti prestazionali

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

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- garantire il controllo quantitativo degli scarichi mediante laminazione delle acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di 500m³/(ha) di nuova superficie impermeabilizzata;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti

idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.

- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi inerbiti e rivestiti) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente e possono essere diretti o presidiati.

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

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

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

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

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

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

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

Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

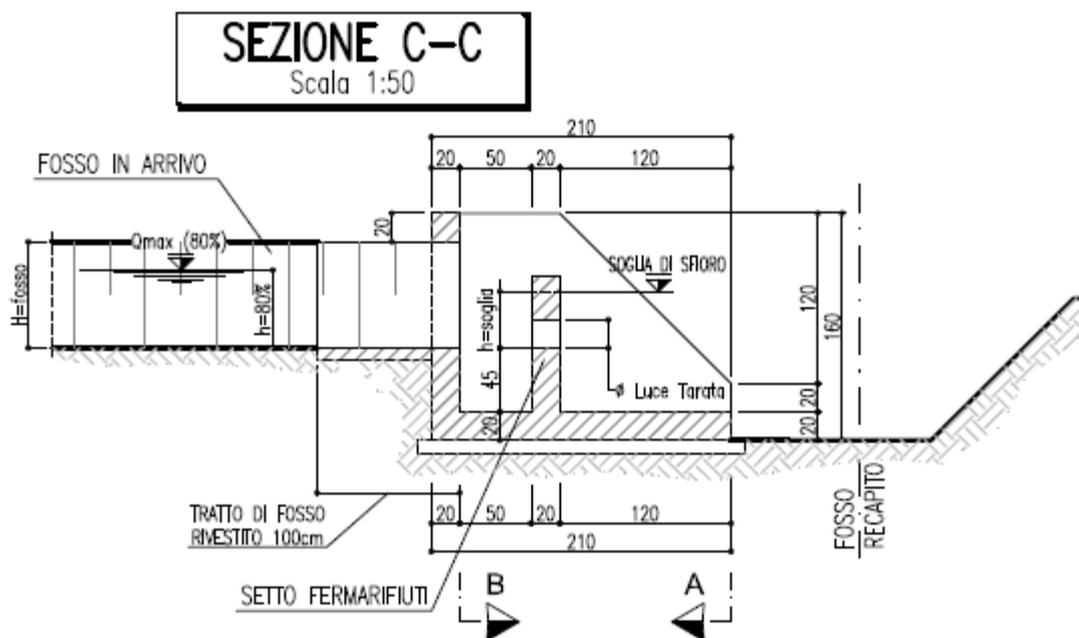


Figura: Manufatto per il controllo quantitativo

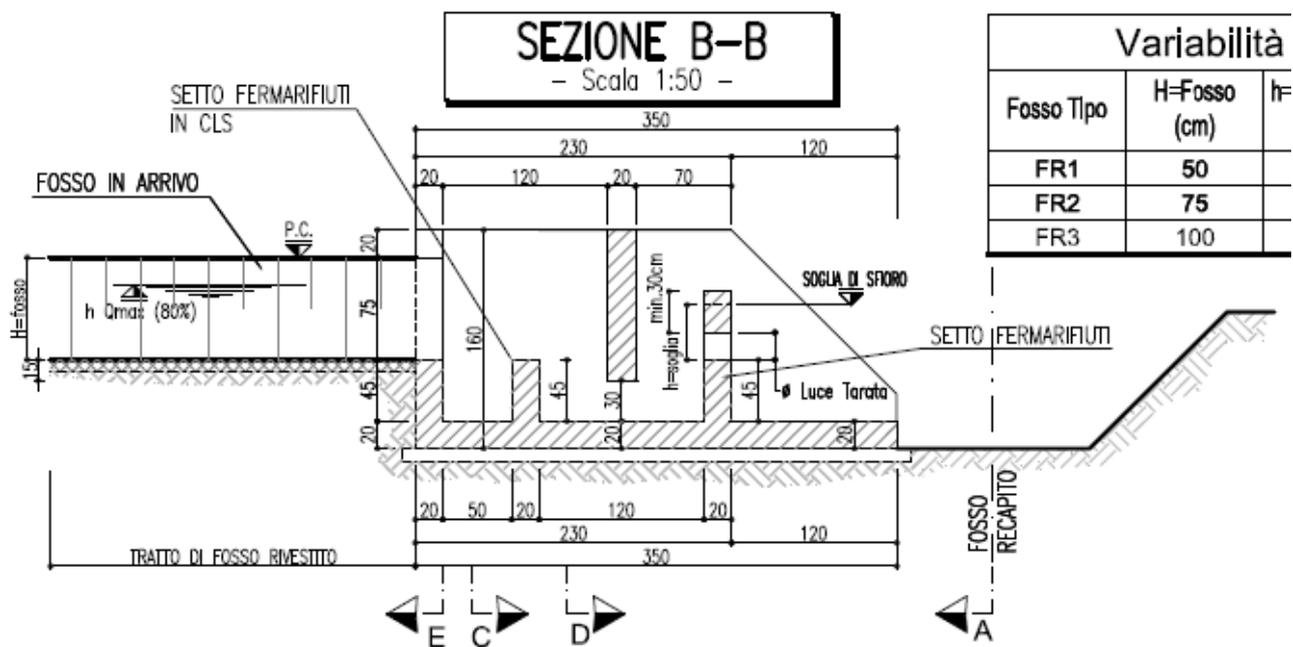


Figura: Manufatto per il controllo quali – quantitativo

10. L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

10.1. ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

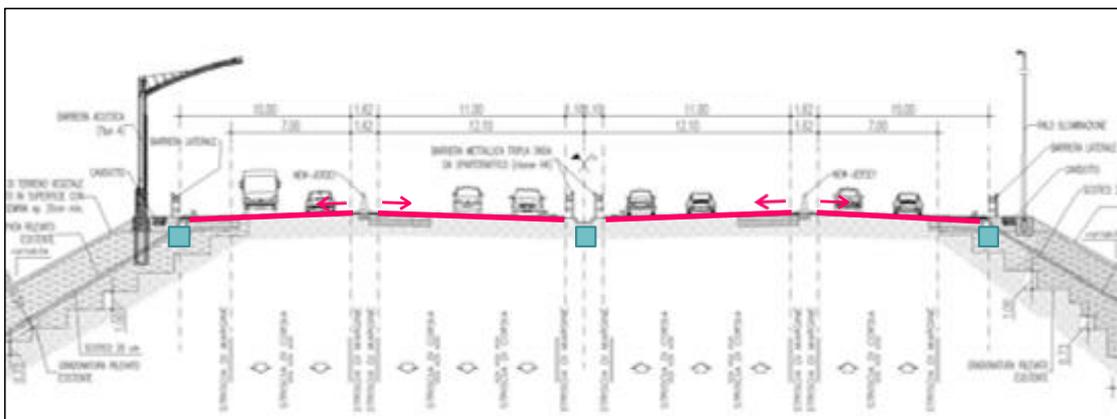
Sezione tipo esistente

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

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

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

SEZIONE TIPO ESISTENTE IN RETTIFILO



Sezione tipo autostrada esistente in rettilineo

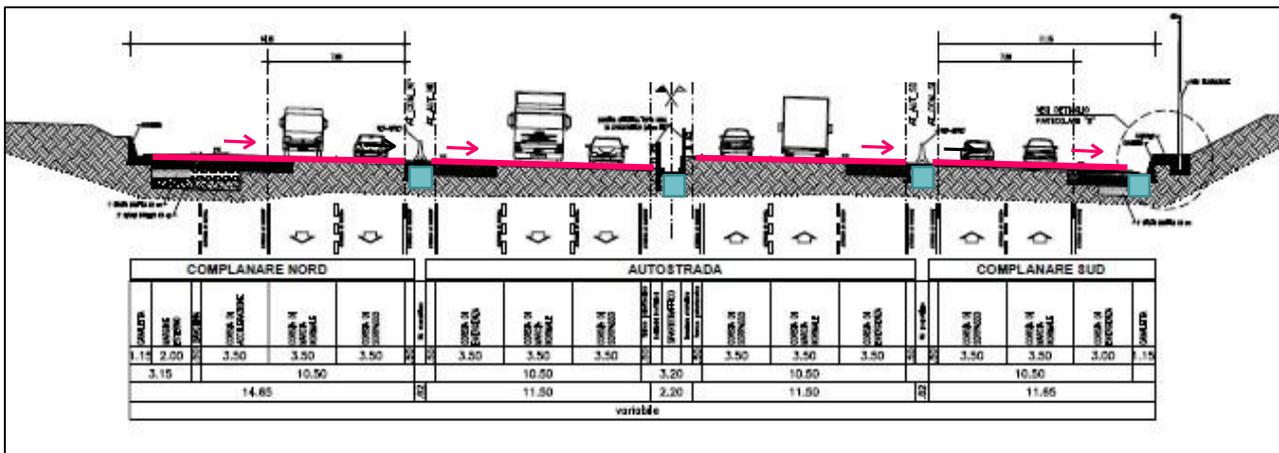
Tale configurazione viene mantenuta anche sulle opere d'arte.

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

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

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

SEZIONE TIPO ESISTENTE IN CURVA



Sezione tipo autostrada esistente in curva

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

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

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

10.2. PLANO-ALTIMETRIA ATTUALE CON RIFERIMENTO AL DM 05.11.2001

In **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata. vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale attuale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

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

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

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

Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente

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

In Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse autostradale:

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

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

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

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

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

Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente

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

11. IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

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

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

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

11.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

I principali riferimenti normativi relativamente agli aspetti stradali di tutte le infrastrutture in progetto sono:

- D.Lgs. 30/04/92, n. 285 e s.m.i.: “Nuovo Codice della Strada”;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e s.m.i.: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada”;
- D.M. 05/11/01, n. 6792 e s.m.i.: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di strade esistenti secondo il D.M. 22-04-04).
- D.M. 19/04/2006: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” (di solo riferimento nel caso di adeguamento di intersezioni esistenti).

- D.M. 18/02/92, n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", così come recentemente aggiornato dal D.M. 21/06/04: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";

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

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

La normativa di riferimento utilizzata per il dimensionamento delle intersezioni è rappresentata dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006), che assume valore di cogenza solamente per il nuovo svincolo Lazzaretto.

Per le intersezioni esistenti la suddetta norma è stata presa a riferimento laddove si è intervenuti a modificare le attuali geometrie cercando in ogni caso di volgere verso il rispetto delle prescrizioni in essa contenute dove questo era realmente possibile.

Nel seguito sono descritte le caratteristiche stradali del progetto e illustrate le verifiche condotte.

11.2. CRITERI PER LE VERIFICHE DI RISPONDENZA D.M. 05/11/2001

L'ammodernamento dell'autostrada A14 prevede un potenziamento funzionale della sezione stradale esistente, con riferimento alle caratteristiche della categoria "A - autostrada in ambito urbano", alla quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto 80÷140 km/h; tale intervallo sarà quindi quello considerato per il dimensionamento plano-altimetrico dell'opera in oggetto; questi valori sono coerenti, peraltro, con il limite massimo della velocità di esercizio di 110 km/h fissato nella relazione preliminare allegata all'accordo con gli Enti territoriali ed il MIT del 15 aprile 2016.

Per quanto riguarda la Tangenziale, la categoria di riferimento può essere ricondotta anche essa a strada principale cat. A, ambito urbano. Per il dimensionamento plano-altimetrico dell'opera si dovrà quindi considerare un intervallo della Velocità di progetto 80÷140 km/h, considerando in ogni caso che il limite della velocità di esercizio fissato dalla relazione preliminare allegata all'accordo con gli Enti territoriali ed il MIT del 15 aprile 2016, è pari in questo caso a 80 km/h.

Lo studio dell'andamento planimetrico dell'asse dell'A14 riguarda sostanzialmente la ricostruzione della riga bianca che delimita in sinistra la corsia di marcia veloce esistente per entrambe le carreggiate, mentre per la tangenziale riguarda lo studio di un asse sostanzialmente parallelo a quello dell'autostrada, tranne che nei tratti dove la Tangenziale si stacca, deviando in variante planimetrica, come nella zona di Arcoveggio e Svincolo Fiera, oppure nei tratti laddove si ha la chiusura della corsia di emergenza in A14 (zona San Donnino e Scavalco AV).

L'andamento altimetrico e le pendenze trasversali ricalcano sostanzialmente quelli della A14 esistente (come anticipato sopra), mentre per quanto riguarda la Tangenziale potranno esservi limitate variazioni altimetriche dettate dalle soluzioni d'intervento della pavimentazione e di eventuale adeguamenti puntuali delle pendenze trasversali. Nel seguito si riporta una descrizione dei criteri progettuali presi a riferimento per la progettazione.

RAMPE DI SVINCOLO

Per le rampe di svincolo si è tenuto conto dei seguenti criteri di progettazione:

- VELOCITÀ DI PROGETTO

Per le rampe di tipo 2 è stato utilizzato un intervallo di velocità di progetto pari a 40/60 km/h, mentre per l'interconnessione di Arcoveggio, essendo di tipo 1, è stata assunta una velocità 40/70 per le rampe semi-dirette e 50/80km/h per quelle dirette.

- GEOMETRIA DELL'ANDAMENTO PLANOALTIMETRICO

Con riferimento all'andamento dei tracciati planimetrico e altimetrico si è fatto riferimento alle indicazioni contenute nella D.M. 19/04/2006 e relativi rimandi al D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Il raggio minimo previsto per tutte le rampe di svincolo risulta pari a 45m. Solo per alcune rampe i raggi di minimi adottati risultano inferiori a 45 m (comunque non inferiori a 40m) per garantire lungo l'asse principale le lunghezze minime previste dalla Normativa per i tronchi di scambio.

- **LARGHEZZA DEGLI ELEMENTI MODULARI DELLE RAMPE**

Per quanto riguarda le larghezze degli elementi modulari di progetto delle rampe si è adottato una larghezza di corsia pari a 4m e due banchine laterali di larghezza pari a 1m per le rampe monodirezionali a 1 corsia mentre per le rampe monodirezionali a 2 corsie si è adottato una larghezza a 3.5m per corsia e due banchine laterali di larghezza pari a 1m (vedi tabella sottostante).

Al fine di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nei tratti curvilinei del tracciato sono stati introdotti allargamenti di carreggiata secondo quanto previsto dal D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

Inoltre sono state introdotte opportune visuali libere per garantire adeguate condizioni di sicurezza stradale secondo quanto previsto dal suddetto decreto ministeriale.

Nelle zone di raccordo alle esistenti rampe di svincolo, sia di diversione che di immissione, si è provveduto a geometrizzare raccordi che assicurino una graduale variazione della larghezza dei singoli elementi di sezione.

Strade urbane				
elemento modulare	Tipo di strada principale	Larghezza corsie (m)	Larghezza banchina in destra (m)	Larghezza banchina in sinistra (m)
Corsie specializzate di uscita e di immissione	A	3.75	2.50	-
Rampe monodirezionali	A	1 corsia: 4.00	1.00	1.00
		2 corsie: 2 x 3.50		
Rampe bidirezionali	A	1 corsia: 3.50	1.00	-

Larghezze degli elementi modulari

- **RACCORDI VERTICALI CONVESSI**

Per l'inserimento di raccordi verticali convessi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001).

- **RACCORDI VERTICALI CONCAVI**

Per l'inserimento di raccordi verticali concavi si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001 .

- PENDENZA MASSIMA LONGITUDINALE

La pendenza massima delle livellette adottata per le rampe di svincolo di progetto risulta pari a 5%

AMPLIAMENTO AUTOSTRADALE

L'ampliamento autostradale si pone lo scopo di risolvere le criticità trasportistiche di livello nazionale del nodo di Bologna e di migliorare sensibilmente l'accessibilità viaria di livello metropolitano. Le componenti salienti possono essere individuate in :

- potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza dell'A14
- potenziamento in sede a tre corsie per senso di marcia più emergenza delle complanari, prevedendo dei tratti a quattro corsie per la presenza di alcuni tronchi di scambio tra ingressi e uscite successive

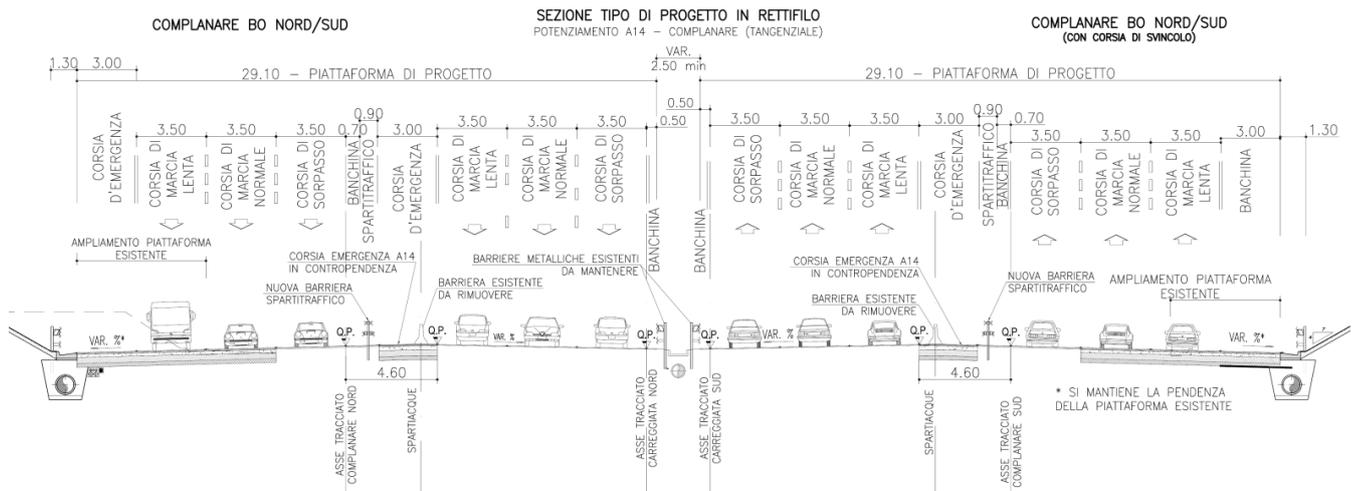
SEZIONI TIPO

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

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

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

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



Sezione tipo corrente

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

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

- A14: 3 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Complanari: 4 corsie 3,50 m + emergenza 3,00 m per senso di marcia
- Margine interno: 3,20 m
- Spartitraffico + banchina Complanare: 1,60 m per senso di marcia



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

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

- progr. km 17+500-17+530: la presenza di un'importante opera ferroviaria di scavalco impone la necessità di eliminare le corsie di emergenza e di ampliare il margine interno (larghezza complessiva 4m) al fine di proteggere in modo adeguato la pila dell'opera, mediante l'inserimento degli opportuni sistemi di ritenuta.
- progr. km 21+380-21+620: emergenza variabile da 3.00 m a 0.00 m in A14 (per fine intervento di potenziamento).

ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DI PROGETTO E VERIFICHE DI RISPONDENZA AL D.M. 05/11/2001

Le carreggiate di progetto sono state elaborate prevedendo quattro assi di tracciamento che descrivono le due carreggiate autostradali, A14 Sud e A14 Nord, e le rispettive complanari, Tangenziale Sud e Tangenziale Nord.

Mediante l'analisi dei dati dei rilevamenti topografici delle piattaforme e dei cigli attuali si è potuto verificare che lo spartitraffico dell'autostrada è, in molti tratti, di larghezza variabile, da qui l'esigenza di rappresentare geometricamente le carreggiate autostradali con due tracciati distinti, Sud e Nord. Gli assi sono stati posti in corrispondenza della linea bianca che delimita la corsia di sorpasso dalla banchina interna.

Il percorso delle tangenziali segue parallelamente la relativa carreggiata autostradale salvo che nei tratti ove si è reso necessario uno scostamento per l'adeguamento delle corsie specializzate dell'autostrada ad inizio intervento e nei tratti ove già attualmente l'infrastruttura sviluppa su carreggiate separate in corrispondenza dell'interconnessione A13 Arcoveggio e dello Svincolo Fiera. Lo sviluppo altimetrico longitudinale di progetto è coincidente all'andamento della piattaforma esistente.

Le pendenze trasversali di progetto dell'ampliamento oltre la linea di taglio della pavimentazione attuale sono state mantenute corrispondenti a quella della carreggiata esistente.

11.3. INTERVENTI SULLE CONNESSIONI FUNZIONALI AL SISTEMA TANGENZIALE

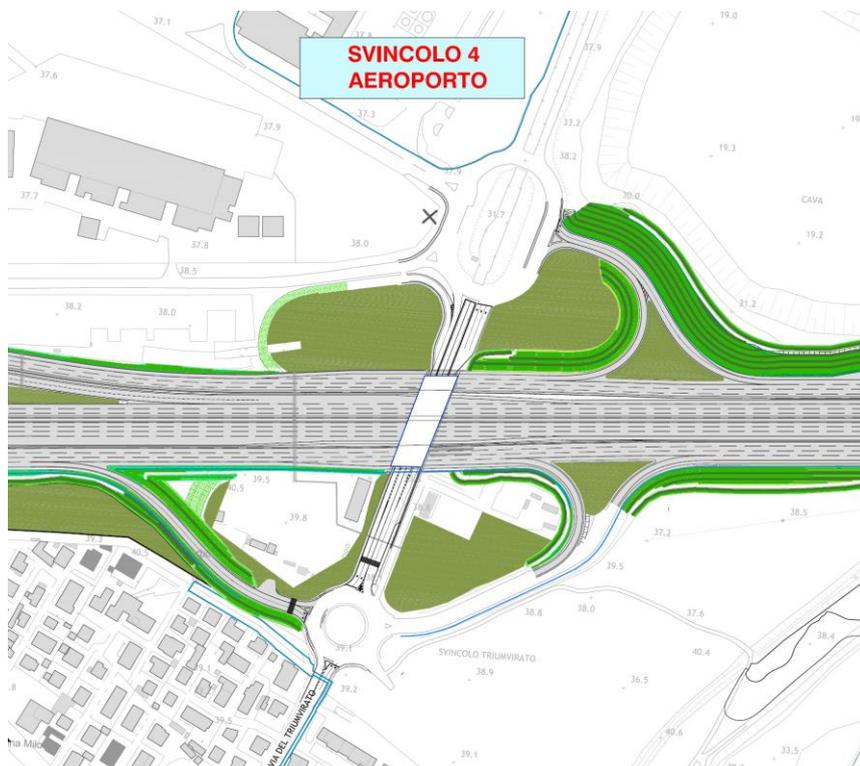
Al fine di limitare i quotidiani fenomeni di crisi e restituire alle complanari la prerogativa di servire il traffico di scambio tra la città ed il suo territorio esterno ad un idoneo livello di servizio, vengono previsti, a corredo dell'ampliamento in sede delle complanari, puntuali interventi di miglioramento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

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

Svincolo n. 4 e 4 bis - Aeroporto

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

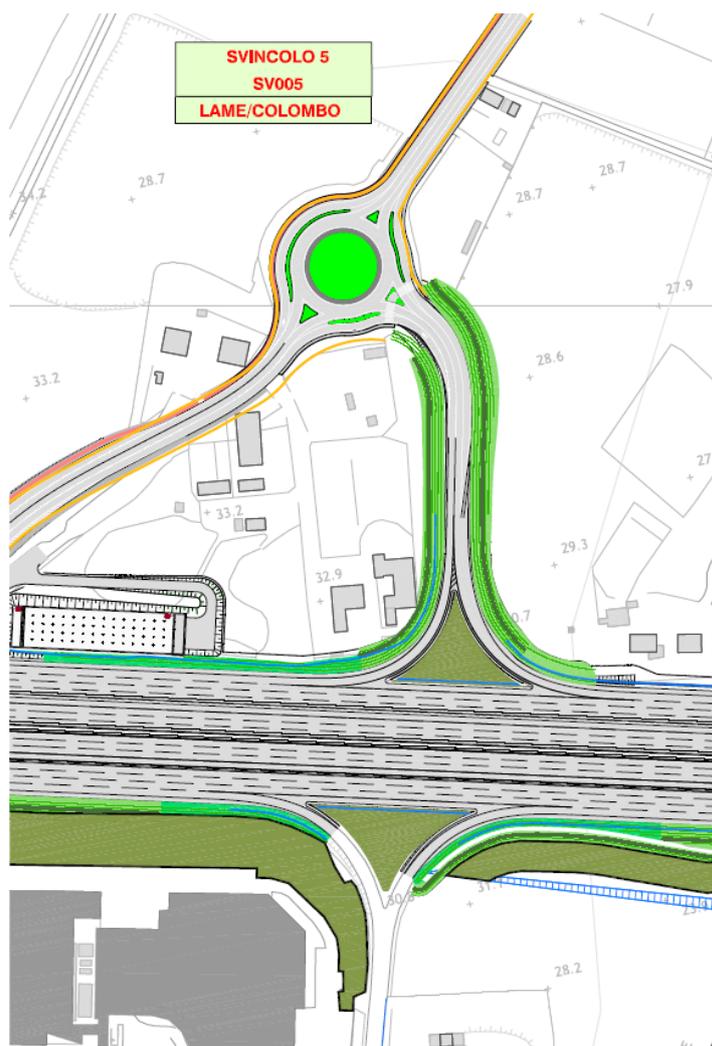
Il funzionamento complessivo dello svincolo è assicurato da interventi di potenziamento che garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di fluidificazione del traffico assunti alla base del progetto. Nello specifico questi interventi riguardano il raddoppio delle rampe di uscita sia in complanare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



Stralcio planimetrico svincolo di Aeroporto

Svincolo n. 5 – Lame/Colombo

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

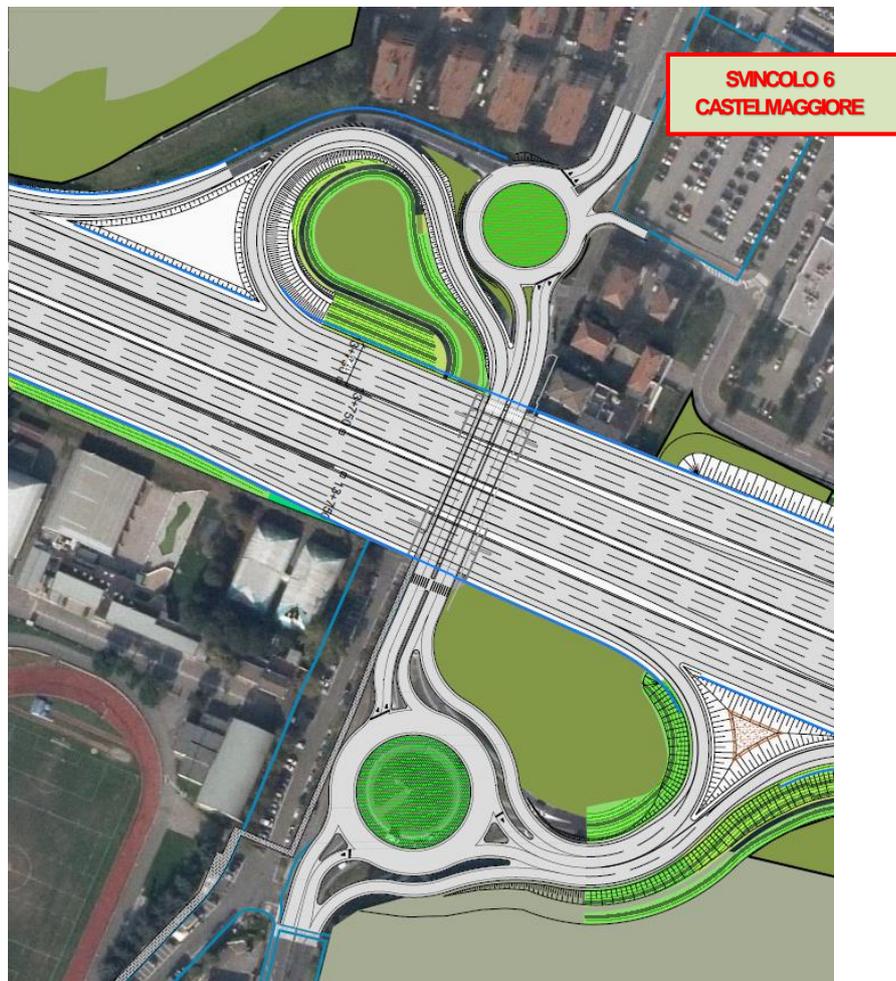


Stralcio planimetrico svincolo n.5 Lame

Svincolo n.6 - Castelmaggiore

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

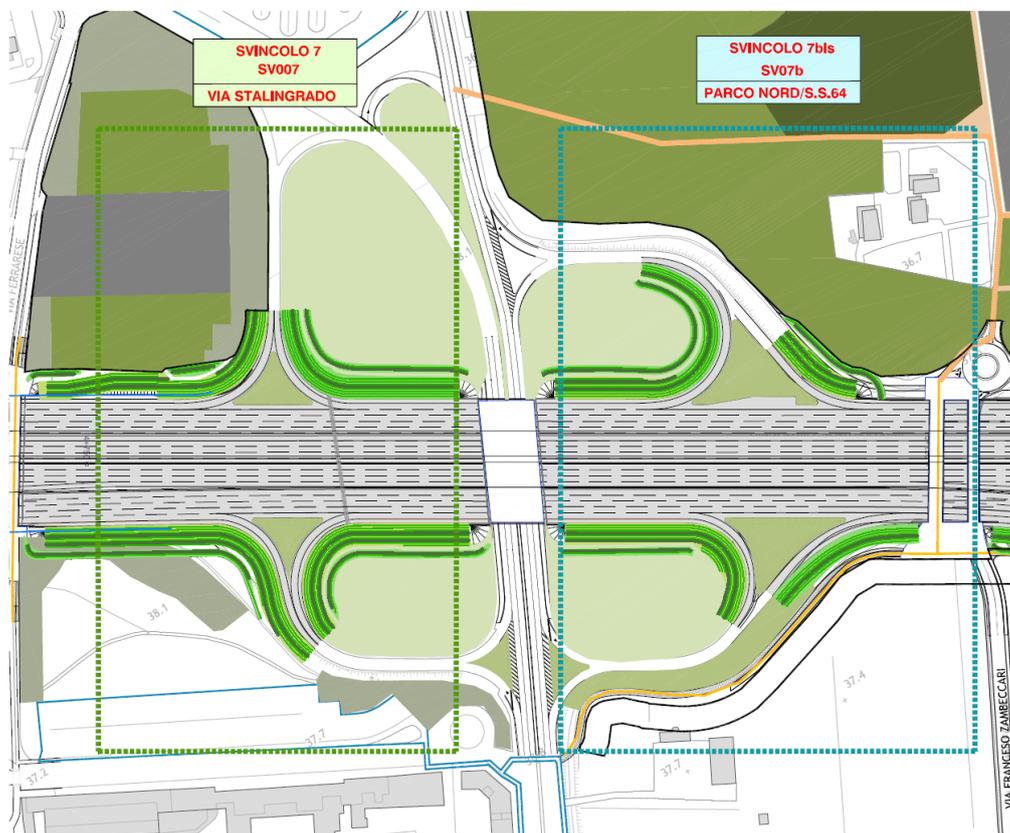
A tale scopo viene inserito un nuovo shunt nella stessa direzione avente corsia da 4m con banchine laterali in sinistra e destra rispettivamente pari ad 1m e 1.50m (al quale si aggiungono gli allargamenti relativi alla corretta iscrizione dei veicoli in curva e alla visibilità). L'ampliamento della rotatoria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



Stralcio planimetrico svincolo Castelmaggiore

Svincolo n. 7 – Via Stalingrado e 7bis – Parco Nord

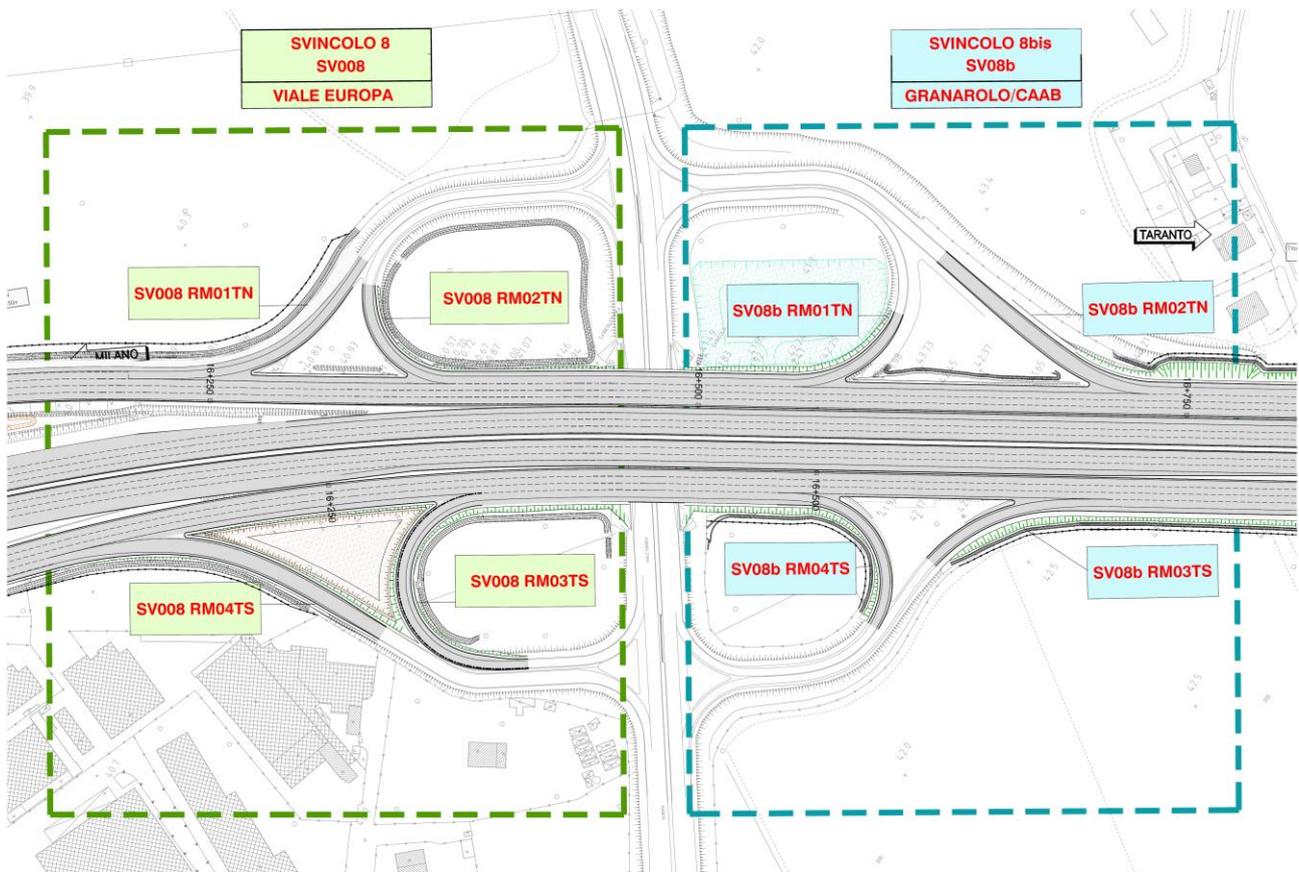
Il progetto prevede di mantenere l'attuale schema funzionale, di conseguenza l'intervento si limita a modificare la parte terminali delle rampe per ricollegarsi alle mutate dimensioni della complanare, lo spostamento planimetrico può essere quantificato in circa 10 metri.



Stralcio planimetrico svincolo n.7 e 7bis

Svincolo n.8 - Viale Europa, n.8bis - Granarolo CAAB

Il progetto degli Svincoli 8 e 8bis prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali: i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità. Nella geometrizzazione degli assi particolare attenzione è stata data alle lunghezze dei tronchi di scambio affinché risultassero non inferiori a 150 metri, lunghezza indispensabile ai fini funzionali. Le corsie specializzate verranno anche esse adeguate tramite il dimensionamento derivante dai nuovi dati di traffico.



Stralcio planimetrico svincolo Viale Europa e Caab – Granarolo

Svincolo n.10 - Roveri

Si prevede il ribaltamento delle rampe a singola corsia in carreggiata Sud per migliorare la sicurezza della manovra di diversione in uscita dalla galleria San Donnino, allontanando il tratto di manovra dalla galleria stessa e garantendo la lunghezza necessaria della corsia specializzata alle manovre di diversione.

In carreggiata Nord invece si prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe, con la geometrizzazione della corsia di immissione, anticipando in punto di innesto in prossimità del cavalcavia per potere garantire la lunghezza imposta con criteri funzionali.



Figura 32 – Stralcio planimetrico svincolo Roveri

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

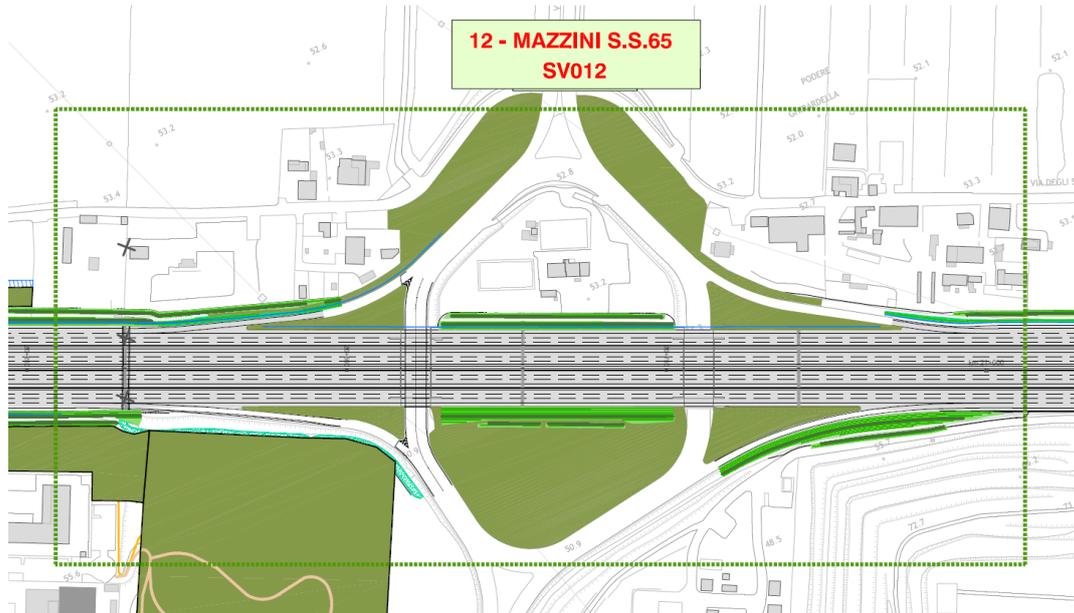
Il progetto prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e il raddoppio della rampa di uscita 11 bis in rotatoria mediante l'inserimento di un'ulteriore corsia da 3.50m sulla destra con conseguente ampliamento della piattaforma esistente. Nello stesso ambito si prevede un intervento locale su via Mattei mediante prolungamento dello spartitraffico esistente e realizzazione di rotatoria di diametro esterno pari a 50 m sull'intersezione con via Martelli.



Stralcio planimetrico svincoli 11 e 11bis

Svincolo n. 12 – Via Mazzini

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



Stralcio planimetrico svincolo Mazzini

Svincolo n.13 - San Lazzaro

Il progetto prevede il rifacimento della parte terminale delle rampe per adeguarsi alle mutate geometrie autostradali e pertanto l'intervento è limitato a un centinaio di metri di sviluppo. Per quanto riguarda la rampa di diversione da milano è previsto il potenziamento a 2 corsie da 3.50 m con banchine da 1.00 m nell'ultimo tratto di circa 100 m fino all'ingresso sulla rotatoria esistente.



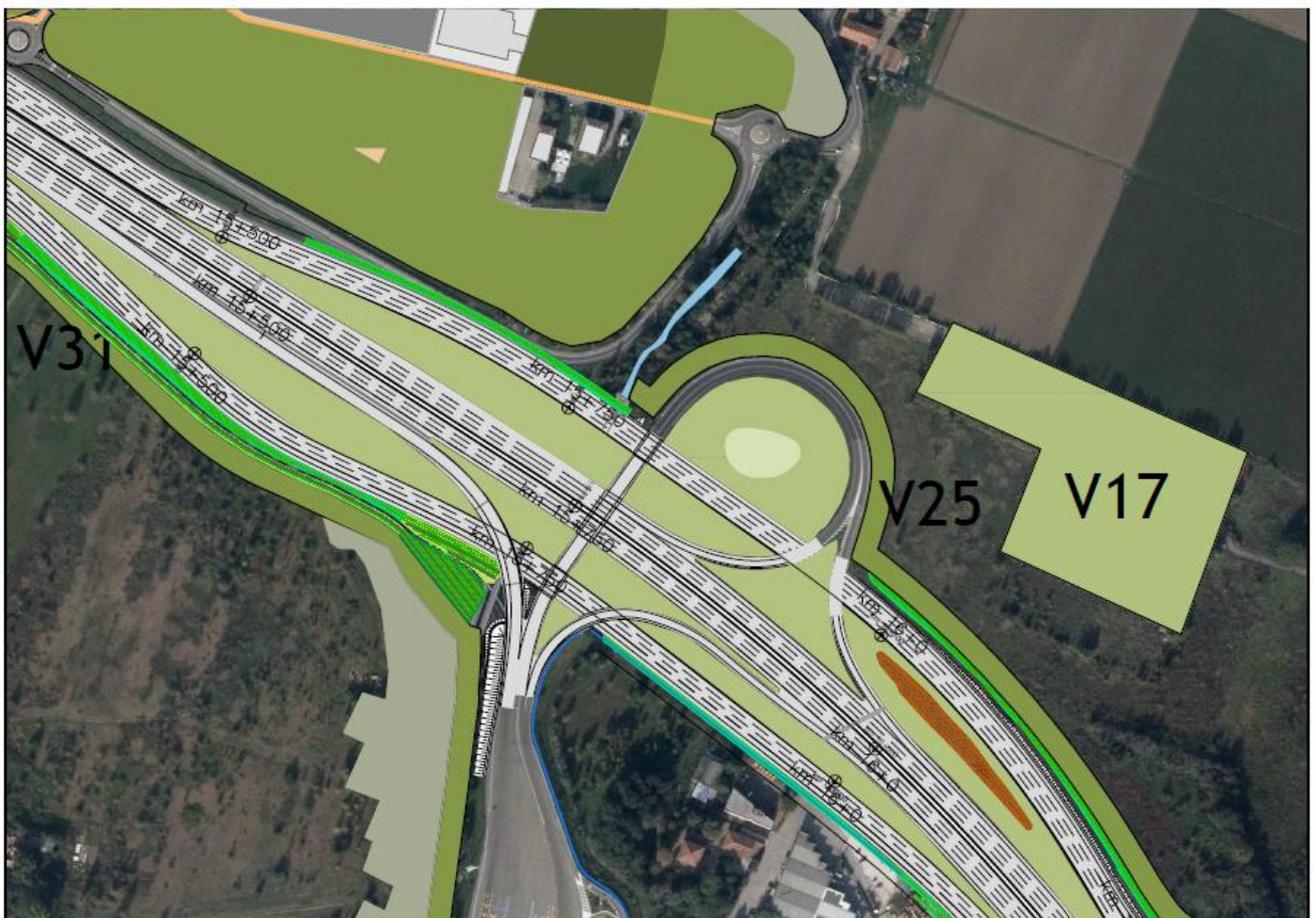
Stralcio planimetrico svincolo San Lazzaro

Svincolo 00 Fiera A14

Il progetto prevede di modificare la parte finale delle rampe a seguito dell'ampliamento delle carreggiate autostradali, i tratti interessati sono di estensione limitata, quantificabili in circa 100 metri per ogni viabilità per quanto riguarda le due rampe in carreggiata Nord.

Per la carreggiata Sud la rampa diversione da Milano è stata ritracciata mantenendo, tuttavia, la medesima tipologia di uscita ad Ago a 2 corsie, la rigeometrizzazione ha consentito di spostare verso est il nuovo cavalcavia sulla tangenziale per problemi di livelletta e dislivelli.

La Rampa di immissione verso Taranto inoltre è stata spostata verso sud creando lo spazio per l'inserimento della 3 corsia in autostrada. Al fine di garantire il corretto dimensionamento della corsia specializzata si è dovuto intervenire sul tracciato della tangenziale spostando anch'essa verso sud nel tratto tra il cavalcavia di Svincolo e il cavalcavia di Viale Europa.

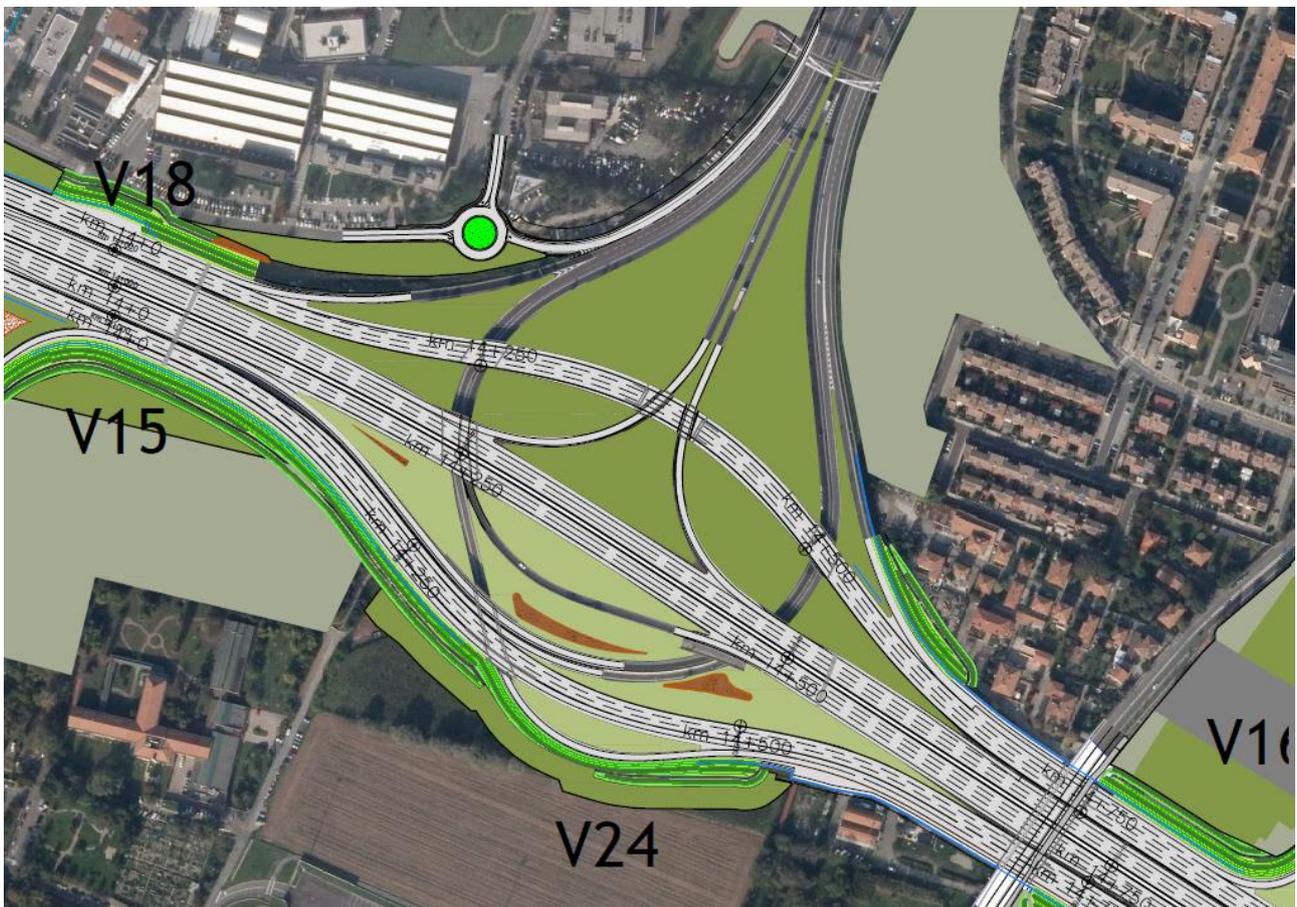


Interconnessione A13 Arcoveggio

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

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

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



11.4. NUOVO SVINCOLO DI LAZZARETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo svincolo tra le attuali uscite 4 “Aeroporto” e 5 “Lame”, in prossimità di via Zanardi, a servizio, oltre che degli insediamenti abitativi di Bertalia, Pescarola e Noce, del nuovo polo universitario del Lazzaretto (facoltà di Ingegneria e altre). Lo svincolo consente inoltre di accedere velocemente dalla zona nord della periferia di Bologna all’Ospedale Maggiore, tramite una nuova strada che collegherà direttamente lo svincolo con Viale Sabena (asse attrezzato).

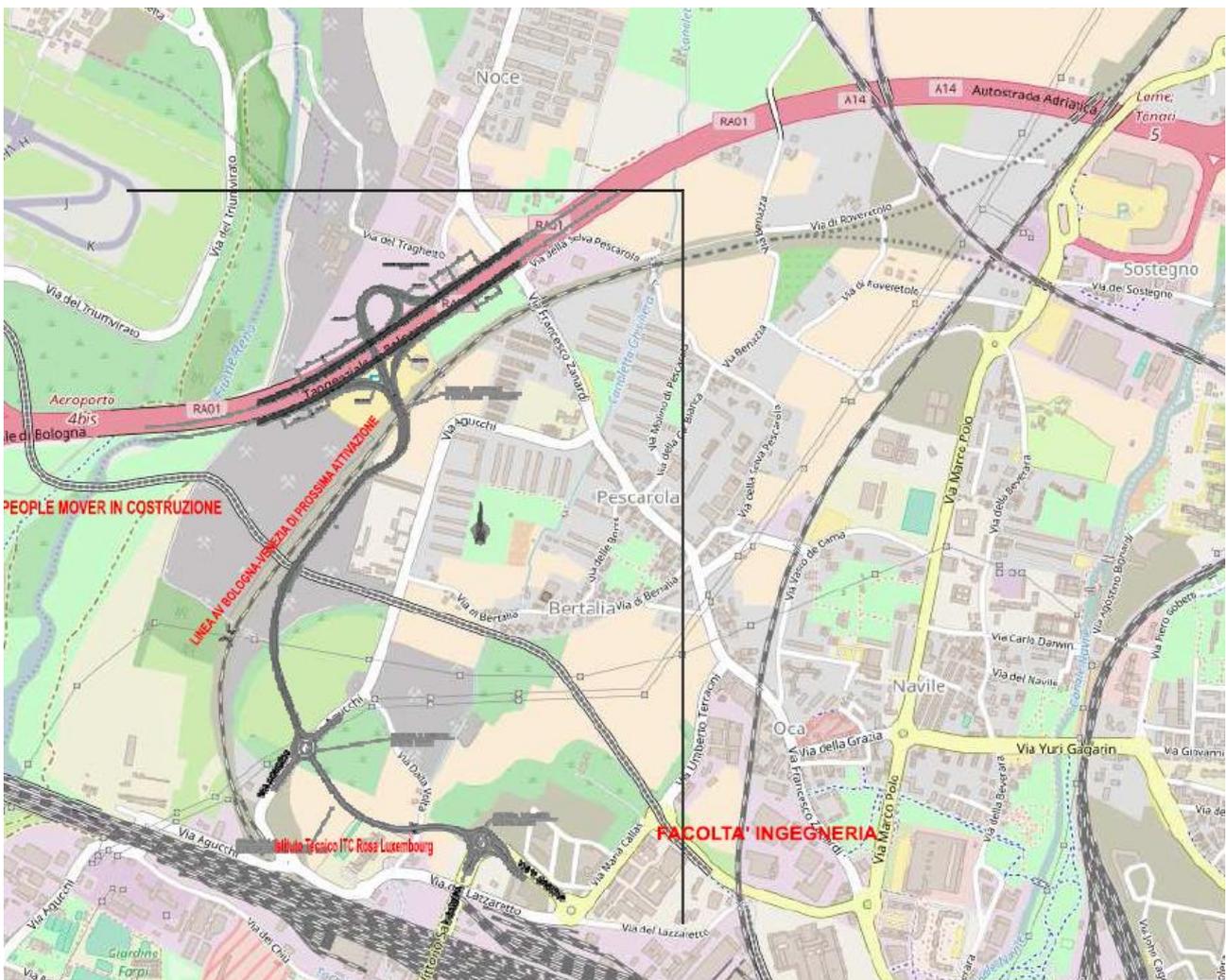


Figura: Ubicazione del nuovo svincolo di Lazzaretto e collegamento all'asse attrezzato

Lo svincolo collega la Tangenziale con la viabilità ordinaria a sud della stessa e si compone di 4 rami (vedi figura):

IMM-MI immissione in direzione di Milano

DIV-MI diversione (uscita) per chi proviene da Milano

IMM-TA immissione in direzione di Taranto

DIV-TA diversione (uscita) per chi proviene da Taranto.

Di tali corsie, due sottopassano la tangenziale, e tutte e 4 sottopassano la ferrovia.

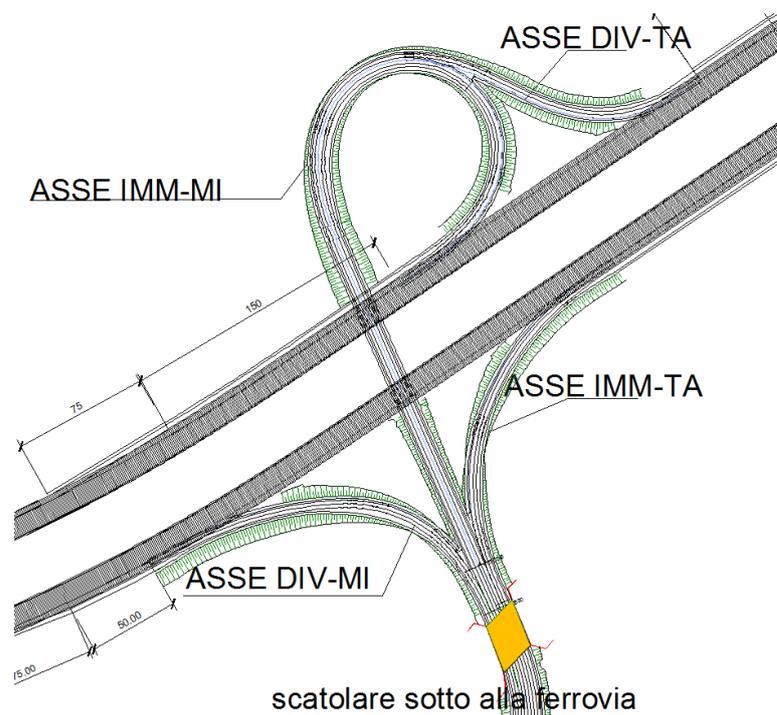


Figura: nuovo svincolo di Lazzaretto

11.5. SVINCOLO 9 – SAN DONATO

Al momento dell'elaborazione del progetto, necessario per la pubblicazione della VIA, il layout dello svincolo 9 offre ancora diverse soluzioni e opportunità. E' possibile prevedere infatti la chiusura completa dello svincolo con l'eliminazione di tutte le rampe oppure la chiusura parziale, eliminando solo le rampe a servizio della carreggiata sud.

In considerazione di questa opportunità si è optato per considerare in progetto e nello studio di traffico l'alternativa trasportisticamente più gravosa e cioè la completa chiusura dello svincolo.

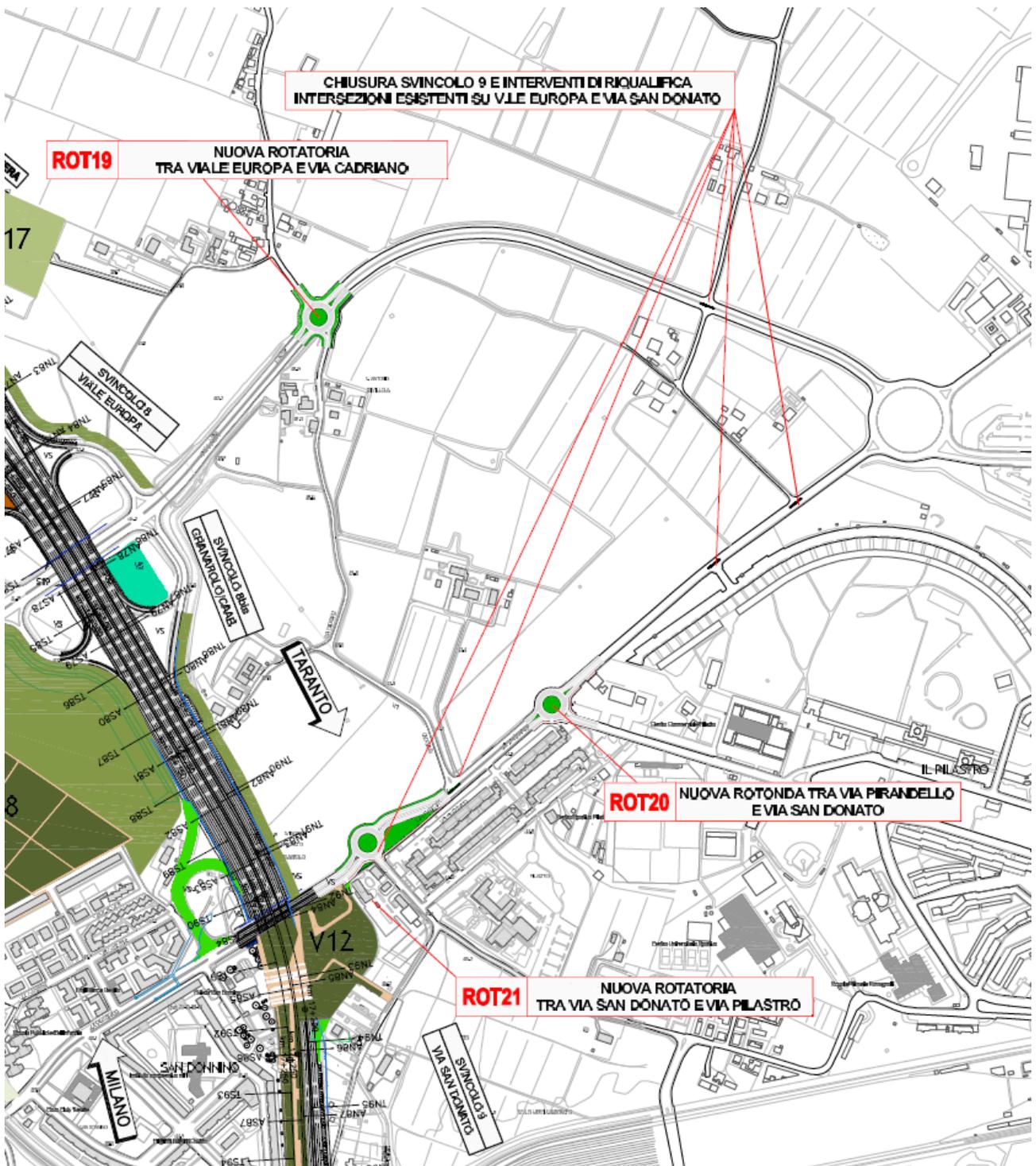
Sono state poi redatte le tavole STD0050 "Planimetria generale d'inquadrimento – scala 1:5000" e STD0051 "Planimetria di progetto da km 15+000 a km 18+000 – scala 1:2000" che illustrano la soluzione che prevede la chiusura delle sole rampe in sud e che possono sostituire rispettivamente le tavole STD0011 e STD0162 relative alla soluzione con la chiusura totale dello svincolo 9.

Entrambe le soluzioni comportano, benché in misura diversa, un lieve aggravio del carico veicolare dello svincolo 8/8bis, di viale Europa e di via San Donato. Difatti il traffico che prima veniva recepito dallo svincolo 9 viene ridistribuito in parte sullo svincolo 8 e in parte sullo svincolo 8 bis.

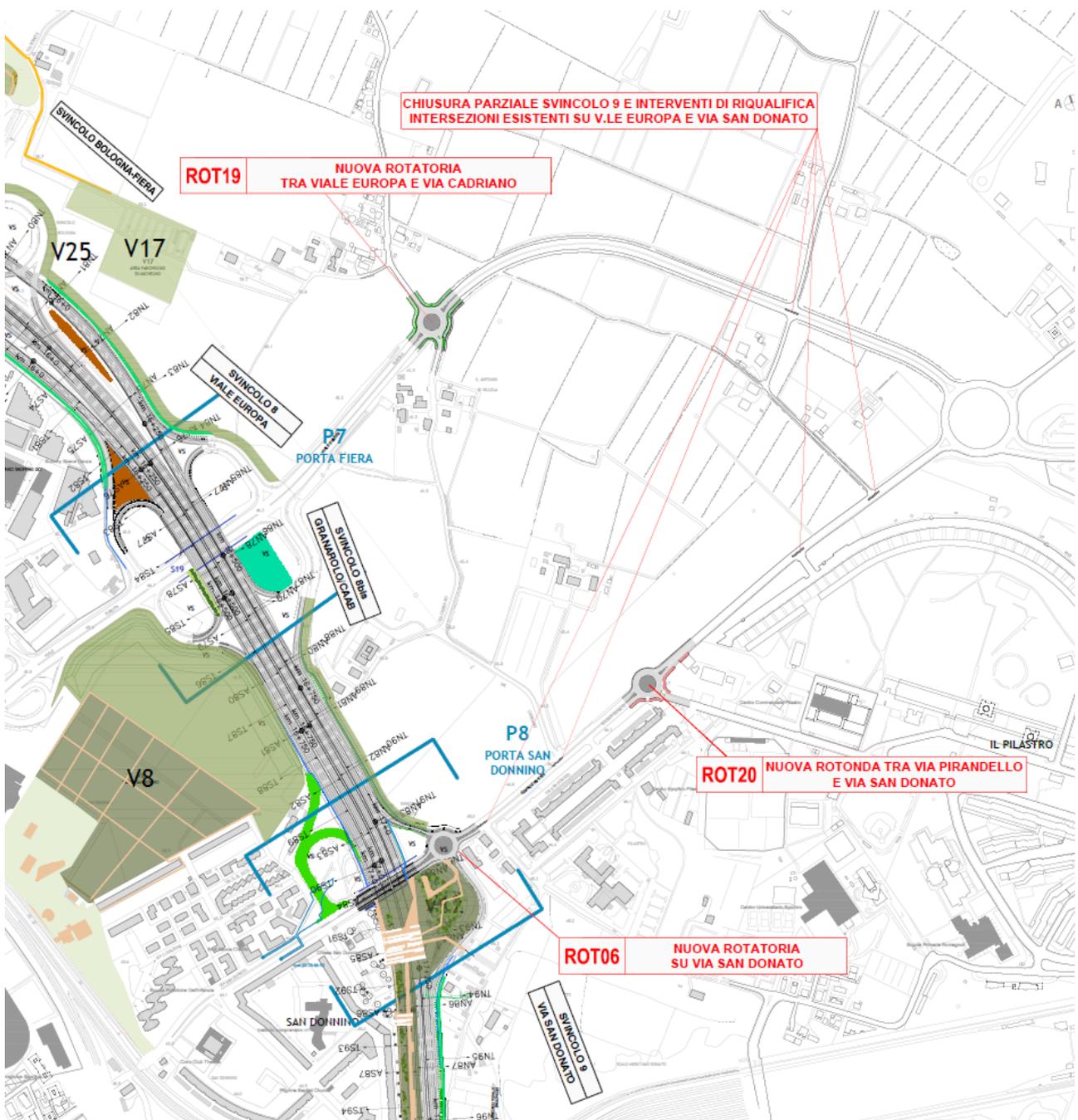
Per assorbire questa redistribuzione di traffico si è quindi previsto un potenziamento della circonvallazione esistente tra Viale Europa e Via San Donato a Nord della tangenziale.

Gli interventi di potenziamento consistono nell'inserimento di tre rotatorie di diametro pari a 50 m di cui una su via Europa e due su via San Donato.

Inoltre, in vari punti del tratto di circonvallazione, le intersezioni semaforiche esistenti verranno soppresse e verrà prevista, come intervento di riqualifica, la chiusura dello spartitraffico centrale in modo da mantenere una continuità di doppia carreggiata con 2 corsie per senso di marcia, di larghezza pari a 3.50 m e banchine da 0.50 m.



Interventi di riqualifica e potenziamento sulla viabilità locale nell'ipotesi di chiusura completa dello svincolo 9



Interventi di riqualifica e potenziamento sulla viabilità locale nell'ipotesi di chiusura parziale dello svincolo 9

11.6. OTTIMIZZAZIONE DI CONNESSIONI VIABILISTICHE LOCALI

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

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

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

11.7. VIABILITA' INTERFERITE

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

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IN CAVALCAVIA

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

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

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

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

I cavalcavia stradali esistenti di Via San Donato (progr. km 17+039) e il cavalcavia di svincolo Viale Europa (progr. km 16+417), la cui luce è compatibile con l'ampliamento, non saranno ricostruiti. In corrispondenza delle opere saranno comunque sostituite le barriere di sicurezza esistenti. Per quanto riguarda il cavalcavia di Via San Donato è inoltre previsto il sollevamento di 50cm con relativo adeguamento della livelletta delle rampe di approccio.

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IN SOTTOVIA

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

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

INTERVENTO DI RIPROFILATURA

Nome	km	FRANCO MINIMO	FRANCO LIBERO DI PROGETTO		DELTA	LIMITE VELOCITA'	VELOCITA' DI PROGETTO
	P.K.		LATO NORD	LATO SUD			
Sottovia Aeroporto Via del Triumvirato	9+201	4,99	5,02	5,01	0,02	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Zanardi	10+814	4,42	4,66	4,56	0,14	50km/h	60Km/h
Sottovia Via dell'Arcoveggio	13+470	4,71	5,24	4,76	0,05	50km/h	60Km/h
Sottovia Svincolo Castelmaggiore Via di Corticella	13+807	4,33	4,34	4,55	0,01	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Ferrarese	14+701	4,52	4,68	4,60	0,08	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Zambellini Via Stalingrado	15+004	4,41	4,41	4,43	0,00	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Zambeccari	15+227	4,12	4,20	4,15	0,03	30km/h	40Km/h
Sottovia Via Scandellara	18+679	5,96	6,05	5,80	-0,16	30km/h	40Km/h
Viadotto Via Masserenti	19+046	4,80	4,88	5,04	0,08	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Rivani	19+341	4,35	4,53	4,47	0,12	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Due Madonne	19+822	4,49	4,53	4,55	0,04	50km/h	60Km/h
Sottovia Via Roberto Vighi 1	20+554	4,67	4,73	4,76	0,06	50km/h	60Km/h
Sottovia Vicinale	21+310	4,41	4,41	4,49	0,00	20km/h	20Km/h

Franchi liberi e velocità di progetto

Analizzeremo nel seguito puntualmente i singoli interventi definendo per ciascuno di essi il tipo e l'entità dell'intervento previsto nonché eventuali specifiche esigenze che hanno portato ad intervenire in maniera diversa rispetto ai criteri sopra riportati. Le viabilità oggetto di intervento sono:

- Via del Triumvirato
- Via Zanardi
- Via Arcoveggio
- Via Corticella
- Via Ferrarese
- Via Zambellini\Stalingrado
- Via Zambecari
- Via Scandellara
- Via Masserenti
- Via Rivani
- Via due Madonne
- Via Vighi
- Sito di cogenerazione svincolo San Lazzaro
- Via Caselle

Via del Triumvirato

La via del Triumvirato, strada di categoria E urbana di quartiere, oggetto del nostro intervento, posta in corrispondenza dello svincolo 4-4bis alla Pk 9+201 dell'asse principale, è costituita da una piattaforma stradale che partendo dalla rotatoria posta a sud dell'autostrada si dirama in 3 carreggiate separate con differente andamento altimetrico che proseguono fino ad immettersi nella rotatoria a nord dell'asse principale.

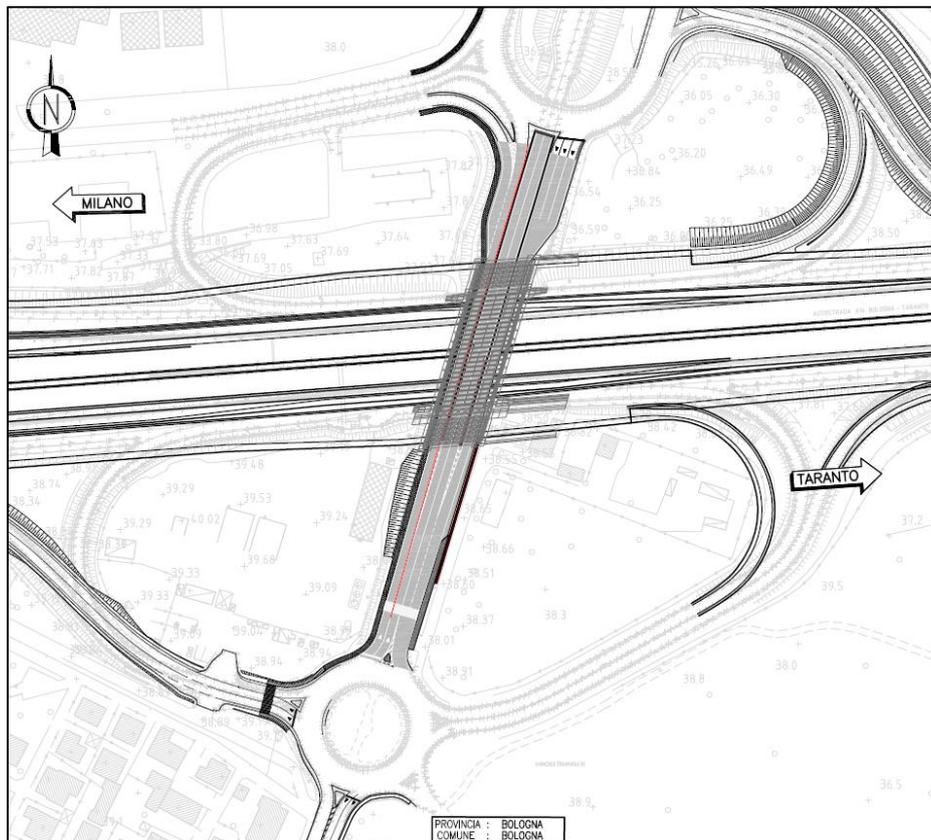


Figura 1 – Stralcio planimetrico di via del Triumvirato

L'intervento di ampliamento del sottovia esistente, conseguenza diretta del progetto di potenziamento dell'autostrada, comporta la necessità di riprofilare la viabilità sopra introdotta al fine di garantire un franco libero tra l'intradosso dell'impalcato e la superficie pavimentata superiore a quello presente. In questo specifico caso, visto il forte flusso di traffico pesante che interessa l'area in questione, si è deciso di garantire il franco minimo imposto dalla legge ovvero almeno 5m.

Come già specificato, la via del Triumvirato, procedendo da sud verso nord, parte con un'unica carreggiata per poi diramarsi in tre distinte carreggiate di cui nello specifico le due viabilità laterali procedono mantenendosi in quota mentre quella centrale si abbassa per poter continuare al di sotto dell'impalcato della rotatoria posta a nord. Per questa ragione lo studio è stato svolto singolarmente sulle tre carreggiate distinte procedendo da sinistra verso destra nel seguente modo:

- Carreggiata Ovest
- Carreggiata Centrale
- Carreggiata Est

Visti e considerati i vincoli dello stato di fatto, in particolar modo quelli legati alla profondità della ciabatta di fondazione rivolta verso l'interno del sottovia, e dell'entità dell'intervento richiesto, si è deciso di limitare la velocità di progetto per le verifiche altimetriche a 30km/h garantendo così maggiori spazi di "manovra". Da un punto di vista planimetrico la viabilità mantiene la sua originale conformazione (figura 2) ad eccezione del tratto posto a nord dell'autostrada in cui, a causa del prolungamento del sottovia è risultato necessario spostare più a nord l'immissione e l'allargamento a 3 corsie in prossimità della rotonda esistente come si evince dagli elaborati progettuali.

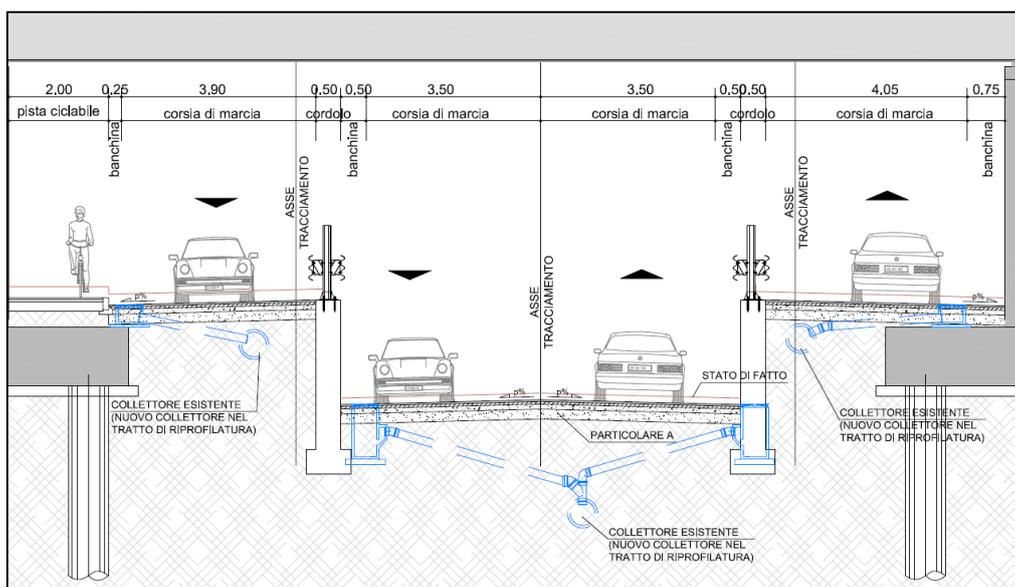


Figura 2 – Sezione tipo via del Triumvirato

Carreggiata ovest

L'intervento di riprofilatura si estende per circa 90m dalla pk 0+20.000 alla pk 0+111.475 garantendo un franco libero di progetto minimo di 5,04m a fronte dei 4,98m garantiti dallo stato di fatto.

Carreggiata centrale

Per la carreggiata centrale si ha un intervento di riprofilatura esteso per circa 85m, dalla pk 0+40.000 alla pk 0+123.190, che garantisce un franco libero di progetto di 5,01m nel pieno rispetto della normativa vigente.

Carreggiata est

L'intervento di riprofilatura si estende per 105m circa dalla pk 0+20.000 alla pk 0+121.610 permettendo di avere un franco libero nel punto più critico pari a 5.02m che rispetta quanto previsto dalla normativa.

Via Zanardi

La via Zanardi (categoria E urbana di quartiere) è costituita da un'unica carreggiata bidirezionale con una corsia per senso di marcia di dimensioni pari a circa 5,50m senza una banchina definita dalla segnaletica esistente ed affiancata lateralmente da marciapiedi aventi larghezza minima pari a 1,50m. Da un punto di vista planimetrico si è mantenuto l'intervento all'interno della carreggiata esistente riorganizzando la piattaforma stradale con corsie da 3,50m e banchine in destra di 0.75m permettendo così l'inserimento di piste ciclabili da entrambi i lati di larghezza pari a 2,50m.

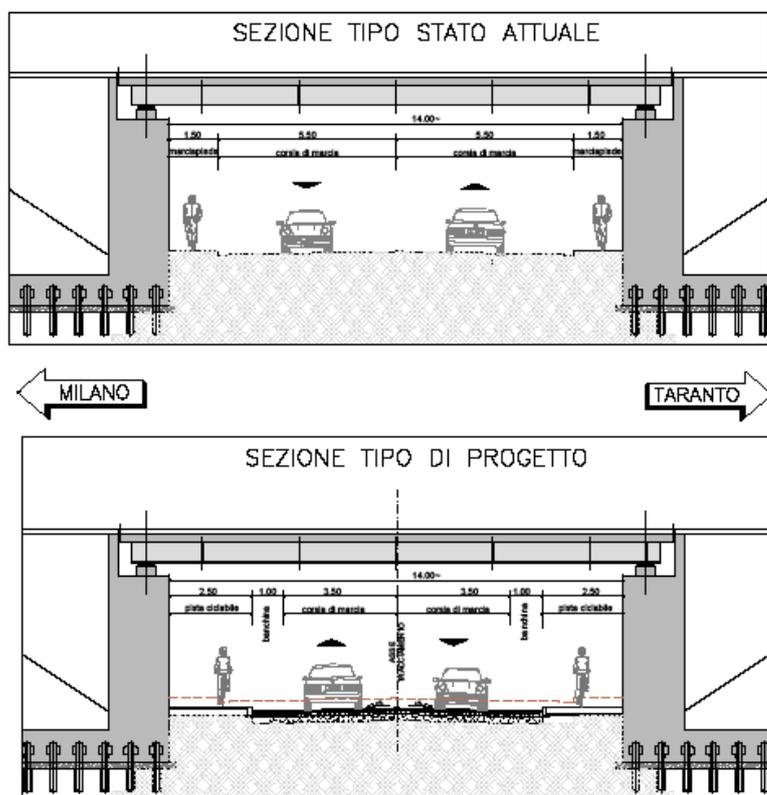


Figura 3 – Sezione tipo via Zanardi

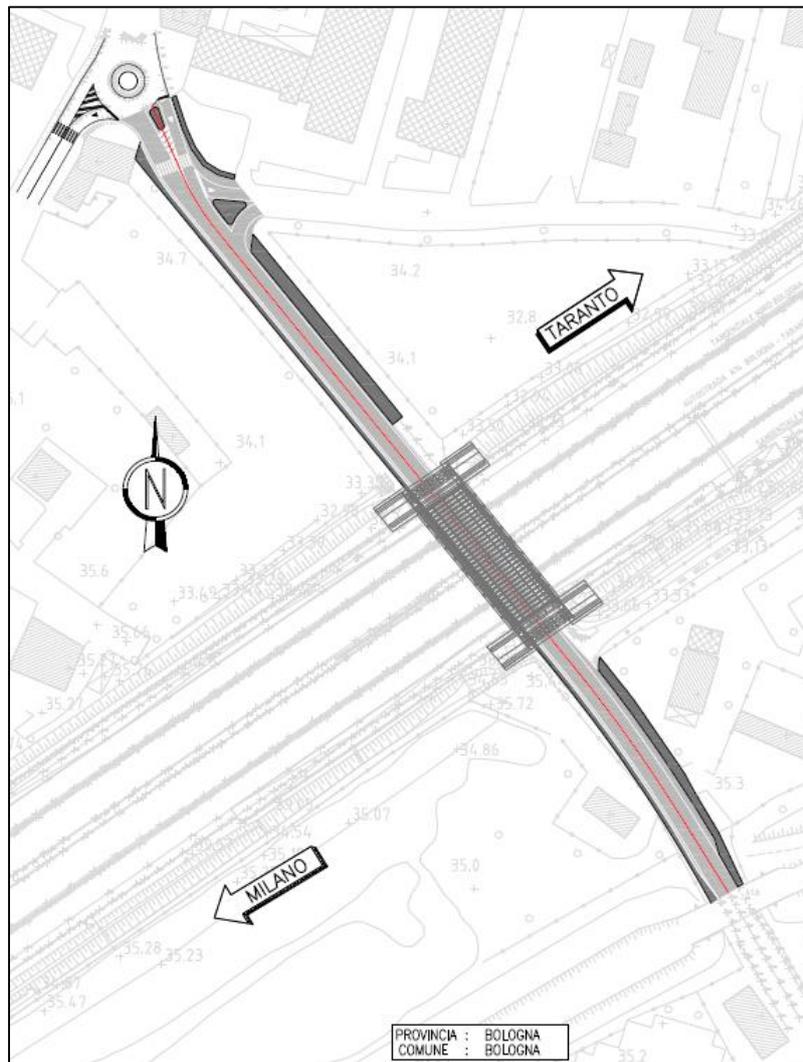


Figura 4 – Stralcio planimetrico via Zanardi

Al fine di ridurre al minimo l'impatto dell'intervento sull'area interessata e in modo tale da garantire condizioni di sicurezza non inferiori a quello dello stato di fatto si è deciso di garantire un franco minimo misurato all'intradosso dell'impalcato almeno superiore a quello esistente. Nel caso specifico l'intervento di riprofilatura altimetrica esteso dalla pk 0+63.085 alla pk. 0+187.820 avente lunghezza pari a circa 125m consente un franco libero minimo pari a 4.56m superiore ai 4.42m oggi garantiti.

Via Arcoveggio

Situata alla progressiva chilometrica 13+470 dell'asse principale autostradale, la via Arcoveggio (categoria E urbana di quartiere) è costituita da una carreggiata unica con due corsie di senso opposto separate da doppia linea bianca centrale ed aventi banchine laterali di circa 15cm.

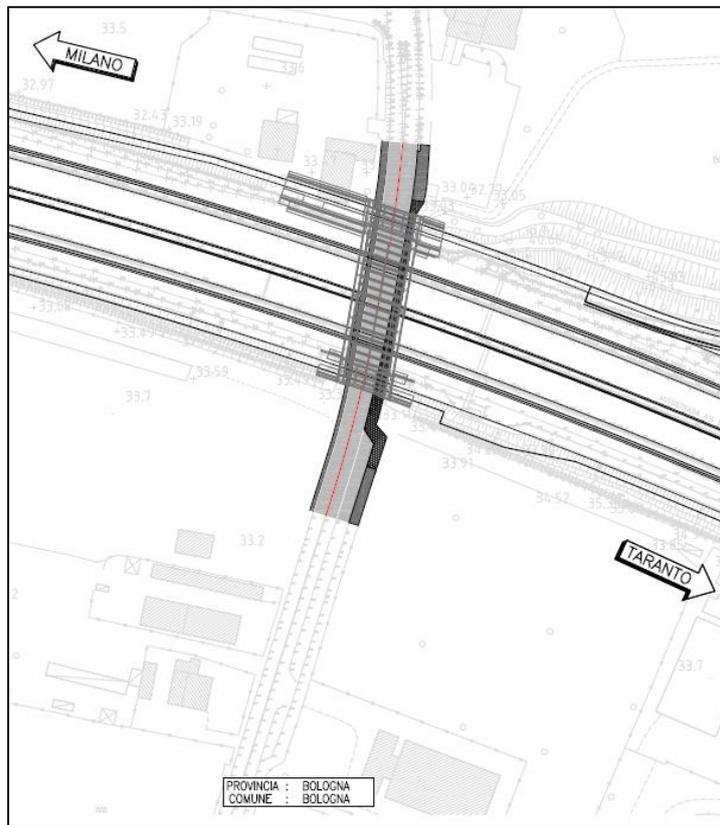


Figura 5 – Stralcio planimetrico via Arcoveggio

L'intervento consiste nella sola riprofilatura della viabilità esistente al fine di consentire il mantenimento di un franco libero superiore a quello di stato di fatto garantendo analoghe condizioni di sicurezza della circolazione. Planimetricamente il tracciato e la geometria si mantiene inalterata.

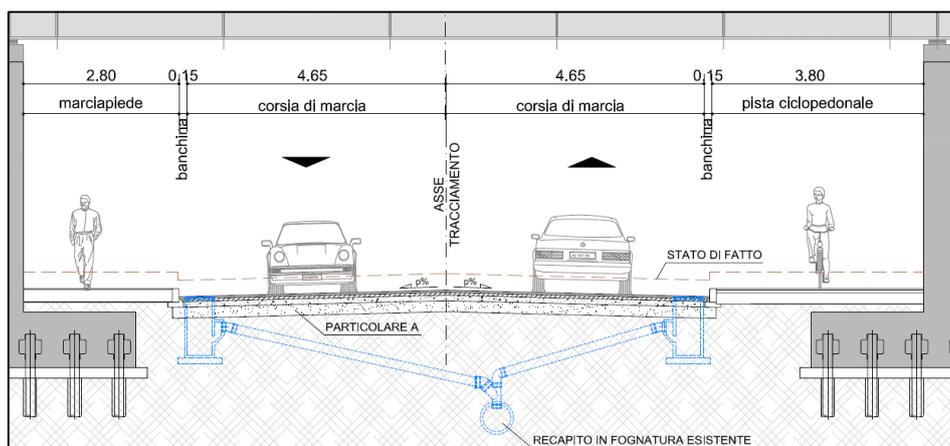


Figura 6 – Sezione tipo via Arcoveggio

La riprofilatura della via Arcoveggio si estende per circa 57.71m dalla pk 0+22.290 alla pk 0+80.000 consentendo il mantenimento di un franco libero di progetto pari a 4,76m superiore ai 4.71m dello stato di fatto.

Via Corticella

La via Corticella, categoria D urbana di scorrimento, situata al km 13+807 in corrispondenza dello svincolo di Castelmaggiore è costituita da due carreggiate separate da spartitraffico fisico invalicabile aventi due corsie per senso di marcia.

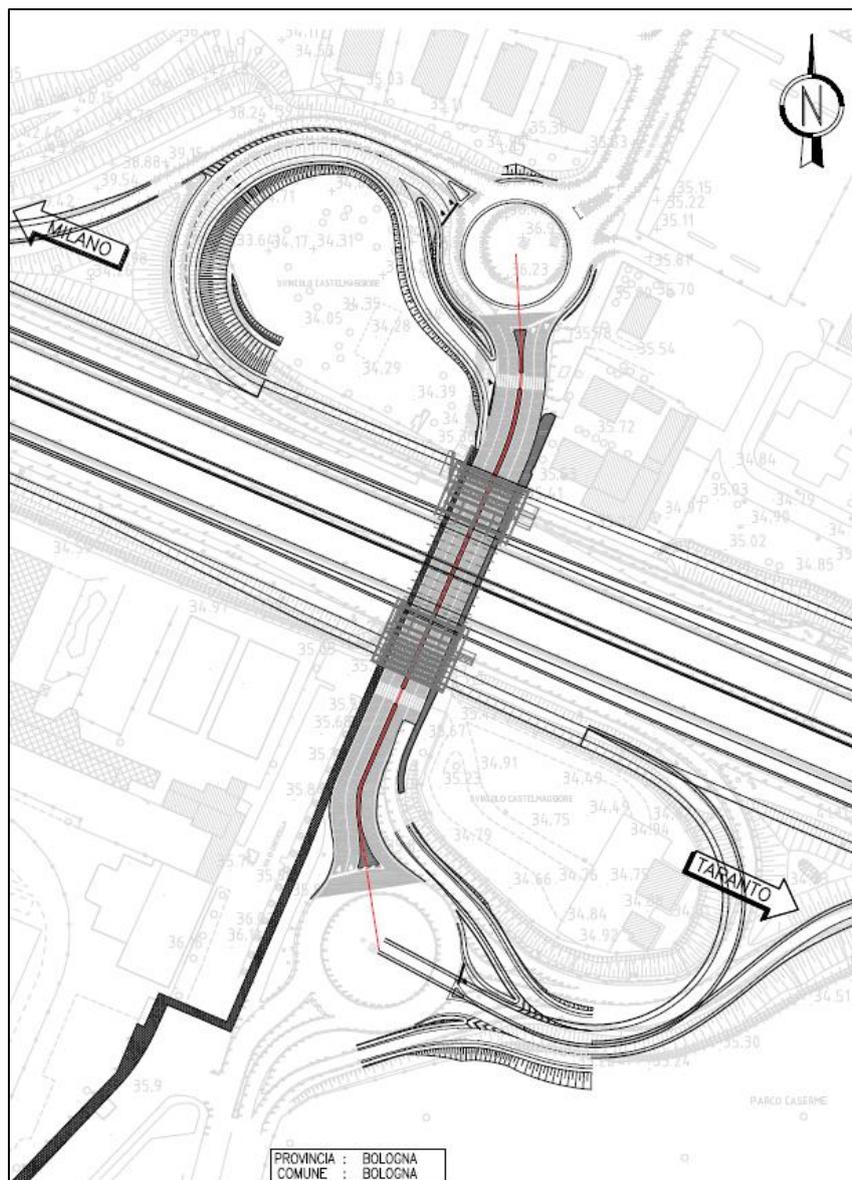


Figura 7 – Stralcio planimetrico via Corticella

Planimetricamente l'intervento rimane compreso nei limiti del pavimentato esistente ma con un leggero restringimento delle carreggiate al fine di consentire l'inserimento di una pista ciclopedonale in affiancamento alla viabilità.

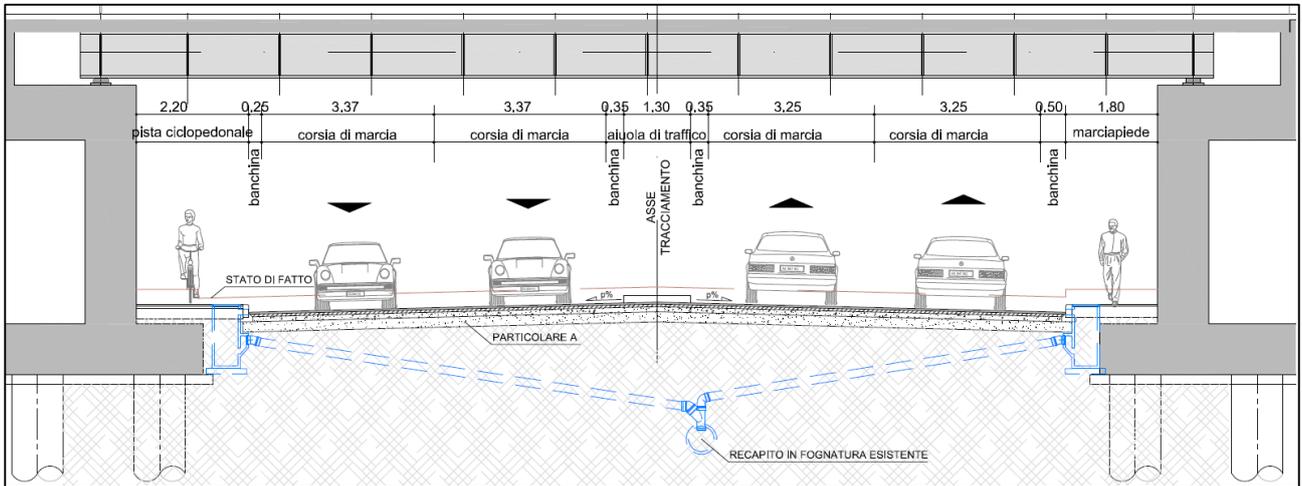


Figura 8 – Sezione tipo via Corticella

Anche in questo caso visto che il franco libero esistente risulta inferiore ai 5m si è deciso di garantire un franco libero di progetto almeno pari a quello dello stato di fatto.

L'intervento di riprofilatura esteso per circa 90m consente di garantire un franco libero di 4.34m pari a quello già presente.

Via Ferrarese

La via Ferrarese posta al km 14+701 dell'asse principale è costituita da unica carreggiata avente due corsie a verso di marcia opposto, di cui quella diretta in direzione sud riservata ai soli mezzi pubblici, con larghezza di circa 5m e banchina solo per la corsia in direzione nord di circa 1m. In affiancamento alla strada di categoria E urbana id quartiere corrono lateralmente un marciapiede (sul lato ovest) ed una pista ciclopedonale (lato Est) separata mediante aiuola spartitraffico dalla piattaforma stradale.

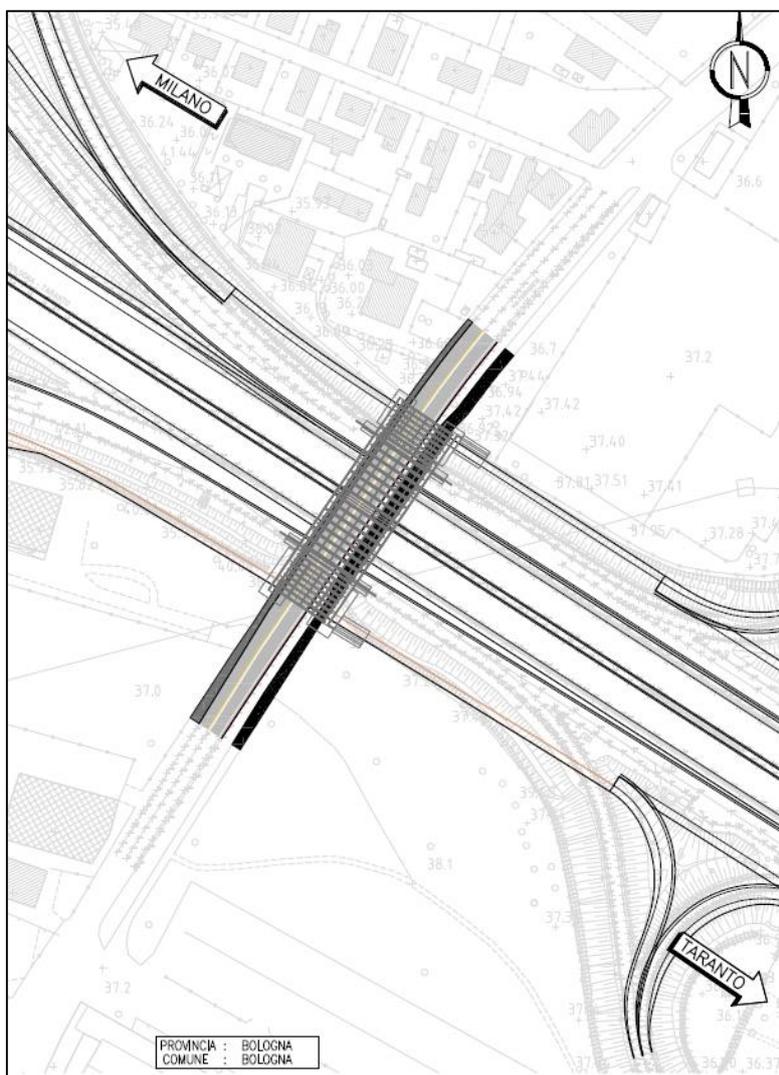


Figura 9 – Stralcio planimetrico via Ferrarese

L'intervento anche in questo caso risulta finalizzato solamente a garantire il franco libero di progetto secondo i criteri sopra definiti senza nessuna modifica al tracciato planimetrico.

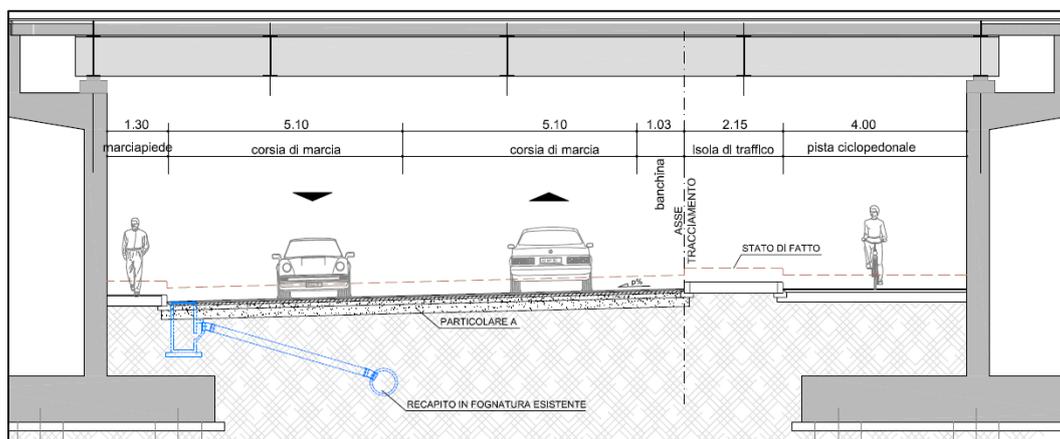


Figura 10 – Sezione tipo via Ferrarese

La riprofilatura della viabilità in oggetto estesa per circa 150m interessa praticamente tutta l'area di intervento e consente il mantenimento di un franco libero misurato all'intradosso dell'impalcato di circa 4,60m superiore ai 4,52m dello stato di fatto garantendo quindi il mantenimento di analoghe condizioni di sicurezza nella circolazione

Via Zambellini\Stalingrado

La via Zambellini\Stalingrado, categoria D urbana di scorrimento, situata in corrispondenza dell'omonimo svincolo, è costituita da due carreggiate separate da isola di traffico invalicabile aventi tre corsie per senso di marcia e banchina in sinistra e in destra di circa 30cm.

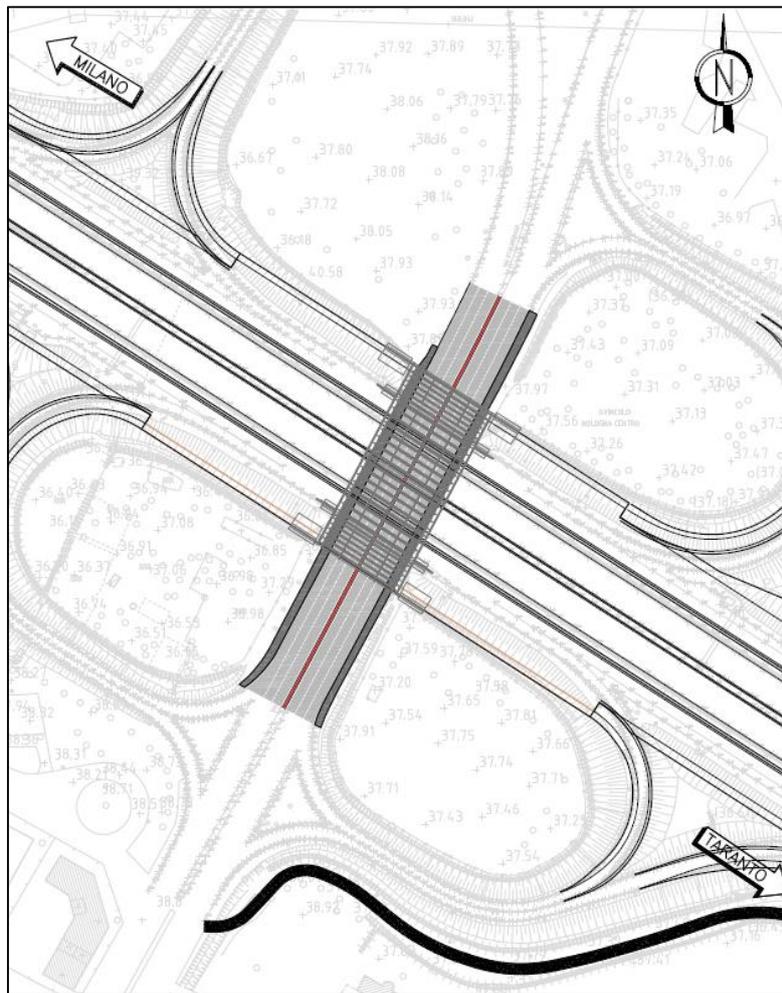


Figura 11 – Stralcio planimetrico via Stalingrado

In affiancamento alla viabilità sono presenti due marciapiedi di larghezza superiore ai 2.50m.
L'intervento in oggetto non comporta modifiche di tipo planimetrico

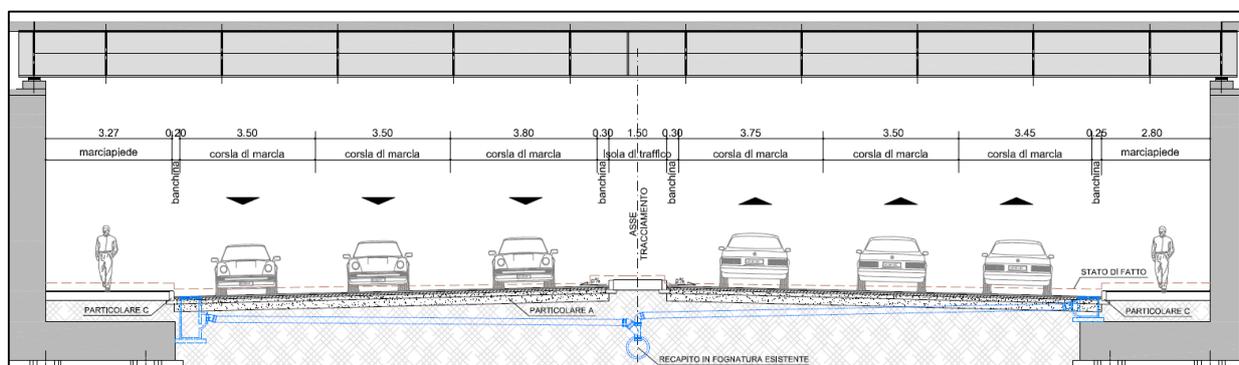


Figura 12 – Sezione tipo via Stalingrado

L'intervento di riprofilatura si estende dalla pk 0+14.58 alla pk 0+100.00 per una lunghezza complessiva di circa 85m, e garantisce un franco libero di circa 4,43m mantenendo di fatto la situazione esistente.

Via Zambeccari

Situata in prossimità dello svincolo di via Stalingrado la via Zambeccari, categoria E, si estende da sud verso nord con una carreggiata costituita da due corsie per senso di marcia di larghezza pari a 4m circa prive di banchine laterali. In prossimità del sottovia autostradale la piattaforma si restringe a 6m complessivi e la circolazione diventa a senso unico alternato regolato da lanterna semaforica. Nel sottopasso la piattaforma è composta da un'unica corsia da 3m con banchine dell'ordine dei 50cm e new jersey, di dimensioni ridotte, atto a creare un passaggio protetto per l'utenza debole.

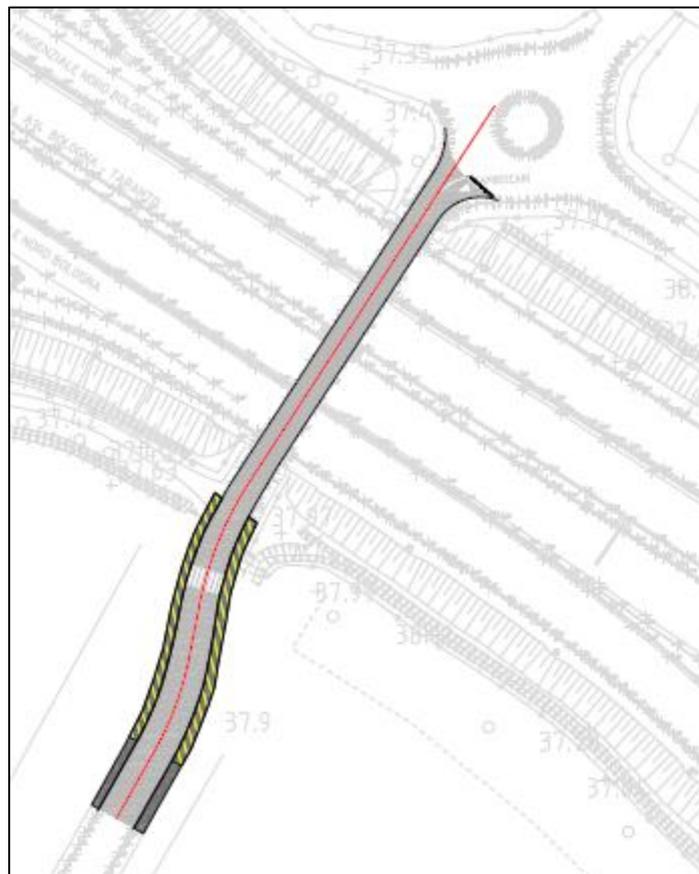


Figura 13 – Stralcio planimetrico via Zambeccari

L'intervento in questione riguarda, oltre alla riprofilatura della livelletta stradale esistente al fine di garantire un franco superiore a quello di stato di fatto, anche una riorganizzazione degli spazi interni alla piattaforma con l'eliminazione del percorso ciclopedonale e la creazione di 2 corsie a senso di marcia opposto di 3m ciascuna.

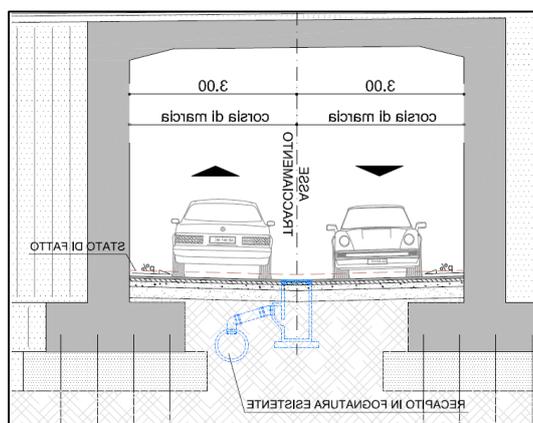


Figura 14 – Sezione tipo via Zambeccari

Il percorso ciclopedonale oggi posto all'interno dello scatolare di via Zambeccari verrà spostato ad ovest mediante la realizzazione di nuovo un sottovia ad esso dedicato, di dimensioni nette pari a 4m di larghezza e 2,75m di altezza. L'intervento di riprofilatura ha comportato la modifica altimetrica della rotatoria posta a nord della via in esame e conseguentemente una variazione altimetrica dei rami di innesto all'intersezione. Da un punto di vista planimetrico non vi è stata, come per la via Zambeccari, nessuna modifica.



Figura 15 – Stralcio planimetrico rotatoria via Zambeccari

Le viabilità che si innestano in rotatoria di categoria E urbane di quartiere vengono distinte nel seguente modo:

- Ramo Nord
- Ramo Est
- Ramo Ovest

Via Scandellara

La viabilità di via Scandellara, categoria E urbana di quartiere, situata alla pk 10+814, è costituita da una carreggiata unica a due corsie di marcia bidirezionali aventi larghezza di circa 3.50m con banchine variabili intorno ai 50cm sia in sinistra che in destra. Allo stato di fatto la viabilità corre parallela alla ferrovia esistente ed è affiancata da un marciapiede in sinistra per l'utenza che procede da sud verso nord di dimensione variabile fino ai 4m; a questa si aggiunge in corrispondenza del sottopasso autostradale un marciapiede anche sul lato opposto di dimensione variabile non inferiore a 1,50m.

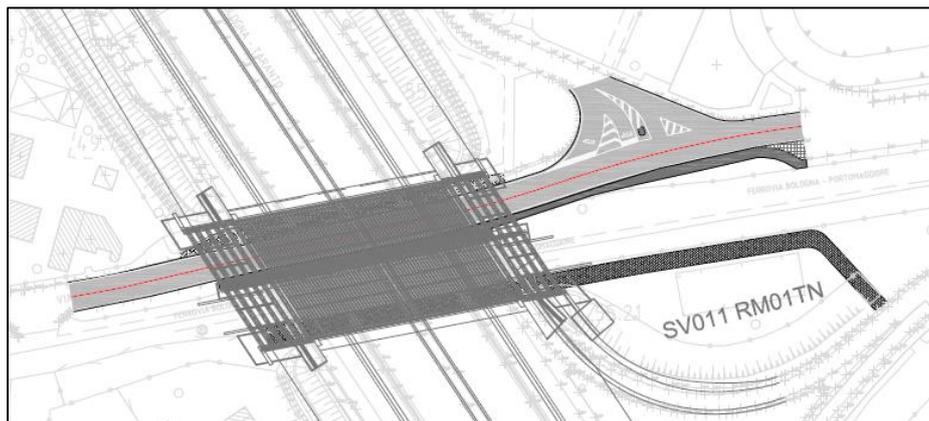


Figura 16 – Stralcio planimetrico via Scandellara

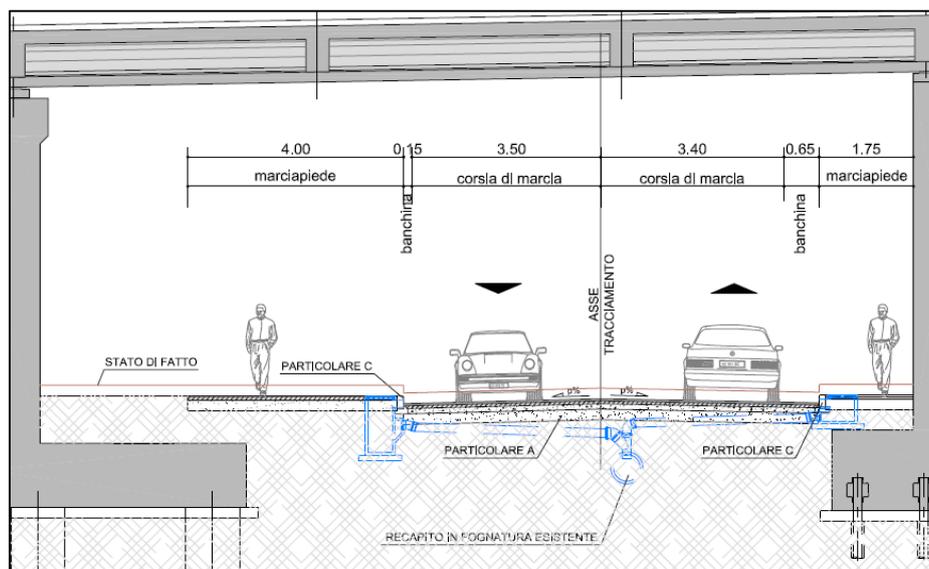


Figura 17 – Sezione tipo via Scandellara

Il potenziamento della sede autostradale e il relativo ampliamento non ha portato ad una riduzione del franco tale da necessitare un intervento di riprofilatura per cui la livelletta stradale si è mantenuta inalterata. L'intervento strutturale tuttavia ha comportato la necessità di deviare la sede esistente verso est in modo tale da rendere possibile l'inserimento sulla sinistra di un itinerario ciclopedonale di dimensioni minime pari a 2,50. La deviazione è stata realizzata mediante l'inserimento di un flesso con raggi di grandi dimensioni (circa 300m), sviluppando il tracciato con l'obiettivo di mantenersi sulla piattaforma esistente il più possibile. Tuttavia lo spostamento della viabilità ha comportato un'estensione della stessa oltre al limite imposto dal marciapiede esistente sul lato ovest comportando l'ampliamento della piattaforma stradale. Il marciapiede anche se ridotto nella sua sezione trasversale, mantiene le dimensioni minime secondo normativa (1.50m), senza invadere la proprietà delle ferrovie di stato.

Via Masserenti

La viabilità in oggetto situata alla pk 19+045 dell'asse autostradale è costituita da una carreggiata monodirezionale a circolazione rotatoria con geometria ovoidale che interseca l'autostrada in due punti distinti.



Figura 18 – Stralcio planimetrico via Masserenti

La piattaforma stradale ha carreggiata suddivisa in due corsie con lo stesso senso di marcia, banchine di larghezza variabile ed è affiancata da marciapiedi aventi dimensioni non inferiore ad 1,50m.

L'intervento di potenziamento dell'asse autostradale per effetto delle pendenze trasversali esistenti sull'asse principale ha portato ad una riduzione del franco libero di progetto a valori inferiori a quelli garantiti dallo stato di fatto venendo meno ai criteri progettuali esposti nel capitolo precedente. Dett o questo si rende necessario un intervento di riprofilatura che garantisca un franco minimo superiore a quello oggi presente senza intervenire sulla geometria della rotatoria.

L'intervento esteso lungo tutto l'anello giratorio è consistito in un abbassamento di circa 40cm rispetto allo stato di fatto garantendo un franco minimo nel punto più critico pari a 4.88m superiore ai 4.80m attuali. La modifica altimetrica della rotatoria comporta la modifica altimetrica di tutti i rami ad essa intersecanti; anche per questi ultimi la modifica risulterà solo di carattere altimetrico e non planimetrico.

Via Rivani

Attualmente la via Rivani, categoria E, è costituita da una carreggiata a due sensi di marcia con corsie di larghezza circa pari a 3m e banchine laterali di dimensioni inferiori ai 50cm. In sinistra è affiancata da un marciapiede con dimensioni variabili intorno ai 2,50m, mentre in destra è presente un marciapiede che in corrispondenza del sottovia raggiunge larghezze inferiori al metro.

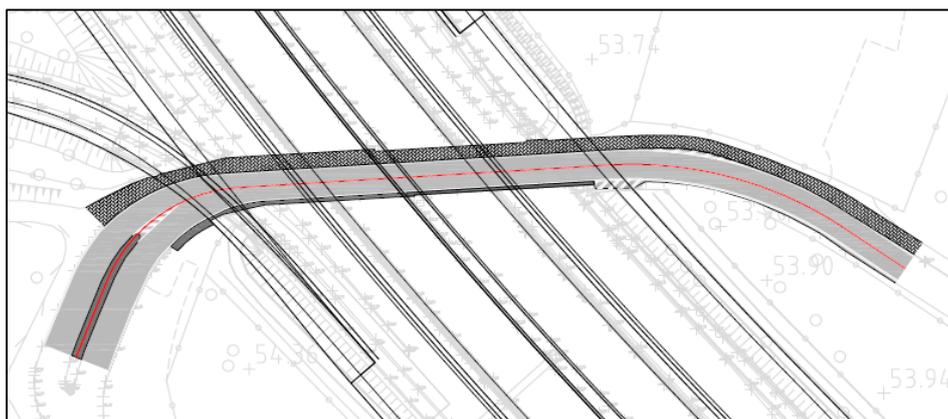


Figura 19 – Stralcio planimetrico via Rivani

Il potenziamento in sede della piattaforma principale dell'autostrada ha portato ad un intervento che come più volte già ribadito per gli altri sottovia ha riguardato esclusivamente l'aspetto altimetrico. L'intervento di riprofilatura consente di avere un franco libero di progetto pari a 4,47m contro i 4,35m di oggi garantendo quindi analoghe condizioni di sicurezza nella circolazione.

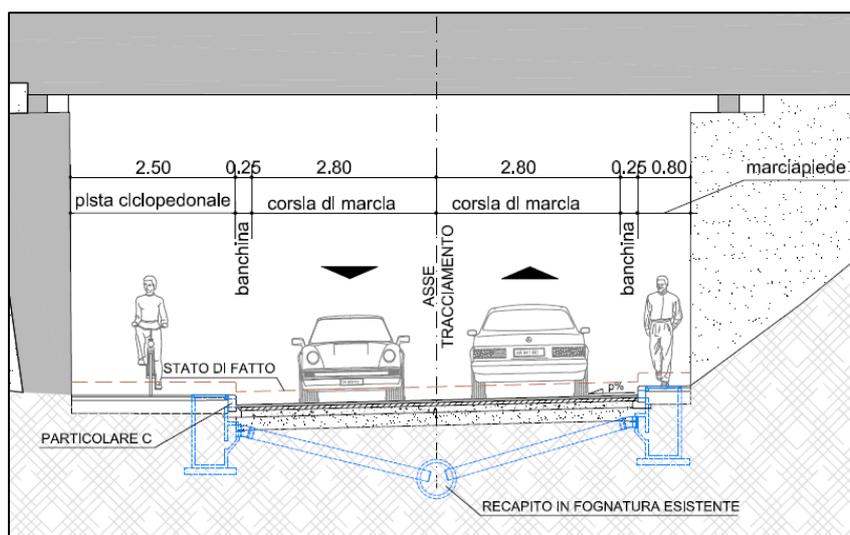


Figura 20 – Sezione tipo via Rivani

Via due Madonne

Situata alla pk 19+822 dell'asse principale dell'autostrada la viabilità oggetto del nostro intervento si estende dalla rotatoria sul lato sud della piattaforma autostradale fino ad arrivare all'intersezione con la via Fratelli Guelfi posta a nord. La via due Madonne (categoria E urbana di quartiere) nella configurazione attuale risulta essere costituita da una carreggiata con due corsie a senso di marcia opposto affiancata da marciapiedi laterali di dimensioni variabili sempre superiori a 1,50m.

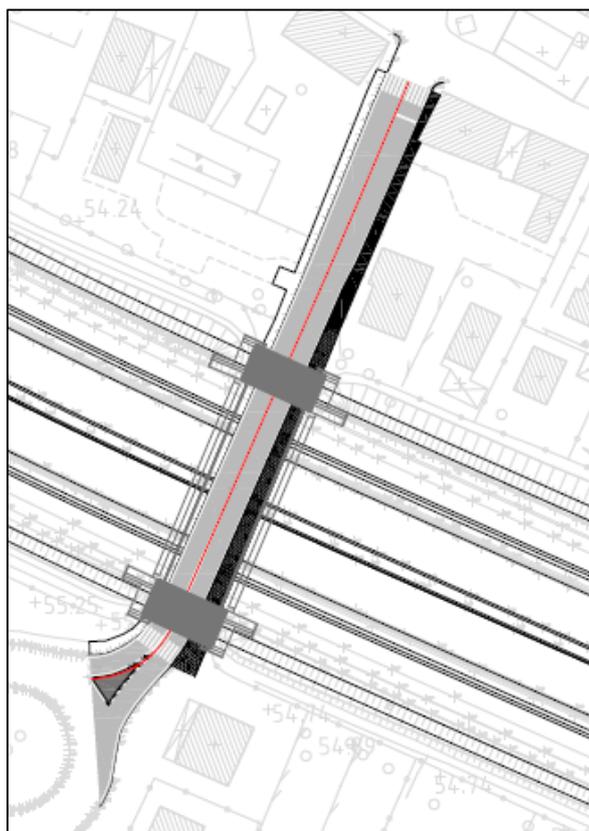


Figura 21 – Stralcio planimetrico via due Madonne

L'intervento di progetto prevede, nel tratto in sottovia, una riorganizzazione degli spazi mediante l'adozione di corsie aventi larghezza pari a 4,25m con banchine laterali di 25cm e una riprofilatura della livelletta esistente che garantisca un franco libero superiore a quello oggi presente di 4.49m. L'intervento garantisce un franco libero di progetto pari a 4,56m, superiore quindi a quello di stato di fatto e perciò rispondente ai criteri progettuali sopra definiti.

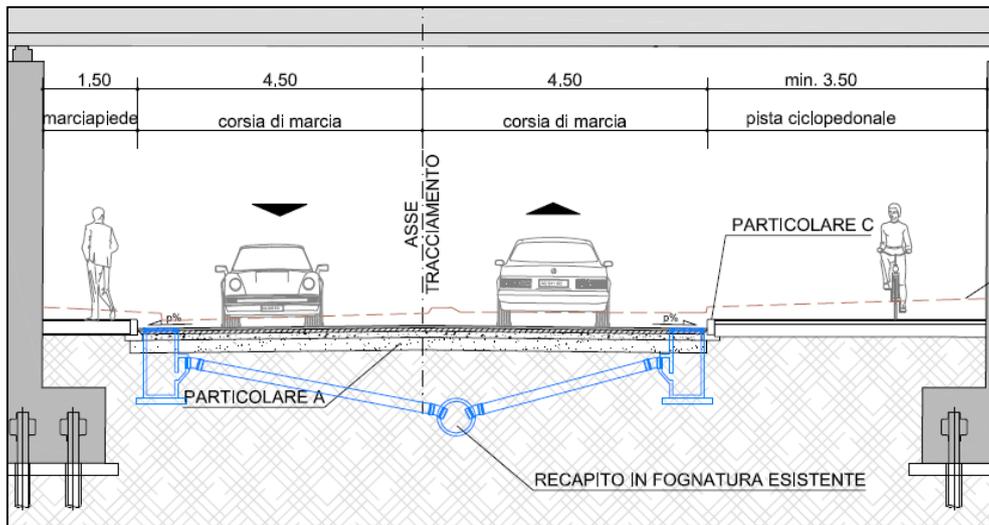


Figura 22 – Sezione tipo via due Madonne

Via Vighi

La viabilità oggetto del seguente intervento fa parte di un anello a circolazione rotatoria esteso con forma ovoidale con dimensioni sull'asse maggiore superiori ai 300m; è costituito da un'unica carreggiata monodirezionale con due corsie per senso di marcia, aventi larghezza superiore ai 7,50m, e banchine laterali costituite da cunette carrabili di smaltimento acque. La viabilità di categoria C extraurbana secondaria interseca l'autostrada in due punti distinti, precisamente alle pk 20+554 e pk 20+775.

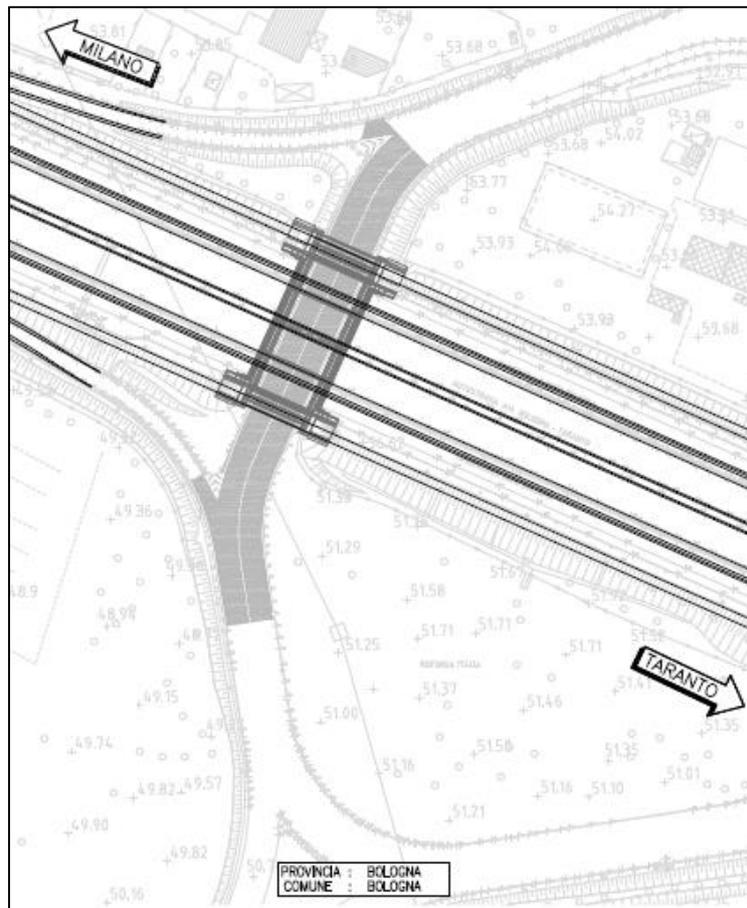


Figura 23 – Stralcio planimetrico via Vighi

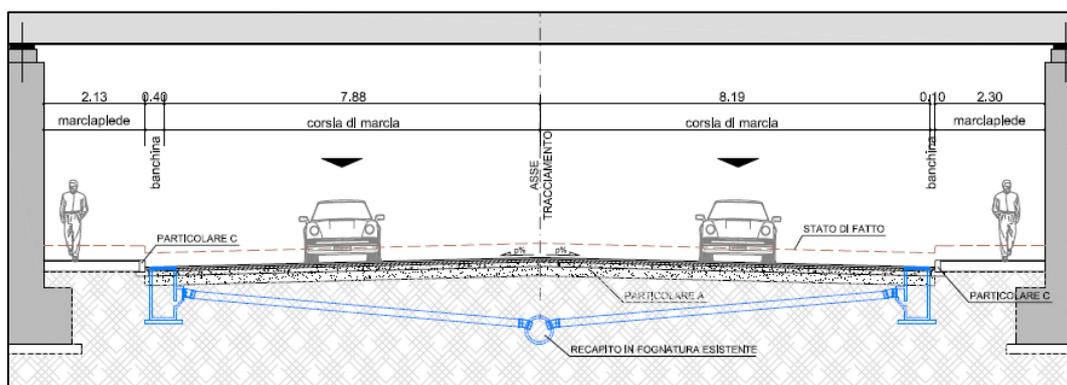


Figura 24 – Sezione tipo via Vighi

Il potenziamento dell'autostrada tuttavia comporta problemi di franco libero solamente al primo dei due sottovia per cui l'intervento anche in questo caso di sola riprofilatura altimetrica senza nessun intervento al tracciato esistente riguarda il tratto della via Vighi alla pk 20+554 dell'asse autostradale. L'intervento di riprofilatura altimetrica consente di ottenere un franco libero di progetto di 4,73m superiore a quello previsto allo stato attuale pari a 4.67m.

Sito di cogenerazione svincolo San Lazzaro

L'intervento riguarda la viabilità interna all'area della stazione ecologica della società Hera; l'allargamento in sede della piattaforma autostradale comporta la necessità di prolungare lo scatolare esistente. Quest'ultimo, avente franco libero attuale pari a 4,41m circa viene percorso con frequenza elevata dai camion della stazione ecologica ed è pertanto necessario garantire il franco libero esistente. L'intervento non riguarda l'aspetto planimetrico ma solamente quello altimetrico, ed è stato eseguito in maniera tale da mantenere praticamente inalterato il piano viabile all'interno dello scatolare estendendo la livelletta esistente fino dove necessario e quindi procedendo alla riprofilatura dei tratti immediatamente a sud ed a nord del manufatto ampliato, in maniera tale da consentire la circolazione in sicurezza dei veicoli che la dovranno percorrere.

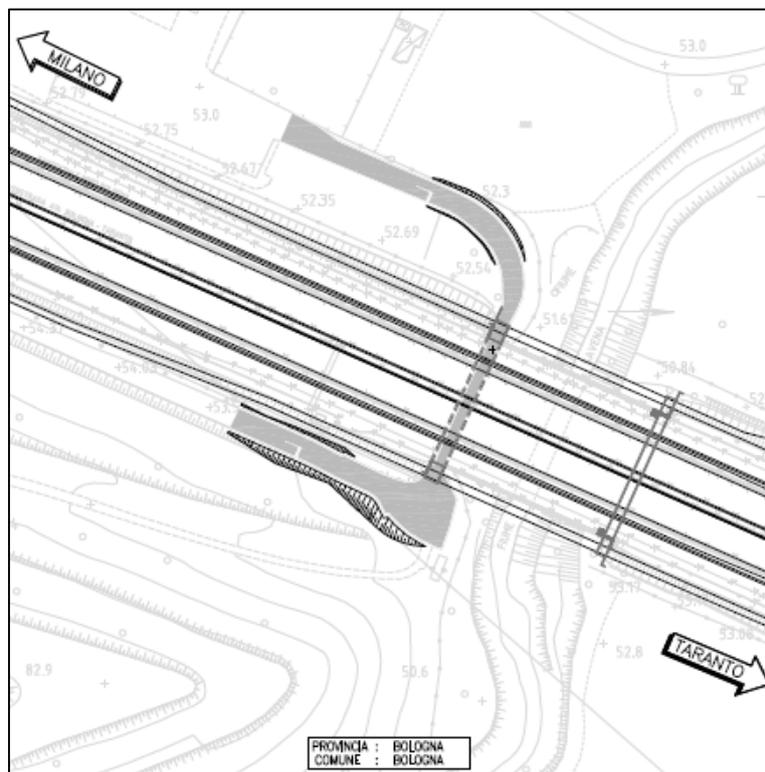


Figura 25 – Stralcio planimetrico sito di cogenerazione

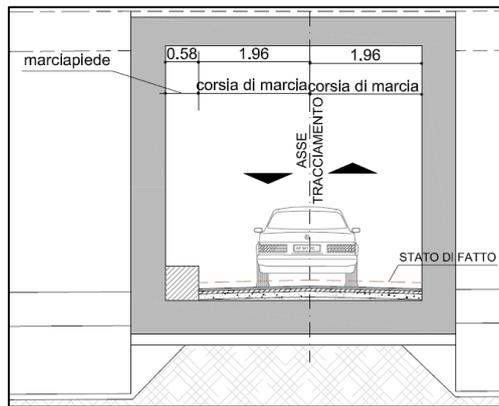


Figura 26 – Sezione tipo sito di cogenerazione

Via Caselle

L'attuale configurazione planimetrica di via Caselle non viene modificata mentre, da un punto di vista altimetrico, al fine di ridurre al minimo l'impatto dell'intervento sull'area interessata e in modo tale da garantire condizioni di sicurezza non inferiori a quello dello stato di fatto, si prevede di garantire un franco minimo misurato all'intradosso dell'impalcato almeno superiore a quello esistente

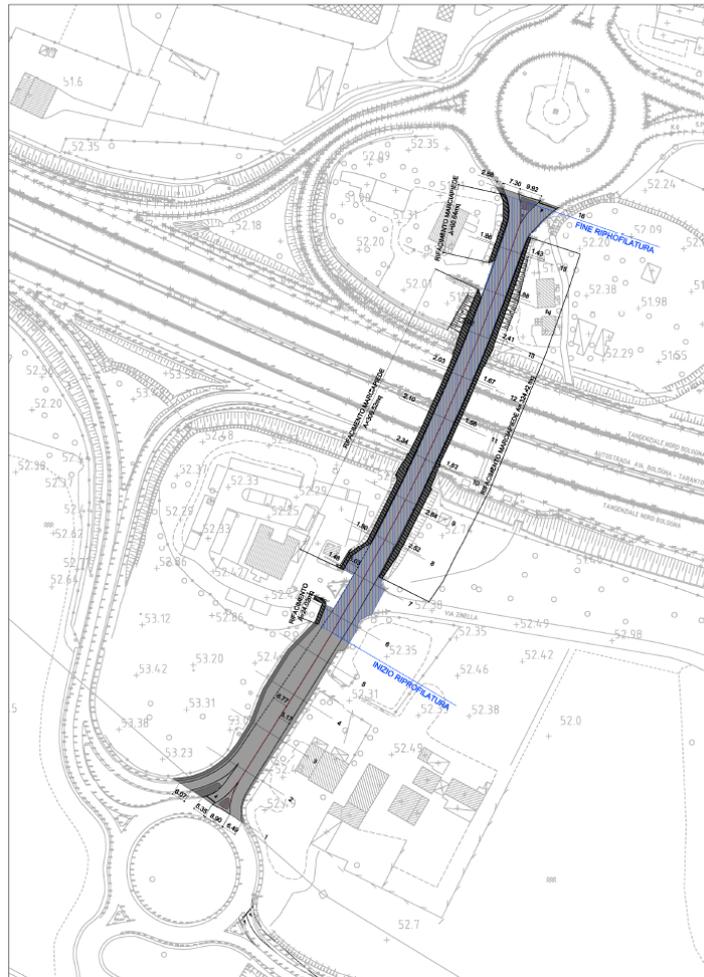


Figura 27: stralcio planimetrico intervento di riqualifica di via Caselle

Nel caso specifico l'intervento di riprofilatura altimetrica avente lunghezza pari a circa 210m consente un franco libero minimo pari a 4.75m superiore ai 4.70m oggi garantiti.

11.8. PONTI E VIADOTTI

Vengono catalogate come "maggiori" in generale tutte le opere di luce maggiore di 10.0 m, caratterizzate da impalcato di tipologia particolare e comunque non riconducibili a soluzioni di intervento standard. Per tali opere, per le quali sono state studiate soluzioni di intervento ad hoc, sommano ad un totale di 5 ponti.

Descrizione generale dell'intervento

In linea generale l'intervento di ampliamento prevede:

- rigeometrizzazione del tracciato;
- ampliamento della piattaforma, in generale variabile in funzione delle esigenze del nuovo tracciato;
- adeguamento delle pendenze trasversali;
- riqualificazione dell'opera alla luce dei nuovi criteri introdotti dalle norme tecniche sulle costruzioni di recente emanazione, con particolare riferimento ai carichi mobili ed al comportamento sismico;

La tabella seguente riporta l'elenco delle opere prese in esame unitamente alle principali caratteristiche dell'intervento di ampliamento/ammodernamento.

NOME OPERA	LUCI	TIPOLOGIA DELL'ALLARGAMENTO	SOLETTA	IMPALCATO ESISTENTE	SPALLA	PILE
CAVALCAVIA DI INTERCONNESSIONE	21,15 m - 23,09 m	travi e traversi	0,20 m	solettone alleggerito sp 1,10 m	paramento pieno	pile a sezione circolari
PONTE SUL FIUME RENO	30,34 m	travi e traversi	0,25 m	travi in c.a.p. h 1,70 m	paramento pieno	pile circolari con sella gerber
PONTE SUI CANALI BATTIFERRO E NAVILE	24,05 m	travi e traversi	0,25 m	travi in c.a.p. h 1,00 m	paramento pieno	pile a sezione circolari
PONTE SU VIA MASSERENTI	32,00 m	travi e traversi	0,20 m	solettone alleggerito sp 1,40 m	paramento pieno	pile a sezione rettangolare
PONTE SUL FIUME SAVENA	32,00 m	travi e traversi	0,25 m	travi in c.a.p. h 1,80 m	paramento pieno	-

Elenco opere

Criteri progettuali

Dall'esame dettagliato delle caratteristiche delle opere esistenti, si è in grado di individuare una ben precisa strategia di intervento, le cui linee generali vengono sintetizzate di seguito.

Impalcati

In linea generale, la porzione in ampliamento è stato definito in modo da limitare le differenze di rigidità tra gli impalcati e quindi da ridurre al minimo le problematiche connesse alla differente deformabilità della porzione preesistente e della porzione di nuova realizzazione.

Le scelte sono perciò cadute sull'utilizzo di strutture miste acciaio-calcestruzzo per tutti gli impalcati esistenti a travate in c.a.p., mentre per le due tipologie di impalcato esistente a solettone alleggerito, ponte di interconnessione e ponte su via Masserenti, si è adottata una soluzione di allargamento con travi in c.a.p. ad intradosso piano in analogia con la soluzione già adottata nell'allargamento sviluppate negli anni 2000.

Per tutti ponti si è mantenuto la stessa altezza di sottotrave garantendo i franchi originari, e quindi agendo sull'interasse travi al fine di ottimizzarne la rigidità.

Le strutture di ampliamento realizzate a travi e soletta verranno solidarizzate collegando le solette; per gli impalcati a solettone si agirà in maniera analoga. Si sono inoltre continuizzati trasversalmente gli impalcati, ad oggi distinti, connettendo la soletta tra la carreggiata autostradale a quella della tangenziale.

Il dimensionamento è stato quindi svolto rianalizzando gli impalcati esistenti, collegati trasversalmente tra loro, e valutando le nuove sollecitazioni e verificandoli sia con riferimento ai criteri originari delle tensioni ammissibili sia ai nuovi criteri degli SLU.

Pile

La carpenteria delle pile intermedie viene determinata con l'obiettivo di soddisfare, per quanto possibile il criterio di uniformità delle resistenze, replicando la carpenteria delle pile esistenti. L'unione con la struttura esistente si esplica mediante la predisposizione di un adeguato numero di barre trasversali inghisate entro fori realizzati nell'elevazione esistente.

Spalle

Le spalle relative alle strutture in ampliamento vengono realizzate a prolungamento delle spalle esistenti, mantenendo, per quanto possibile la medesima sagoma esterna. Verranno predisposti opportuni dettagli strutturali atti a garantire la realizzazione della continuità tra vecchia e nuova struttura, dopo la realizzazione del rinterro, in modo da evitare di sovraccaricare la struttura esistente con eventuali stati coattivi ingenerati dal cedimento/deformazione della nuova opera.

Il dimensionamento delle spalle di nuova realizzazione viene calibrato in modo da ottenere una rigidità nei confronti delle azioni orizzontali il più possibile simile a quella dell'opera esistente.

Le spalle del cavalcavia di interconnessione è stato rinforzato adottando, ai soli scopi di verifica sismica, la realizzazione di un ordine di tiranti passivi posti a circa 1/3 dell'altezza del paramento. A completamento dell'intervento si è prevista una idrodemolizione corticale del paramento e il suo

consolidamento e ricostruzione senza alcun incremento di spessore visto l'impossibilità di operare con ringrossi lato interno ponte.

Tale tipo di intervento risulta necessario visto il particolare stato di degrado del paramento delle spalle.

Analogo intervento di idrodemolizione corticale e ricostruzione è stato progettato anche per le pile e il pulvino del cavalcavia di interconnessione.

Fondazioni

Si prevede di fondare le strutture d'ampliamento su pali di medio diametro; le zattere di fondazione verranno solidarizzate a quelle esistenti utilizzando barre trasversali inghisate.

Sistema di vincolo

La quasi totalità delle opere prevede un sistema di vincolo elementare, costituito da cuscinetti di appoggio in neoprene armato. Dal momento che tale sistema di vincolo non soddisfa i requisiti di base richiesti dai nuovi criteri di sicurezza sismica (assenza di dispositivi meccanici di ritenuta), il sistema di vincolo originario verrà integrato da ritegni di fine corsa longitudinale e trasversale realizzati in c.a., o, in alternativa, da mensole metalliche fissate all'intradosso delle travi.

Fasi realizzative

Le fasi realizzative strettamente connesse con il funzionamento statico dell'opera (realizzazione sottostrutture e montaggio impalcato/soletta) vengono determinate con l'obiettivo di minimizzare sia gli effetti coattivi dovuti al cedimento differenziale delle fondazioni dell'opera in ampliamento, sia, per quanto possibile, gli effetti dovuti agli effetti differiti dell'impalcato di nuova realizzazione.

Per tale motivo la realizzazione della solidarizzazione tra struttura nuova ed esistente verrà il più possibile posticipato.

Descrizione di dettaglio delle singole soluzioni progettuali

Nei paragrafi seguenti si sintetizzano le principali caratteristiche delle opere in esame e delle relative soluzioni di intervento.

Cavalcavia stradale interconnessione

Struttura esistente

L'opera scavalca l'Autostrada A14 nel ramo di interconnessione ad inizio lotto ed è costituita da 2 campate con luce di calcolo di 21,15 e 23,09 m per una lunghezza complessiva di 46,74 m in curva. L'impalcato è costituito da un solettone alleggerito in c.a.p. di spessore 110 cm, soluzione di prima costruzione degli anni '60.

Le pile sono caratterizzate da 5 colonne di diametro 1,25 m su cui poggia una trave/pulvino di larghezza 2,80 m alta 1,00 m. La fondazione è del tipo diretto a platea con larghezza 4,00 m. Le spalle, unite a sostegno di tutte e due le carreggiate, sono in c.a. con paramento verticale lato interno e scarpato lato contro terra. La fondazione sono del tipo diretto di larghezza 6,00 m.

Ampliamento

L'ampliamento è variabile da 4,45 a 4,76 m. Sul lato esterno si prevede un cordolo di spessore 70 cm.

Per l'ampliamento degli impalcati si utilizzano due travi in c.a.p. a sezione ad U ad ottenere due sezioni a cassoncino ed un intradosso piano ad uniformare la tipologia del tratto esistente. L'altezza delle sezioni è pari a 0,90 m.

La nuova soletta sarà di 20 cm di spessore con predalle inferiori con funzione di cassero a perdere, di spessore 4 cm.

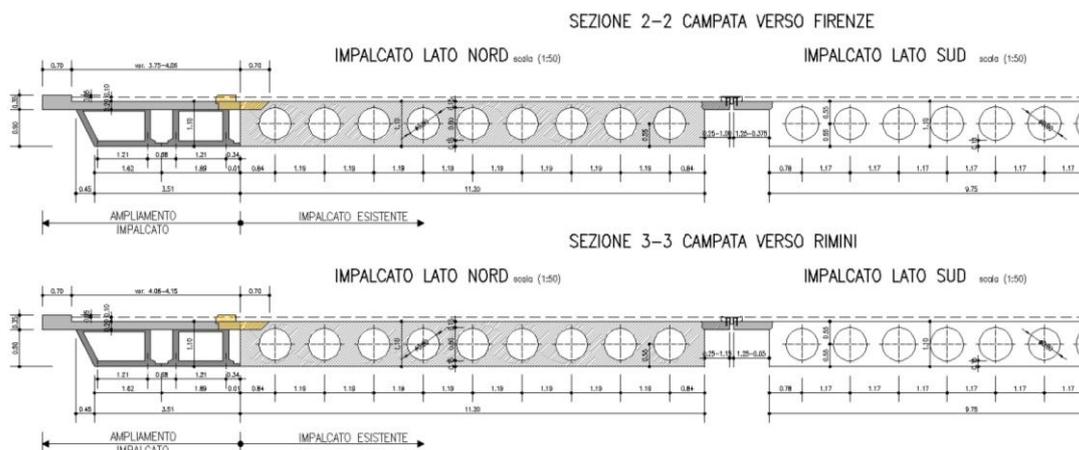
Le pile dell'ampliamento sono caratterizzate da una geometria analoga alle pile esistenti. Si hanno, per ognuno degli allargamenti, due pile di diametro 1,25 m su cui poggia una trave/pulvino larga 2,80 m e alta 1,00 m di geometria analoga all'esistente. Detta trave è quindi solidarizzata alla trave esistente mediante barre in acciaio.

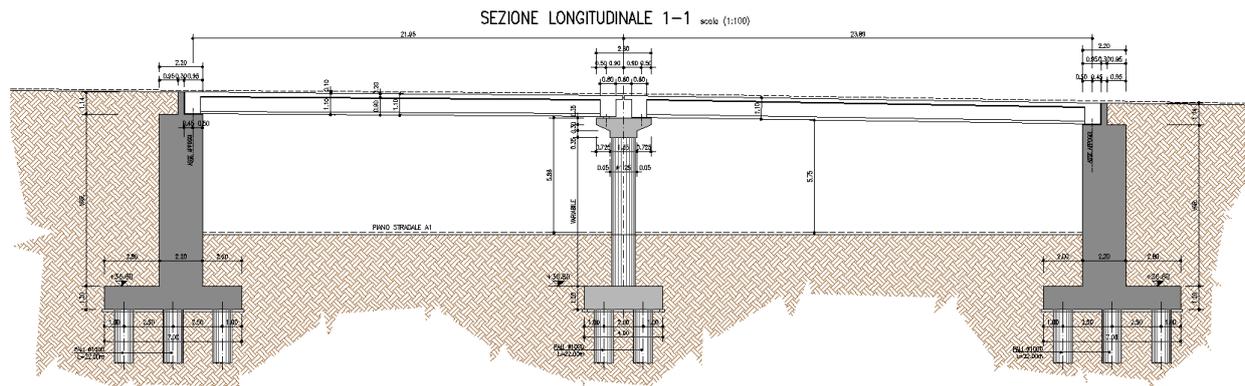
I plinti di fondazione delle pile risultano di dimensioni 8,30 x 4,00 m ancorati su 6 pali ϕ 1000 mm.

L'allargamento delle spalle è realizzato in c.a. mantenendo lo spessore della sagoma massima dell'elevazione della spalla esistente pari a 2,20 m.

Le due nuove platea di fondazione, di larghezza 7,00 m, sono ciascuna ancorata su 9 pali in c.a. ϕ 1000.

Vengono inoltre realizzati i nuovi muri di risvolto.





Saranno realizzati ritegni longitudinali e trasversali per garantire nei confronti del fuori sede dell'impalcato in fase sismica.

Ponte sul fiume Reno

Struttura esistente

L'opera di lunghezza complessiva pari a 498,78 m scavalca l'omonimo fiume Reno.

La struttura è a tredici campate con luce di calcolo pari a 30,34 m in appoggio gerber sulle pile definite longitudinalmente da una coppia di pile e un impalcato a telaio longitudinale di lunghezza 9,15 m con piano di transito di 7,35 m. Lo spessore della soletta risulta pari a 20 cm.

Le pile, distinte per singolo impalcato, individuano ciascuna 8 pile di diametro 130 cm ancorate in continuità su pali di diametro 1500 mm. Le pile sono quindi collegate tra loro in testa attraverso una soletta nervata, di lunghezza 9,15 m, a definizione delle selle gerber.

Le due spalle, lato Ancona e lato Milano, si differenziano per tipologia. Mentre la spalla lato Ancora risulta definita da un paramento verticale lato ponte e inclinato sul lato controterra, la spalla lato Milano presenta una configurazione analoga alle pile con la sostituzione della fila di pilastri lato controterra con un setto di caratteristiche analoghe a quelle della spalla lato Ancona. In sostanza la spalla lato Milano risulta definita da una palificata analoga a quella delle pile con una platea di solidarizzazione da cui emerge da un lato il vero e proprio paramento della spalla e dall'altro una fila di colonne analoghe a quelle delle pile. Superiormente si ha quindi, sempre per la spalla lato Milano, una soletta analoga a quella utilizzata per la definizione dello sche gerber delle pile. La fondazione della spalla lato Milano individua per singola carreggiata 5 pali del 1500 mm. Per la spalla lato Ancona la fondazione è del tipo diretto.

Ampliamento

L'ampliamento di piattaforma è simmetrico e pari a 7,80 m.

Sul lato esterno si prevede un cordolo di spessore 70 cm, mentre sul lato opposto si prevede un cordolo di 70 cm e quindi una soletta esterna di 50 cm a chiusura del varco tra i due impalcati

separati. Al centro, a separazione della carreggiata autostradale da quella della tangenziale, si ha un cordolo di spessore 80 cm.

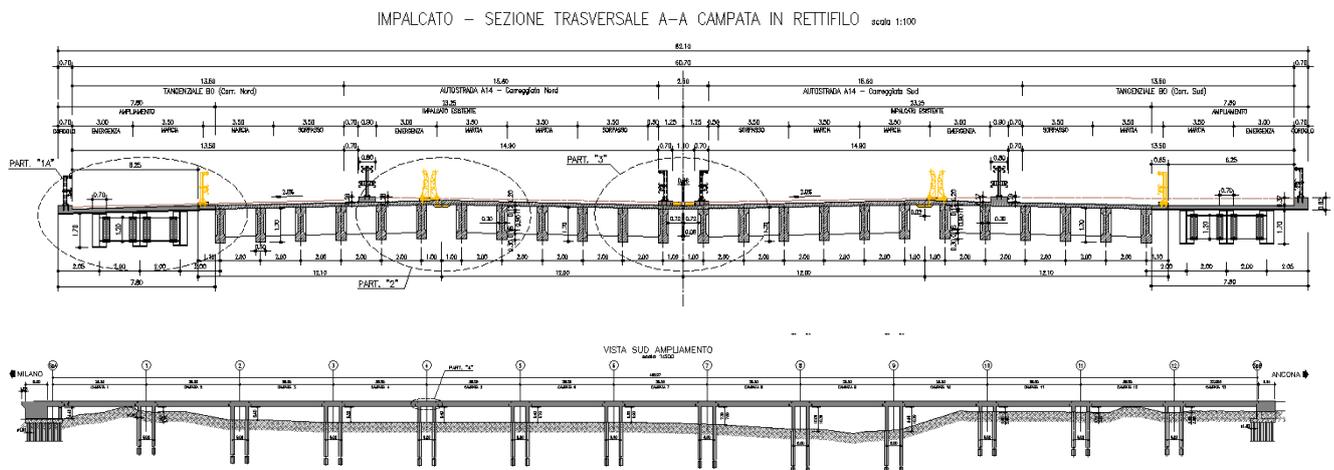
Per l'ampliamento degli impalcati si utilizzano tre travi in acciaio aventi sezioni a I di altezza pari 1,70 m. La nuova soletta sarà di 25 cm di spessore realizzata tramite la posa di una predalle autoportante di spessore 7 cm e quindi il getto di completamento di spessore 18 cm.

Le pile esterne vengono ampliate definendo 2 nuovi pilastri e allargando il piano superiore in analogia con la tipologia esistente e ricreando lo schema a gerber anche per il tratto in allargamento. Le fondazioni sono ancora in continuità con i nuovi fusti delle pile e quindi pali del diametro 1500 mm.

Le spalle sono state definite in analogia alla tipologia esistente e quindi in tal senso differenziate tra spalla lato Milano e spalla lato Ancona. Unica differenza sta nel paramento della spalla che è stato definito in forma costante in elevazione uniformandolo allo spessore massimo della spalla.

La platea di fondazione lato Milano, di dimensioni 10,52 x 9,15 m, poggia su 12 pali di diametro 1500 mm. La platea di fondazione lato Ancona, di dimensioni 7,10 x 9,15 m, poggia su 9 pali di diametro 1500 mm.

Saranno realizzati ritegni longitudinali e trasversali per garantire nei confronti del fuori sede dell'impalcato in fase sismica.



Ponte sui canali Battiferro e Navile

Struttura esistente

L'opera scavalca i canali Battiferro e Navile alla progr. 12 + 998,26 ed è costituita da 3 campate di 24,05 m per una lunghezza complessiva di 77,15 m disposte in obliquo di 16,2° rispetto all'asse stradale.

L'impalcato è costituito da 8 travi prefabbricate in c.a.p. e da una soletta in c.a. di 20 cm di spessore, soluzione di prima costruzione degli anni '60, già allargato con due una trave in acciaio nell'intervento

eseguito nei primi anni 2000. La soletta di completamento della travi in allargamento e' caratterizzata da uno spessore di 20 cm poggiata su una predalle di spessore 5 cm con funzione autoportante.

Le singole pile sono definite da 5 colonne di diametro 120 cm su cui poggia una trave/pulvino di larghezza 2,60 m e spessore 1,00 m, già ampliate con l'intervento degli anni 2000. Le platee delle pile, distinte per singola carreggiata e non unite tra loro come per le spalle, risultano di larghezza 6,80 m ciascuna ancorata su 33 pali ϕ 420 mm tipo Franki più $6 + 6 = 12$ micropali metallici ϕ 168,3 mm sull'allargamento degli anni 2000.

Le spalle, unite a sostegno di tutte e quattro le carreggiate, sono in c.a. con paramento verticale rinforzato tramite un placcaggio in c.a. di spessore 40 cm con l'intervento degli anni 2000. La fondazione a platea di larghezza 4,60 m risulta ancorata su 66 pali ϕ 420 mm tipo Franki più $6 + 6 = 12$ micropali metallici ϕ 168,3 mm sull'allargamento degli anni 2000.

Ampliamento

L'ampliamento di piattaforma è simmetrico è pari a 10,68 m.

Sul lato esterno si prevede un cordolo di spessore 250 cm sul cui lato esterno è ancorata la barriera antirumore, mentre sul lato opposto si prevede un cordolo di 54 cm e quindi una soletta esterna di 15 cm a chiusura del varco tra i due impalcati separati. Al centro, a separazione della carreggiata autostradale da quella della tangenziale, si ha un cordolo di spessore 80 cm.

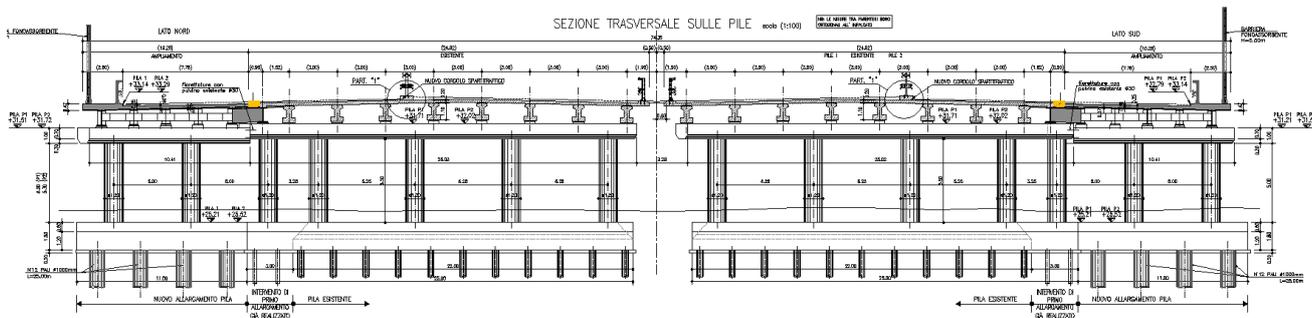
Per l'ampliamento degli impalcati si utilizzano cinque travi in acciaio per lato aventi sezione a I, di altezza pari ad 1,00 m e di caratteristiche analoghe a quelle utilizzate nell'ultimo ampliamento

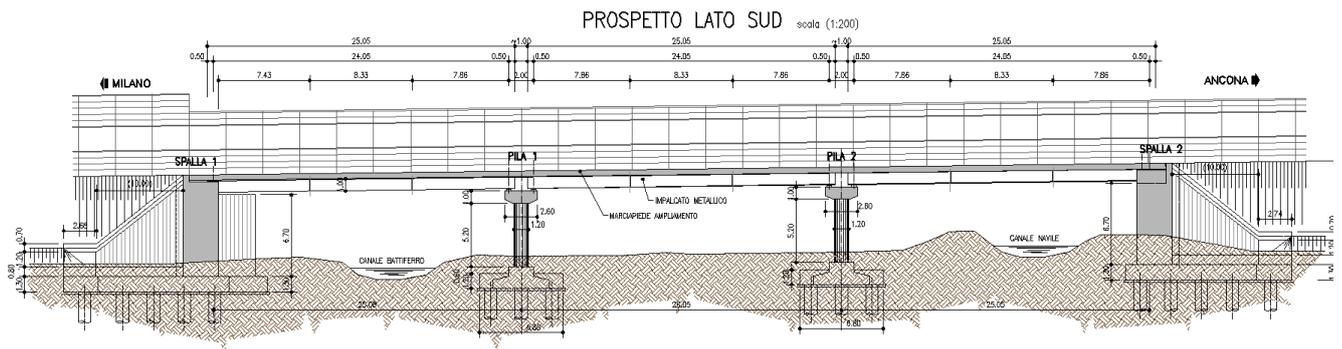
La nuova soletta sarà di 25 cm di spessore.

Le pile vengono ampliate con due pile circolari di geometria identica alle esistenti su cui poggia il pulvino di larghezza 2,60 m e alto 1,00 m, anch'esso analogo all'esistente e solidarizzato a quest'ultimo a mezzo di barre in acciaio. I plinti di fondazione di dimensione 11,00 x 6,80 m sono ancorati su 12 pali ϕ 1000 mm.

L'allargamento delle spalle è realizzato in c.a. mantenendo lo spessore della sagoma massima dell'elevazione della spalla esistente pari a 2,70 m.

Le quattro nuove platee di fondazione, di dimensioni 10,71 x 6,00 m, sono ciascuna ancorata su 8 pali in c.a. ϕ 1000.





Viadotto Masserenti

Struttura esistente

L'opera scavalca la rotatoria su via Masserenti alla progr. 19 + 045,00 ed è costituita da 3 campate di 32,00 m per una lunghezza complessiva di 100,28 m in retto.

L'impalcato è costituito da un solettone alleggerito in c.a.p. di spessore 140 cm, soluzione di prima costruzione degli anni '60, già allargato con due 2 travi prefabbricate in c.a.p. nell'intervento eseguito nei primi anni 2000. La soletta di completamento delle travi in c.a.p. e' caratterizzata da uno spessore di 20 cm.

Le pile sono caratterizzate da 20 colonne a sezione rettangolare 1,00 x 2,00 m su cui poggia una trave/pulvino di larghezza 2,00 m e spessore 0,60 m, già ampliate con l'intervento degli anni 2000. La fondazione è del tipo diretto a platea con larghezza 7,50 m.

Le spalle, unite a sostegno di tutte e quattro le carreggiate, sono in c.a. con paramento a gradoni contro terra e verticale lato strada. La fondazione sono del tipo diretto di larghezza 4,40 m.

Ampliamento

L'ampliamento è simmetrico e pari a 8,68 m.

Sul lato esterno si prevede un cordolo di spessore 250 cm sul cui lato esterno è posizionato il muro, di spessore 80 cm, di ancoraggio della barriera antirumore. Sul lato opposto si prevede l'inghisaggio della barriera di sicurezza sul solettone. Al centro, a separazione della carreggiata autostradale da quella della tangenziale, si ha un cordolo di spessore 90 cm.

Per l'ampliamento degli impalcati si utilizzano quattro travi in c.a.p. di geometria analoga a quella già utilizzate per il precedente allargamento degli anni 2000. La sezione di dette travi è del tipo ad U ad ottenere quattro sezioni a cassoncino ed un intradosso piano ad uniformare la tipologia del tratto esistente. L'altezza delle sezioni è pari a 1,15 m.

La nuova soletta sarà di 20 cm di spessore con predalle inferiore con funzione di cassero a perdere, di spessore 4 cm.

Le pile dell'ampliamento sono caratterizzate da una geometria analoga alle pile esistenti. Si hanno, per ognuno degli allargamenti, tre setti di dimensioni 1,00 x 2,00 m su cui poggia una trave/pulvino larga 2,00 m e alta 0,60 m. Detta trave è quindi solidarizzata alla trave esistente mediante barre in acciaio.

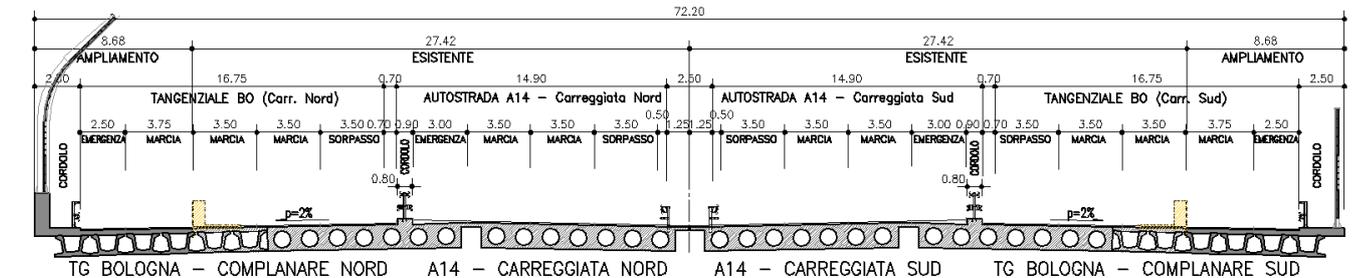
I plinti di fondazione delle pile risultano di dimensioni 7,84 x 7,50 m ancorati su 9 pali ϕ 1000 mm. L'allargamento delle spalle è realizzato in c.a. mantenendo lo spessore della sagoma massima dell'elevazione della spalla esistente pari a 2,02 m.

Le quattro nuove platea di fondazione, di dimensioni 7,00 x 6,10 m, sono ciascuna ancorata su 8 pali in c.a. ϕ 1000.

Vengono inoltre realizzati i nuovi muri di risvolto paralleli all'asse della tangenziale. Solo per la spalla lato Ancona, sul fronte destro, si prevede la realizzazione di un muro volta testa inclinato planimetricamente a circa 45°.

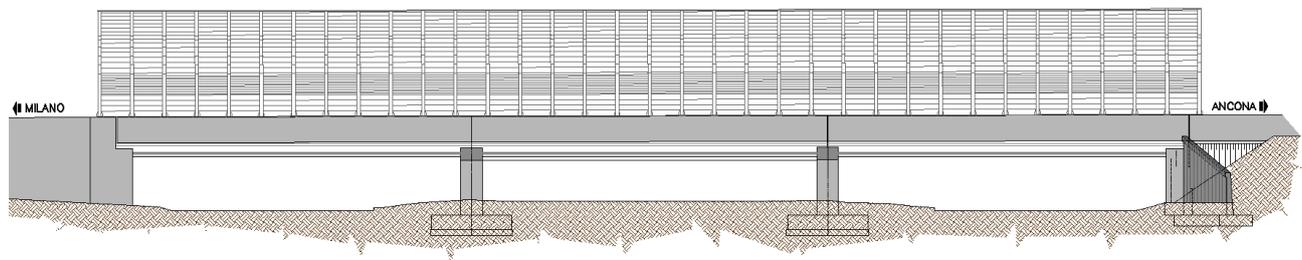
SEZIONE TIPO IN CAMPATA

Scala 1:200



PROSPETTO LATO SUD

Scala 1:200



Saranno realizzati ritegni longitudinali e trasversali per garantire nei confronti nel fuori sede dell'impalcato in fase sismica.

Ponte sul fiume Savena

Struttura esistente

L'opera scavalca il ponte sul fiume Savena alla progr. 21 + 352,87 ed è costituita da 1 campata di 32,00 m per una lunghezza complessiva di 33,50 m in retto.

L'impalcato è costituito da 8 travi prefabbricate in c.a.p. e da una soletta in c.a. di 20 cm di spessore.

Le spalle, unite a sostegno di tutte e quattro le carreggiate, sono in c.a. con paramento a gradoni verticali poggiante su un plinto largo 3,50 m ancorato su 76 pali ϕ 800 mm.

Ampliamento

L'ampliamento è simmetrico e pari a 6,73 m.

Sul lato esterno si prevede un cordolo di spessore 80 cm, mentre sul lato opposto si prevede un cordolo di 70 cm e quindi una soletta esterna di 50 cm a chiusura del varco tra i due impalcati separati. Al centro, a separazione della carreggiata autostradale da quella della tangenziale, si ha un cordolo di spessore 80 cm.

Il nuovo impalcato è realizzato mediante due travi in acciaio a sezione a doppio T solidarizzate.

L'altezza delle travi è di 1,80 m e la soletta di nuova costruzione ha uno spessore di 25 cm.

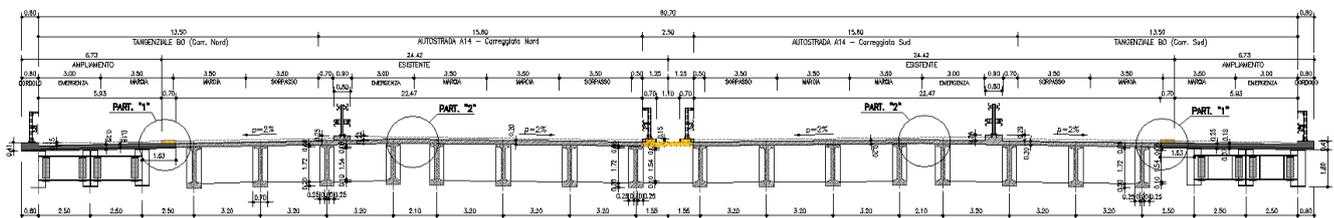
Per la soletta si prevede la posa di una predalle autoportante di spessore 7 cm e quindi il getto di completamento di spessore 18 cm.

L'allargamento delle spalle è realizzato in c.a. mantenendo lo spessore della sagoma massima dell'elevazione della spalla esistente pari a 2,00 m.

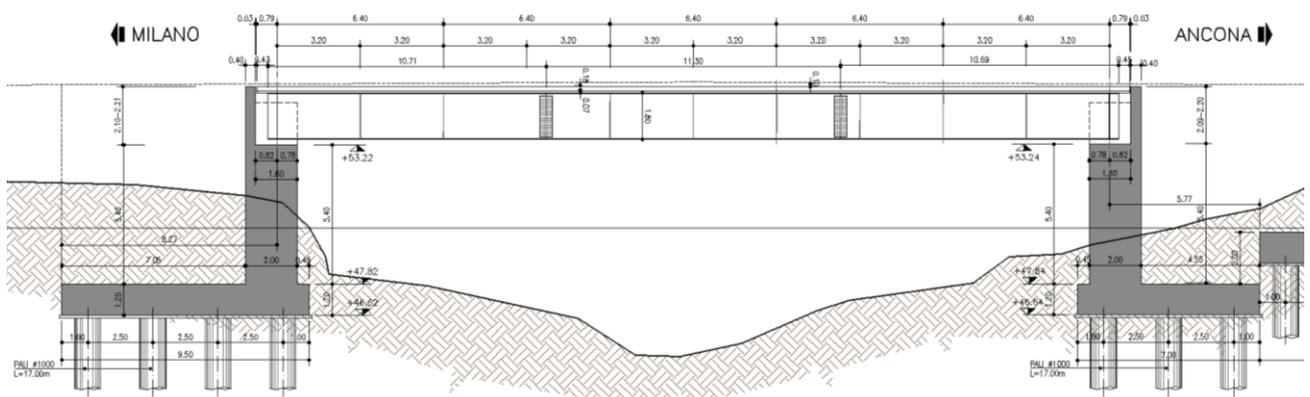
Le quattro nuove platee di fondazione, di dimensioni 7,20 x 7,00 m, sono ciascuna ancorata su 9 pali in c.a. ϕ 1000.

Vengono inoltre realizzati i nuovi muri di risvolto paralleli all'asse della tangenziale.

SEZIONE TRASVERSALE IN CAMPATA scala (1:100)



SEZIONE LONGITUDINALE AMPLIAMENTO scala (1:100)



11.9. SOTTOVIA

OPERA 61T – VIA DEL TRIUMVIRATO

La **struttura originaria** del sottovia è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a.p. ad una campata poggiante sulle spalle. Esso è composto da due carreggiate, una in direzione Taranto e l'altra in direzione Bologna, ognuna delle quali contiene sia la Tangenziale di Bologna che l'autostrada A14 Bologna-Taranto.

Ogni impalcato, in origine, è costituito da 12 travi e traversi di collegamento in c.a.p. in modo tale da avere un graticcio; le travi, poggianti su spalle mediante appoggi in neoprene, hanno interasse 2 m. Le travi esistenti, in c.a.p. hanno una lunghezza pari a 23.95 m. L'impalcato presenta una inclinazione planimetrica di circa 16°.

Nelle figure è possibile vedere la struttura esistente e il progetto dell'ampliamento.

L'impalcato originario presenta una larghezza totale di 52 m.

Le spalle, a gravità, presentano altezza allo spiccatto della fondazione pari a 5.15 m e 5.35 m, rispettivamente per la spalla a Sud e la spalla a Nord. Le fondazioni delle spalle esistenti sono dirette con plinto di fondazione avente spessore 1.2 m.

Nel 2004 il sottovia, come altri lungo il lotto, ha subito un intervento di ampliamento per la definizione della terza corsia. L'intervento ha portato all'ampliamento delle due carreggiate di 3.32 m a Sud e 1.32 m a Nord, mediante l'utilizzo di travi metalliche di altezza pari a 110 cm e collegate con l'impalcato esistente sia in soletta che alle travi esistenti in c.a.p.

L'intervento prevede l'**allargamento degli impalcati** delle due carreggiate di 14 m a Sud e 12.90 m a Nord, mediante travi in acciaio affiancate con interasse, rispettivamente, 2.1 m e 2 m. Le nuove travi metalliche saranno di altezza pari a 90 cm. La soletta, collaborante, sarà resa solidale con la trave mediante pioli Nelson.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

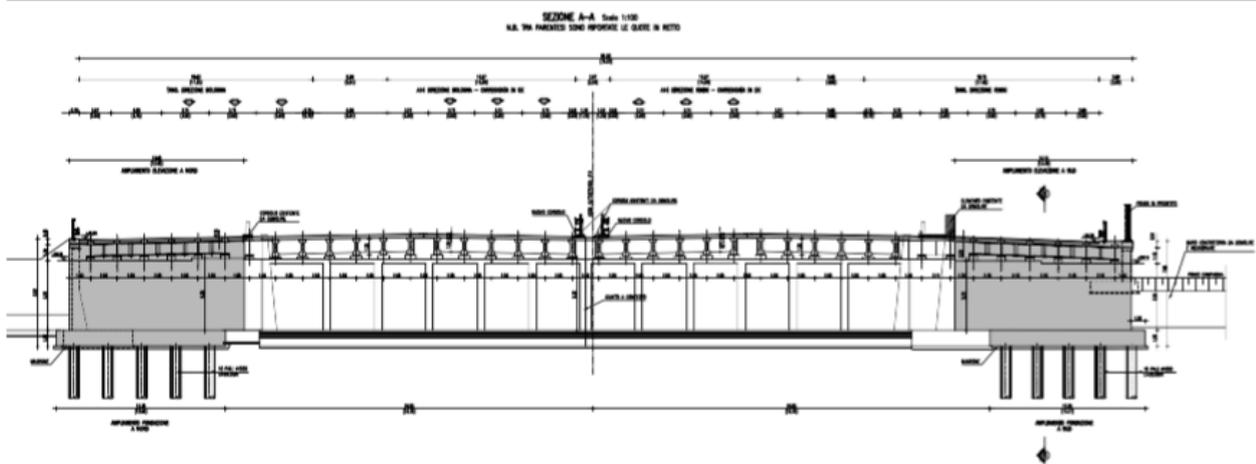


Figura – Sezione Trasversale Ampliamento.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

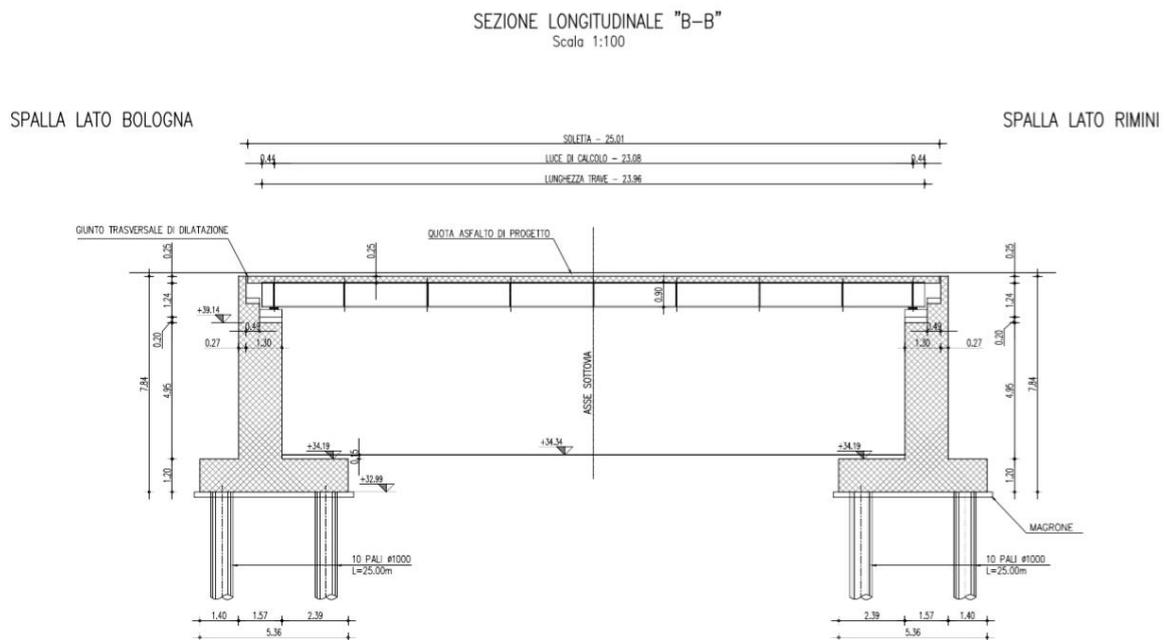


Figura - Sezione Longitudinale Ampliamento.

OPERA 66T – VIA AGUCCHI

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a.p. a due campate semplicemente appoggiato, mediante appoggi in neoprene, su una pila e due spalle.

L'impalcato esistente, per ogni senso di marcia, è costituito da due semi-impalcati realizzati con n°8+8travi in c.a.p. a “doppio T” di lunghezza 15.50 m in asse appoggi, semplicemente appoggiate fra spalla e pila e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera, di spessore minimo pari a 0.18 m, per una lunghezza del ponte pari a circa 32.50 m in asse appoggi. I 4 semi-impalcati non sono fra loro collegati. L'impalcato originario presenta, nel suo complesso, una larghezza totale pari a 48.20 m (24.10 m per senso di marcia) con interasse tra le travi portanti pari a 1.50 m (misure in retto) ed è obliquo di circa 11° rispetto alla perpendicolare all'asse spalla.

Le pile, sono a struttura a telaio con pulvino di sezione inscrivibile in un rettangolo 2.00x1.00m e fusti verticali circolari di diametro ϕ 1000mm, hanno di altezza allo spicco delle fondazioni pari a 4.10 m. Le fondazioni delle pile sono superficiali.

Le spalle sono dei muri di sostegno in cemento armato con fondazioni superficiali.

Nel **2004** è stato eseguito un **primo allargamento** del ponte esistente nell'ambito della realizzazione delle terze corsie, ampliando l'impalcato di 0.32m per parte e collegando soltanto le solette in mezzera dei due semi-impalcati, a formare un impalcato unico per ciascun senso di marcia. L'ampliamento di 0.32 m e il collegamento fra semi-impalcati sono stati realizzati mediante una soletta in continuità alla soletta dell'impalcato esistente. La connessione delle due solette è stata ottenuta per sovrapposizione delle nuove armature con le armature esistenti, messe a nudo per demolizione del calcestruzzo della soletta esistente nelle zone terminali.

L'intervento prevede l'**allargamento ulteriore dell'impalcato** di 6.75 m sul lato Nord e 8.28 m sul lato Sud (misure in retto) per la realizzazione di una terza corsia di marcia più una corsia di emergenza per parte; sul lato Sud viene realizzato anche un marciapiede di larghezza 2.50 m, sul bordo del quale viene installata una barriera fonoassorbente di altezza 6.50 m. La larghezza totale dell'impalcato diventa pari a 63.60 m in retto.

L'ampliamento sarà realizzato mediante travi a struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegate da traversi in acciaio, semplicemente appoggiate a spalle e pile mediante appoggi in neoprene armato. Le travi principali sono profili in acciaio saldati a “doppio T” di altezza totale 650 mm, ali 600 x 40 mm, anima 570 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo “Nelson” di

diametro 19 mm, altezza 200 mm e vario numero e passo, a seconda della zona della trave. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 25 cm. I traversi sono profili in acciaio saldati a “doppio T” di sezione diversa fra quelli intermedi e di testata: i traversi intermedi hanno altezza totale 650 mm, ali 300 x 20 mm, anima 610 x 16 mm, quelli di testata altezza totale 650 mm, ali 300 x 30 mm, anima 590 x 20 mm. I traversi non sono solidarizzati con la soletta in c.a. (non sono piolati).

Il collegamento dell’impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato in due modi:

- collegando i traversi di testata mediante una flangia saldata al traverso in acciaio e opportunamente inghisata al traverso esistente;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita.

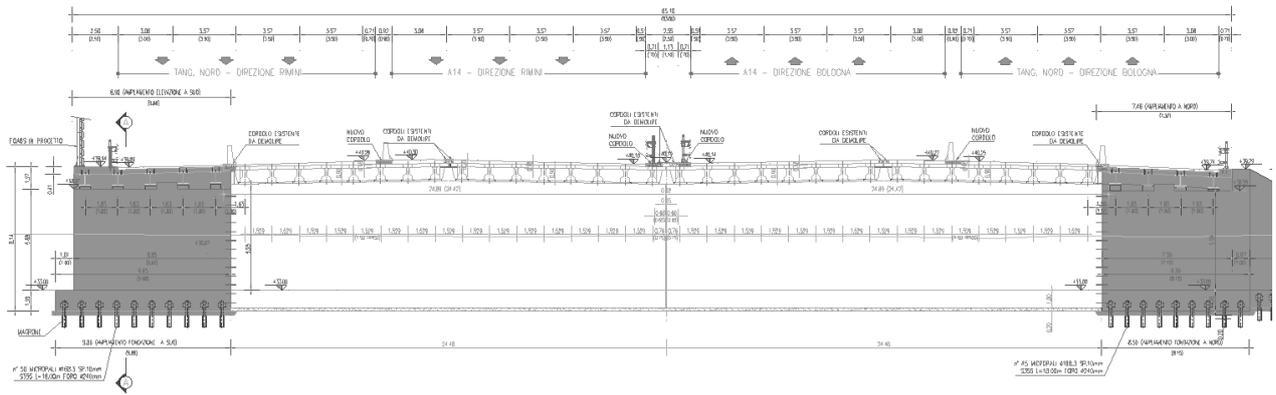
Per la pila, la spalla e le fondazioni si prevede un’estensione delle scelte architettoniche della struttura originaria.

La pila è costituita da un pulvino superiore di sezione iscrivibile in un rettangolo 2,00x1,00m sostenuto da una serie di fusti circolari che per la parte esistente hanno in origine diametro $\phi 1000$ che sarà incrementato a $\phi 1200$ mediante una cerchiatura in cemento armato e per la parte nuova sarà direttamente $\phi 1200$, per garantire un comportamento omogeneo della struttura. La fondazione della parte esistente è di tipo superficiale, mentre per la parte in allargamento e sarà adeguata ai nuovi livelli di sollecitazione, mentre, allo scopo di scongiurare cedimenti differenziali, la parte relativa all’allargamento sarà fondata su micropali.

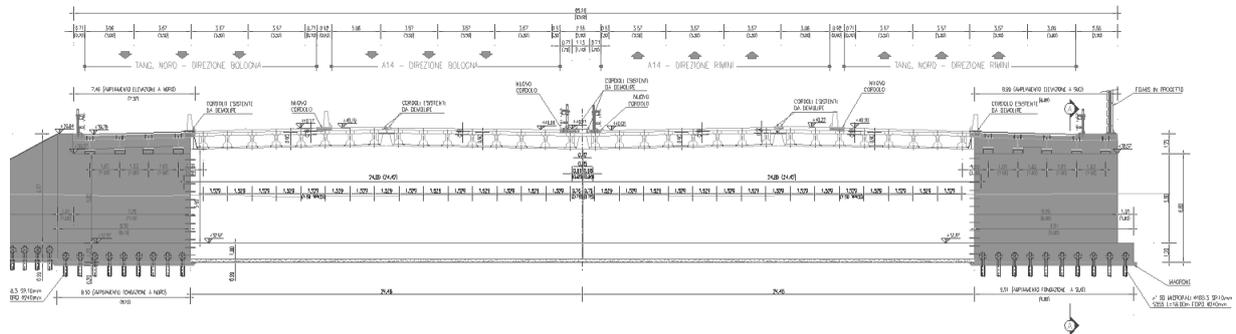
La spalla dell’ampliamento è costituita da un fusto di spessore 1,20 m, con un paraghiaia da 30 cm, la fondazione ha altezza 1.20 m. La fondazione della parte esistente è di tipo superficiale, mentre per la parte in allargamento sarà adeguata ai nuovi livelli di sollecitazione e anche per scongiurare cedimenti differenziali sarà fondata su micropali. L’armatura dei micropali è di diametro 168.3, spessore 12.5 mm, lunghezza 18 m e foro 240 mm, per un totale di 45 elementi sulle fondazioni delle spalle dell’ampliamento nord e 50 sulle spalle dell’ampliamento sud.

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

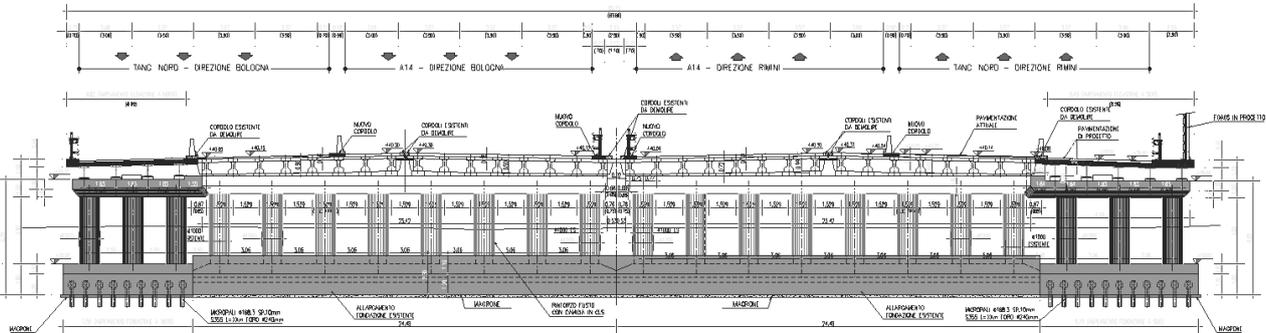
Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione delle spalle e delle pile nella nuova configurazione allargata.



Spalla Bologna con ampliamenti



Spalla Rimini con ampliamenti



Pila vista totale

OPERA 69T – VIA ZANARDI

La **struttura originaria** del ponte è costituita da un doppio impalcato a travi in c.a.p. a campata unica, avente luce di calcolo $L=15.50\text{m}$ in asse travi.

L'impalcato esistente, per ogni senso di marcia, è costituito da un impalcato realizzato rispettivamente con n° 16 travi in c.a.p. con sezione a T di altezza 90 cm, semplicemente appoggiate fra spalle e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera, di spessore minimo pari a 0.20 m, per una lunghezza del ponte pari a 16.4m. I 2 impalcati non sono fra loro collegati. Gli impalcati originari presentano, nel complesso, una larghezza totale pari a circa 48 m con interasse minimo tra le travi portanti pari a 1.5 m.

Le spalle sono in cemento armato con fondazioni su pali di diametro pari a 50 cm.

L'opera, per quanto concerne sia la carreggiata nord che la carreggiata sud, è già stata oggetto nel 2004 di adeguamento per l'ampliamento di 2.70m circa attraverso l'inserimento di una struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegata all'impalcato esistente con traversi in acciaio e la soletta in c.a. gettata in opera. Tale allargamento ha interessato anche le sottostrutture di sostegno dell'impalcato. La trave principale è in profili in acciaio saldati a "doppio T" di altezza totale 650 mm, ali 600 x 40 mm, anima 570 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 30 e 22 mm, altezza 250 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 40 cm.

L'adeguamento sismico delle strutture alle cogenti normative ha richiesto l'inserimento di elementi in acciaio con funzione di ritegni sismici, sia longitudinali che trasversali. I ritegni longitudinali sono stati fissati con ancoranti chimici al lembo inferiore delle travi e posizionati in aderenza al paramento di valle delle spalle per mezzo di cuscini in neoprene. I ritegni trasversali invece sono stati fissati alla testa dei paramenti di spalla per mezzo di ancoranti chimici e disposti in aderenza ai lati delle travi con l'interposizione di cuscini in neoprene.

Il dimensionamento degli impalcati per le sollecitazioni derivanti dall'applicazione delle normative vigenti ha richiesto il rinforzo delle travi esistenti e dei traversi di collegamento di campata esistenti, per mezzo di fibre in carbonio fatte aderire al lembo inferiore delle strutture con resine epossidiche. Le spalle in allargamento sono in cemento armato con fondazioni su pali di diametro 100 cm.

Infine sono stati inseriti nelle spalle dall'allargamento dei tiranti passivi costituiti da micropali sub orizzontali allo scopo di assorbire l'azione sismica senza gravare sulle strutture esistenti.

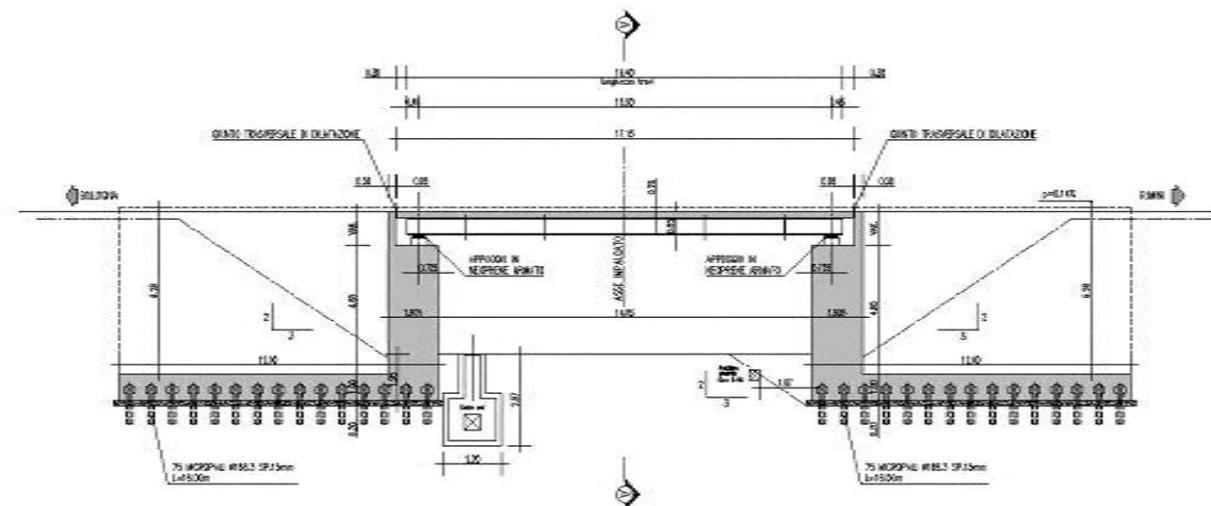
Il nuovo intervento di adeguamento previsto ricalca lo schema esecutivo previsto nel precedente allargamento e prevede i seguenti interventi fondamentali:

- Ampliamento delle carreggiata nord e sud pari a 6.45m con conseguente allargamento degli impalcati;
- Allargamento delle spalle e delle relative fondazioni;
- Verifica dei tiranti delle spalle esistenti ed eventuale inserimento di tiranti aggiuntivi in funzione della spinta sismica prevista dall'attuale normativa.

L'ampliamento verrà realizzato con il posizionamento di 3 travi metalliche di profilo saldato a doppio T di altezza totale 650 mm, ali 600 x 40 mm, anima 570 x 16 mm, solidarizzata alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 22 e 30 mm, altezza 200 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave; la soletta collaborante di spessore 25 cm verrà gettata su predalles aventi spessore 5 cm.

Il collegamento dell'impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato:

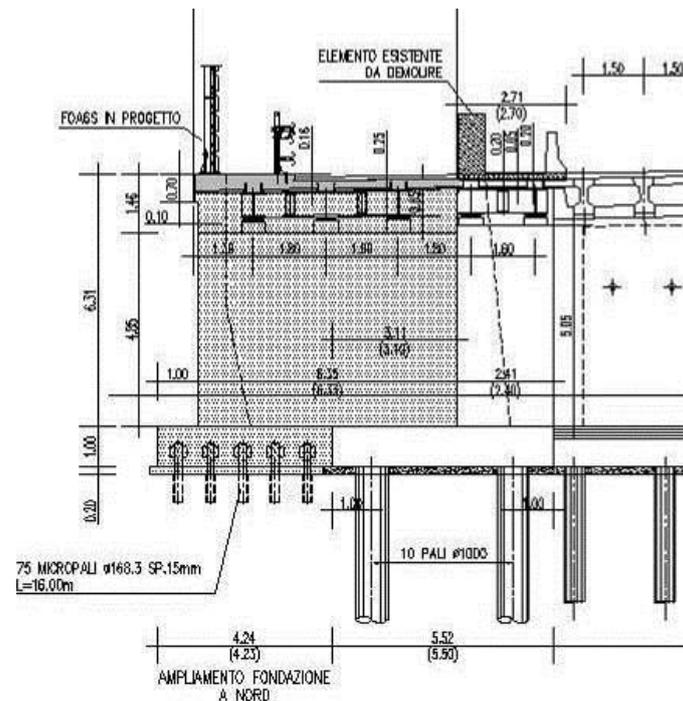
- collegando le travi mediante un traverso in acciaio in corrispondenza delle testate e della campata;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita.



Sezione longitudinale ponte

A causa della presenza dei pioli di collegamento trave-soletta del precedente allargamento, non sarà possibile demolire se non una piccola parte della soletta esistente al lembo esterno; per questo

motivo la connessione della soletta esistente con quella di ampliamento non potrà realizzare una continuità strutturale ma consentirà di ottenere un giunto in grado di assorbire le sollecitazioni di taglio, con comportamento assimilabile in prima approssimazione ad una cerniera. Tale connessione sarà ottenuta per mezzo della sovrapposizione di spezzoni delle armature esistenti e delle nuove armature attorno ad un piccolo nucleo in calcestruzzo.



Sezione ampliamento su spalle

Per la porzione di impalcato in ampliamento si prevedono collegamenti trasversali delle due travi con traversi in acciaio in testata e in campata.

Le sottostrutture del ponte in allargamento presentano il paramento del fusto ed il paraghiaia di spessore rispettivamente 1.90m e 0.30m mentre i muri di risvolto hanno spessore variabile. Sono previsti dispositivi di appoggio in neoprene armato con le stesse caratteristiche di quelli esistenti, anche allo scopo di garantire un comportamento ed una risposta omogenea della struttura alla sollecitazioni esterne, oltre a ritegni sismici per il sisma longitudinale e trasversale disposti in aderenza ai lati della trave con l'interposizione di cuscini in neoprene.

OPERA 83T – VIA ERBOSA

La **struttura originaria** del ponte è costituita da un doppio impalcato a travi in c.a.p. a campata unica, avente luce di calcolo $L=10.60\text{m}$ in asse travi.

L'impalcato esistente, per ogni senso di marcia, è costituito da un impalcato realizzato rispettivamente con n° 8 travi in c.a.p. con sezione a T di altezza 80 cm, semplicemente appoggiate fra spalle e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettata in opera, di spessore minimo pari a 0.20 m, per una lunghezza del ponte pari a 11.4m. I 2 impalcati non sono fra loro collegati. Gli impalcati originari presentano, nel complesso, una larghezza totale pari a circa 23 m con interasse minimo tra le travi portanti pari a 3.00 m.

Le spalle sono in cemento armato con fondazioni dirette.

L'opera, per quanto concerne la carreggiata nord, è già stata oggetto nel 2004 di adeguamento per l'ampliamento di 2.40m circa attraverso l'inserimento di una struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegata all'impalcato esistente con traversi in acciaio e la soletta in c.a. gettata in opera. Tale allargamento ha interessato anche le sottostrutture di sostegno dell'impalcato.

La trave principale è in profili in acciaio saldati a "doppio T" di altezza totale 700 mm, ali 600 x 40 mm, anima 620 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 30 e 22 mm, altezza 250 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 40 cm.

L'adeguamento sismico delle strutture alle cogenti normative ha richiesto l'inserimento di elementi in acciaio con funzione di ritegni sismici, sia longitudinali che trasversali. I ritegni longitudinali sono stati fissati con ancoranti chimici al lembo inferiore delle travi e posizionati in aderenza al paramento di valle delle spalle per mezzo di cuscini in neoprene. I ritegni trasversali invece sono stati fissati alla testa dei paramenti di spalla per mezzo di ancoranti chimici e disposti in aderenza ai lati delle travi con l'interposizione di cuscini in neoprene.

Il dimensionamento degli impalcati per le sollecitazioni derivanti dall'applicazione delle normative vigenti ha richiesto il rinforzo delle travi esistenti e dei traversi di collegamento di campata esistenti, per mezzo di fibre in carbonio fatte aderire al lembo inferiore delle strutture con resine epossidiche.

Le spalle in allargamento sono in cemento armato con fondazioni dirette.

Infine sono stati inseriti nella spalla in corrispondenza della sola carreggiata nord interessata dall'allargamento, dei tiranti passivi costituiti da micropali sub orizzontali allo scopo di assorbire l'azione sismica senza gravare sulle strutture esistenti.

Il nuovo intervento di adeguamento previsto ricalca lo schema esecutivo previsto nel precedente allargamento e prevede i seguenti interventi fondamentali:

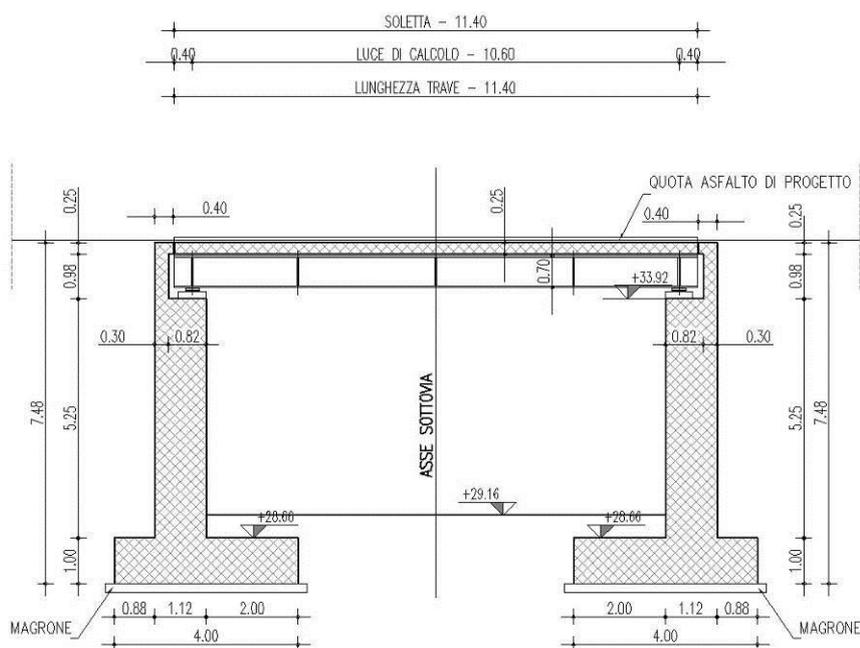
- Ampliamento della carreggiata nord pari a 6.28m e della carreggiata sud pari a 8.28m con conseguente allargamento degli impalcati;
- Allargamento delle spalle e delle relative fondazioni;
- Verifica dei tiranti delle spalle esistenti ed eventuale inserimento di tiranti aggiuntivi in funzione della spinta sismica prevista dall'attuale normativa.

L'ampliamento verrà realizzato con il posizionamento di 3 travi metalliche sulla carreggiata nord e di 4 travi metalliche sulla carreggiata sud di profilo saldato a doppio T di altezza totale 700 mm, ali 600 x 40 mm, anima 620 x 16 mm, solidarizzata alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 22 e 30 mm, altezza 200 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave; la soletta collaborante di spessore 25 cm verrà gettata su predalles aventi spessore 5 cm.

Il collegamento dell'impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato:

- collegando le travi mediante un traverso in acciaio in corrispondenza delle testate e della campata;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita.
-

A causa della presenza dei pioli di collegamento trave-soletta del precedente allargamento, non sarà possibile demolire se non una piccola parte della soletta esistente al lembo esterno; per questo motivo la connessione della soletta esistente con quella di ampliamento non potrà realizzare una continuità strutturale ma consentirà di ottenere un giunto in grado di assorbire le sollecitazioni di taglio, con comportamento assimilabile in prima approssimazione ad una cerniera. Tale connessione sarà ottenuta per mezzo della sovrapposizione di spezzoni delle armature esistenti e delle nuove armature attorno ad un piccolo nucleo in calcestruzzo.



Sezione longitudinale ponte

Per la porzione di impalcato in ampliamento si prevedono collegamenti trasversali delle due travi con traversi in acciaio in testata e in campata.

Le sottostrutture del ponte in allargamento presentano il paramento del fusto ed il paraghiaia di spessore rispettivamente 1.12m e 0.40m mentre i muri di risvolto hanno spessore variabile.

Sono previsti dispositivi di appoggio in neoprene armato con le stesse caratteristiche di quelli esistenti, anche allo scopo di garantire un comportamento ed una risposta omogenea della struttura alla sollecitazioni esterne, oltre a ritegni sismici per il sisma longitudinale e trasversale disposti in aderenza ai lati della trave con l'interposizione di cuscini in neoprene.

OPERA 84T – VIA DELL'ARCOVEGGIO

La **struttura originaria** del ponte è costituita da un doppio impalcato a travi in c.a.p. a campata unica, avente luce di calcolo $L=16.7\text{m}$ in asse travi.

L'impalcato esistente, per ogni senso di marcia, è costituito da un impalcato realizzato rispettivamente con n° 8+8 travi in c.a.p. a “doppio T” di altezza 70 cm, semplicemente appoggiate fra spalle e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera, di spessore minimo pari a 0.20 m, per una lunghezza del ponte pari a circa 20.4m circa, considerando le solette di transizione presenti tra impalcato e paraghiaia delle spalla. I 2 impalcati non sono fra loro collegati. L'impalcato originario presenta, nel suo complesso, una larghezza totale pari a circa 48.8 m con interasse tra le travi portanti pari a 3.00 m (misure in retto) ed è obliquo di circa 10° rispetto alla perpendicolare all'asse spalla.

Le spalle sono in cemento armato con fondazioni profonde costituite da pali di piccolo diametro. L'opera è già stata nel 2004 oggetto di adeguamento per l'ampliamento di 3.30m circa della carreggiata nord (A14 direzione Milano – carreggiata in sinistra) attraverso l'inserimento di una struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegata all'impalcato esistente con traversi in acciaio e la soletta in c.a. gettata in opera. Tale allargamento ha interessato anche le sottostrutture di sostegno dell'impalcato.

La trave principale è in profili in acciaio saldati a “doppio T” di altezza totale 650 mm, ali 600 x 40 mm, anima 570 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo “Nelson” di diametro 30 e 22 mm, altezza 250 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 25 cm.

L'adeguamento sismico delle strutture esistenti alle cogenti normative ha richiesto l'inserimento di elementi in acciaio con funzione di ritegni sismici, sia longitudinali che trasversali. I ritegni longitudinali sono stati fissati con ancoranti chimici al lembo inferiore delle travi e posizionati in aderenza al paramento di valle delle spalle per mezzo di cuscini in neoprene. I ritegni trasversali invece sono stati fissati alla testa dei paramenti di spalla per mezzo di ancoranti chimici e disposti in aderenza ai lati delle travi con l'interposizione di cuscini in neoprene.

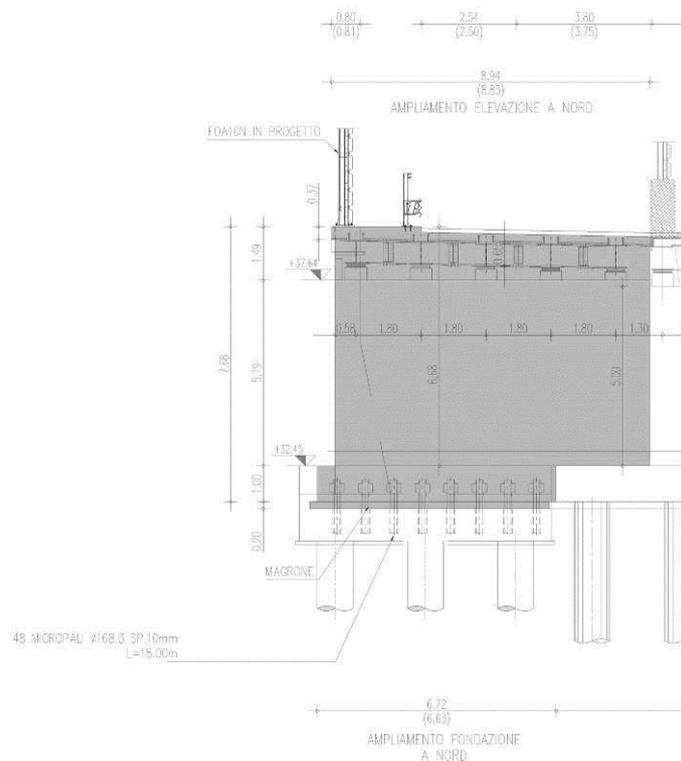
Il dimensionamento degli impalcati per le sollecitazioni derivanti dall'applicazione delle normative vigenti ha richiesto il rinforzo delle travi esistenti e dei traversi di collegamento di campata esistenti, per mezzo di fibre in carbonio fatte aderire al lembo inferiore delle strutture con resine epossidiche.

Le spalle in allargamento sono in cemento armato con fondazioni profonde costituite da pali di grande diametro.

Infine sono stati inseriti nella spalla in corrispondenza della sola carreggiata sud interessata dall'allargamento, dei tiranti passivi costituiti da micropali sub orizzontali allo scopo di assorbire l'azione sismica senza gravare sulle strutture esistenti.

Il nuovo intervento di adeguamento previsto ricalca lo schema esecutivo previsto nel precedente allargamento e prevede i seguenti interventi fondamentali:

- Ampliamento delle carreggiate A14 direzione Rimini e Milano rispettivamente pari a 8.69 m e 8.94 m circa, con conseguente allargamento dell'impalcato;
- Allargamento delle spalle e delle relative fondazioni;
- Verifica dei tiranti delle spalle esistenti ed eventuale inserimento di tiranti aggiuntivi in funzione della spinta sismica prevista dall'attuale normativa per la carreggiata direzione Milano ed inserimento di nuovi tiranti per la carreggiata direzione Rimini.

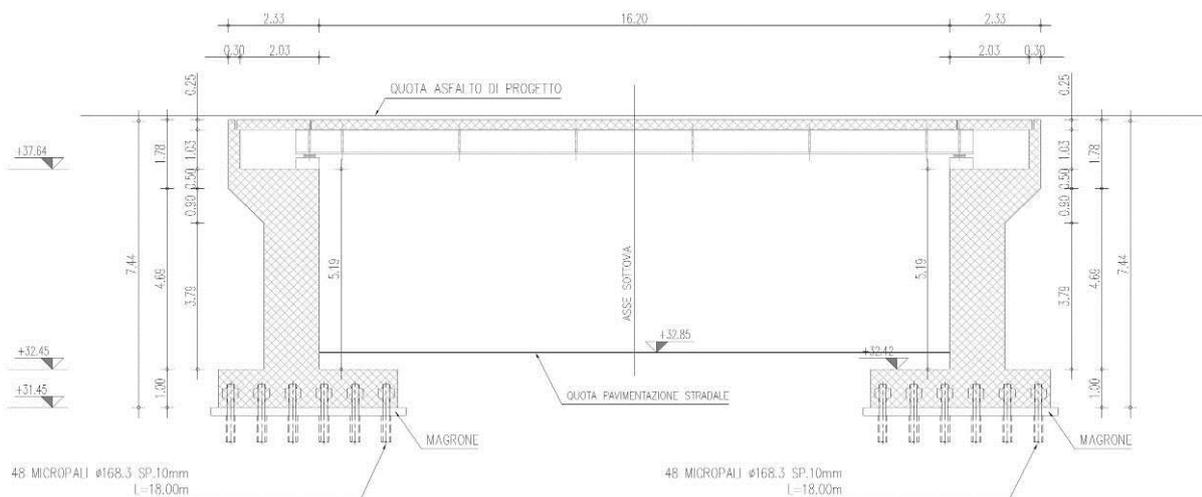


Sezione ampliamento su spalle

L'ampliamento verrà realizzato con il posizionamento di 5 travi metalliche per carreggiata di profilo saldato a doppio T di altezza totale 650 mm, ali 600 x 40 mm, anima 570 x 16 mm, solidarizzata alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 22 e 30 mm, altezza 200 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave; la soletta collaborante di spessore 25 cm verrà gettata su predalles aventi spessore 5 cm.

Il collegamento dell'impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato:

- collegando i traversi di testata mediante un traverso in acciaio in corrispondenza delle testate e della campata per l'allargamento della carreggiata direzione Rimini;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita, per entrambe le carreggiate.



Sezione longitudinale ponte

A causa della presenza dei pioli di collegamento trave-soletta del precedente allargamento, non sarà possibile demolire se non una piccola parte della soletta esistente al lembo esterno; per questo motivo la connessione della soletta esistente con quella di ampliamento non potrà realizzare una continuità strutturale ma consentirà di ottenere un giunto in grado di assorbire le sollecitazioni di taglio, con comportamento assimilabile in prima approssimazione ad una cerniera. Tale connessione sarà ottenuta per mezzo della sovrapposizione di spezzoni delle armature esistenti e delle nuove armature attorno ad un piccolo nucleo in calcestruzzo.

Al fine di incrementare la rigidità torsionale alla Bredt della porzione di impalcato in ampliamento si prevedono collegamenti trasversali delle travi con traversi in acciaio.

Le sottostrutture del ponte in allargamento presentano il paramento del fusto ed il paraghiaia di spessore rispettivamente 1.40m e 0.30m mentre i muri di risvolto hanno spessore variabile.

Sono previsti dispositivi di appoggio in neoprene armato con le stesse caratteristiche di quelli esistenti, anche allo scopo di garantire un comportamento ed una risposta omogenea della struttura alle sollecitazioni esterne, oltre a ritegni sismici per il sisma longitudinale e trasversale disposti in aderenza ai lati della trave con l'interposizione di cuscini in neoprene.

OPERA 86T – VIA DI CORTICELLA

La **struttura originaria** del sottovia è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiante sulle spalle. Esso è composto da due carreggiate, una in direzione Taranto e l'altra in direzione Bologna, ognuna delle quali contiene sia la Tangenziale di Bologna che l'autostrada A14 Bologna-Taranto.

Ogni impalcato, in origine, è costituito da 8 travi e traversi di collegamento in c.a.p. in modo tale da avere un graticcio; le travi, poggianti su spalle mediante appoggi in neoprene, hanno interasse 3 m. Le travi esistenti, in c.a.p. hanno una lunghezza pari a 22.4 m.

Nelle figure è possibile vedere la struttura esistente e il progetto dell'ampliamento.

L'impalcato originario presenta una larghezza totale di 24.2 m.

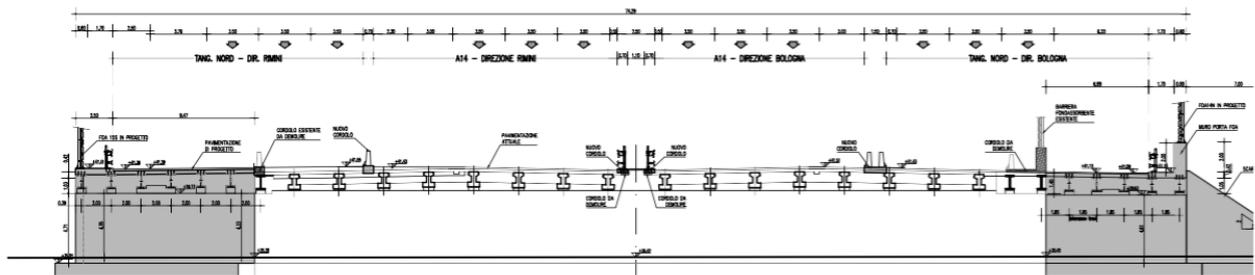
Le spalle, a gravità, presentano altezza allo spicco della fondazione pari a 4.61 m e 4.61 m, rispettivamente per la spalla a Sud e la spalla a Nord. Le fondazioni delle spalle esistenti sono dirette con plinto di fondazione avente spessore 1 m.

Nel 2004 il sottovia, come altri lungo il lotto, ha subito un intervento di ampliamento per la definizione della terza corsia. L'intervento ha portato all'ampliamento delle due carreggiate di 3.32 m a Nord e 1.32 m a Sud, mediante l'utilizzo di travi metalliche di altezza pari a 90 cm e collegate con l'impalcato esistente sia in soletta che alle travi esistenti in c.a.p.

L'intervento oggetto della presente relazione prevede l'**allargamento degli impalcati** delle due carreggiate di 11 m a Sud e 9.6 m a Nord, mediante travi in acciaio affiancate con interasse,

rispettivamente, 2 m e 1.85 m. Le nuove travi metalliche saranno di altezza pari a 90 cm. La soletta, collaborante, sarà resa solidale con la trave mediante pioli Nelson.

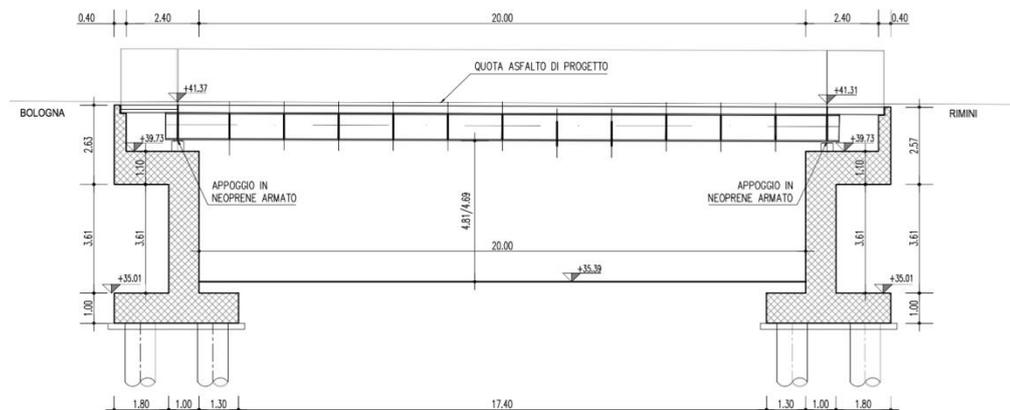
Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.



Sezione Trasversale Ampliamento.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.



Sezione Longitudinale Ampliamento

OPERA 89T – RAMPA INTERCONNESSIONE

La **struttura originaria** del sottovia è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiate sulle spalle. Esso fa parte della rampa di scavalco dell'interconnessione tra A13 – A14 in direzione Milano, e quindi avente una sola carreggiata.

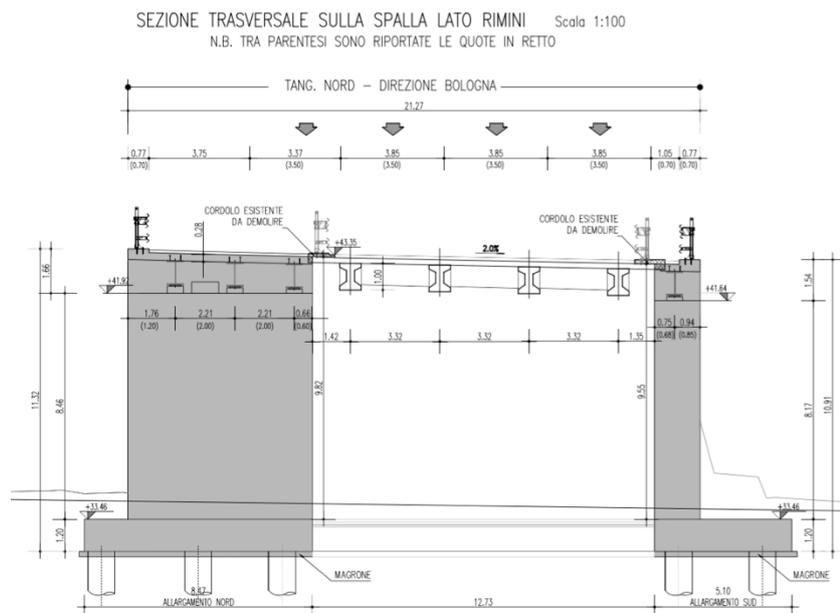
L'impalcato originario, a graticcio, è costituito da 4 travi poste ad interasse 3.32 m, collegate trasversalmente da traversi in c.a; le travi poggiano su spalle mediante appoggi in neoprene. Le travi esistenti, in c.a.p. hanno una lunghezza pari a 21 m.

Nelle figure è possibile vedere la struttura esistente e il progetto dell'ampliamento.

L'impalcato originario presenta una larghezza totale di 12.44.

Le spalle, a gravità, presentano altezza allo spiccato della fondazione pari a 8.46 m e 7.12 m, rispettivamente per la spalla Lato Taranto e lato Bologna. Le fondazioni delle spalle esistenti sono dirette con plinto di fondazione avente spessore 1.2 m.

L'intervento oggetto della presente relazione prevede l'**allargamento dell'impalcato** di 1.25 m a sud, mediante una trave, e di 5.4 m a nord, mediante 3 travi in acciaio affiancate.



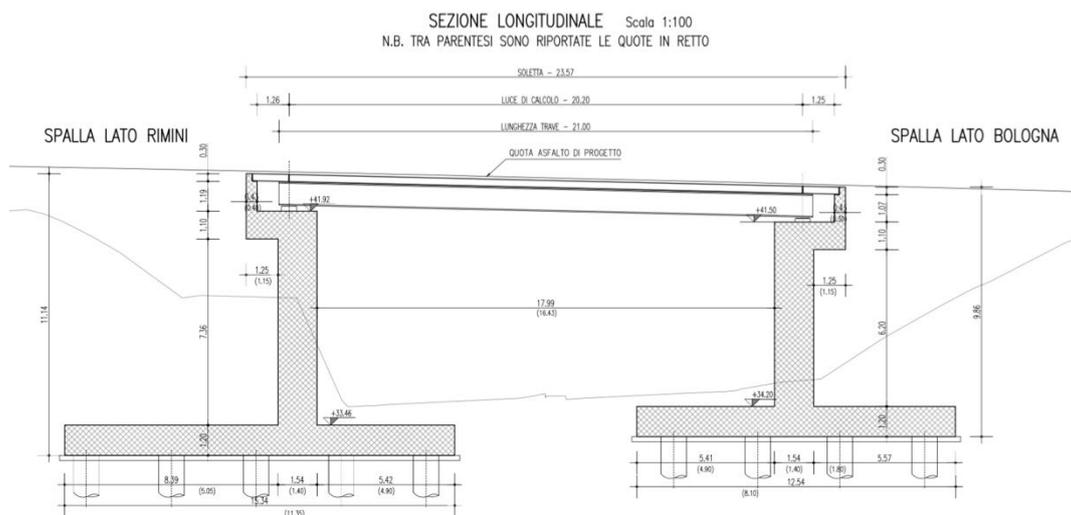
Sezione Trasversale Ampliamento.

L'ampliamento sarà eseguito con trave in acciaio e soletta collaborante, collegate mediante pioli Nelson.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.



Sezione Longitudinale Ampliamento

OPERA 90T – RAMPA INTERCONNESSIONE

La **struttura originaria** del ponte è costituita da un doppio impalcato a travi in c.a.p. a campata unica, avente luce di calcolo $L=21.81\text{m}$ in asse travi.

L'impalcato esistente, per ogni senso di marcia, è costituito da un impalcato realizzato rispettivamente con n° 4+7 travi in c..a.p. a “doppio T” di altezza 100 cm, semplicemente appoggiate fra spalle e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera, di spessore minimo pari a 0.20 m, per una lunghezza del ponte pari a circa 25.8m circa, considerando le solette di transizione presenti tra impalcato e paraghiaia delle spalle. I 2 impalcati non sono fra loro collegati. L'impalcato originario presenta, nel suo complesso, una larghezza totale pari a circa 35 m con interasse minimo tra le travi portanti pari a 3.00 m (misure in retto) ed è obliquo di circa 30° rispetto alla perpendicolare all'asse spalla.

Le spalle sono in cemento armato con fondazioni profonde costituite da pali di piccolo diametro. L'opera è già stata nel 2004 oggetto di adeguamento per l'ampliamento di 1.30m circa della carreggiata sud (A14 direzione Rimini – carreggiata in destra) attraverso l'inserimento di una struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegata all'impalcato esistente con traversi in acciaio e la soletta in c.a. gettata in opera. Tale allargamento ha interessato anche le sottostrutture di sostegno dell'impalcato.

La trave principale è in profili in acciaio saldati a “doppio T” di altezza totale 850 mm, ali 600 x 40 mm, anima 770 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo “Nelson” di diametro 30 e 22 mm, altezza 200 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 25 cm.

L'adeguamento sismico delle strutture alle cogenti normative ha richiesto l'inserimento di elementi in acciaio con funzione di ritegni sismici, sia longitudinali che trasversali. I ritegni longitudinali sono stati fissati con ancoranti chimici al lembo inferiore delle travi e posizionati in aderenza al paramento di valle delle spalle per mezzo di cuscini in neoprene. I ritegni trasversali invece sono stati fissati alla testa dei paramenti di spalla per mezzo di ancoranti chimici e disposti in aderenza ai lati delle travi con l'interposizione di cuscini in neoprene.

Il dimensionamento degli impalcati per le sollecitazioni derivanti dall'applicazione delle normative vigenti ha richiesto il rinforzo delle travi esistenti e dei traversi di collegamento di campata esistenti, per mezzo di fibre in carbonio fatte aderire al lembo inferiore delle strutture con resine epossidiche.

Le spalle in allargamento sono in cemento armato con fondazioni profonde costituite da pali di piccolo diametro.

Infine sono stati inseriti nella spalla in corrispondenza della sola carreggiata sud interessata dall'allargamento, dei tiranti passivi costituiti da micropali sub orizzontali allo scopo di assorbire l'azione sismica senza gravare sulle strutture esistenti.

Il nuovo intervento di adeguamento previsto ricalca lo schema esecutivo previsto nel precedente allargamento e prevede i seguenti interventi fondamentali:

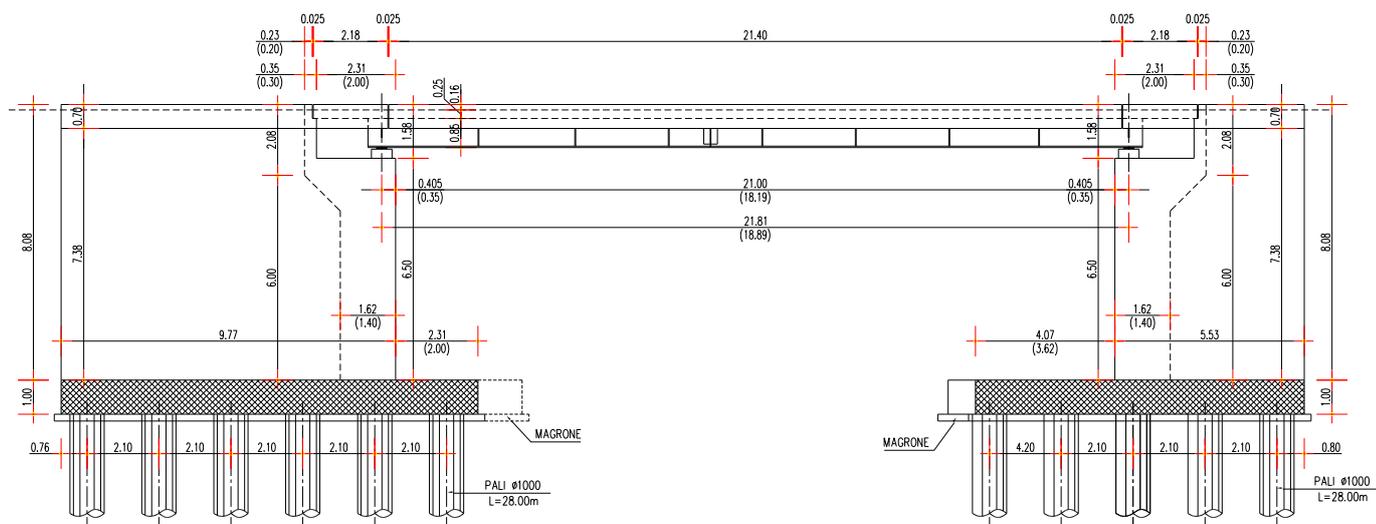
- Ampliamento della carreggiata A14 direzione Rimini pari a 2.37 m circa con conseguente allargamento dell'impalcato;
- Allargamento delle spalle e delle relative fondazioni;
- Verifica dei tiranti delle spalle esistenti ed eventuale inserimento di tiranti aggiuntivi in funzione della spinta sismica prevista dall'attuale normativa.

L'ampliamento verrà realizzato con il posizionamento di 1 trave metallica di profilo saldato a doppio T di altezza totale 850 mm, ali 600 x 40 mm, anima 770 x 16 mm, solidarizzata alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di diametro 22 e 30 mm, altezza 200 mm con numero e passo variabili a seconda della zona della trave; la soletta collaborante di spessore 25 cm verrà gettata su predalles aventi spessore 5 cm.

Il collegamento dell'impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato:

- collegando i traversi di testata mediante un traverso in acciaio in corrispondenza delle testate e della campata;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita.

A causa della presenza dei pioli di collegamento trave-soletta del precedente allargamento, non sarà possibile demolire se non una piccola parte della soletta esistente al lembo esterno; per questo motivo la connessione della soletta esistente con quella di ampliamento non potrà realizzare una continuità strutturale ma consentirà di ottenere un giunto in grado di assorbire le sollecitazioni di taglio, con comportamento assimilabile in prima approssimazione ad una cerniera. Tale connessione sarà ottenuta per mezzo della sovrapposizione di spezzoni delle armature esistenti e delle nuove armature attorno ad un piccolo nucleo in calcestruzzo.



Sezione longitudinale ponte

Al fine di incrementare la rigidità torsionale alla Bredt della porzione di impalcato in ampliamento si prevedono collegamenti trasversali delle due travi con traversi in acciaio ad interasse variabile $i=2.6-2.85m$.

Le sottostrutture del ponte in allargamento presentano il paramento del fusto ed il paraghiaia di spessore rispettivamente 1.40m e 0.30m mentre i muri di risvolto hanno spessore variabile.

Sono previsti dispositivi di appoggio in neoprene armato con le stesse caratteristiche di quelli esistenti, anche allo scopo di garantire un comportamento ed una risposta omogenea della struttura alla sollecitazioni esterne, oltre a ritegni sismici per il sisma longitudinale e trasversale disposti in aderenza ai lati della trave con l'interposizione di cuscini in neoprene.

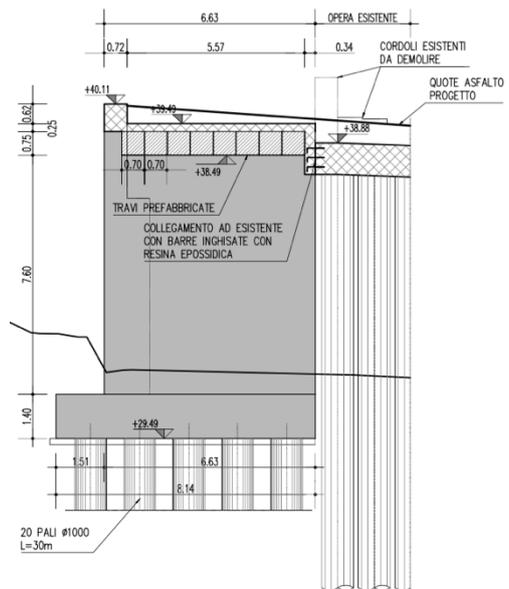
La spalla in allargamento ed i muri di risvolto sono realizzati su fondazioni costituite da pali di grande diametro (D1000mm) a causa delle caratteristiche meccaniche e dei parametri geotecnici del terreno alquanto scadenti.

OPERA 90bT – RAMPA INTERCONNESSIONE

La **struttura originaria** del sottovia è stata realizzata nel 2004 ed è costituita da un impalcato a solettone in c.a. dello spessore di 1m appoggiato su pali trivellati. I pali, di diametro pari 1 m, sono disposti ad interasse di 1.2 m con profondità di 16 m.

Il sottovia è stato eseguito prevedendo 3 fasi: fase 1) realizzazione delle palificate; fase 2) getto della soletta superiore e completamento della pavimentazione stradale soprastante; fase 3) realizzazione dello scavo sottostante la soletta. Quest'ultima permette la viabilità del traffico proveniente dall'A13 di immettersi sulla A14.

Il nuovo ampliamento, sarà eseguito creando una struttura in affiancamento alla esistente con un telaio in c.a.

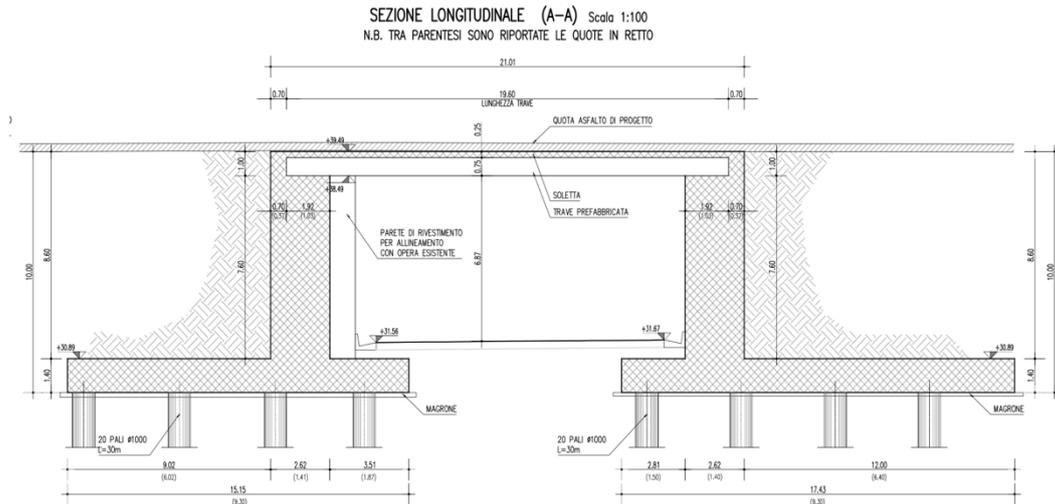


Sezione Trasversale Ampliamento

In particolare, eseguite le due spalle in c.a., le quali spiccano da fondazioni indirette con pali di grande diametro (diametro 1 m), vengono poggiate le travi in c.a., con sezione rettangolare 72 x 75 cm, e poi si completa il tutto con una soletta di completamento con spessore di 25 cm.

L'ampliamento oggetto della relazione è previsto solo nella parte sud del sottovia, e si estende per 12.6 m, le spalle e i muri d'ala hanno invece altezza pari a 7.6 m.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).



Sezione Longitudinale Ampliamento

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

OPERA 91T – RAMPA INTERCONNESSIONE

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a.p. a due campate in semplice appoggio su due spalle laterali ed una pila intermedia.

L'impalcato esistente è costituito da due semi-impalcati con luce di calcolo rispettivamente di 19.67 m e 19.61 m realizzati mediante 4+4 travi in c.a.p. ad "I" di lunghezza 20.40 m poste ad un interasse di circa 3.00m e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera di spessore pari a 0.23 m. La sezione trasversale di impalcato è composta da una carreggiata pavimentata di 10.70m di larghezza affiancata da due cordoli di larghezza pari a 0.50m sui quali vengono ubicate le barriere di sicurezza stradali.

Per adattarsi alla conformazione del tracciato stradale, che nel tratto di ubicazione del ponte presenta una curva planimetrica, i due semi impalcati presentano un'inclinazione di circa 87° rispetto all'asse appoggi della pila.

La pila è realizzata mediante un pulvino di altezza variabile da 0.98÷1.26 di dimensioni 10.55x1.60 e da due fusti verticali a sezione circolare di diametro pari a 1200mm poste ad una distanza di 7.40m di altezza allo spiccato delle fondazioni pari a 6.80 m. La fondazione è costituita da un plinto poggiante su 18 pali tipo "Franki" di diametro pari a 0.50m e lunghezza totale di 10.00m.

Le spalle sono di tipo tradizionale costituite da un paramento verticale frontale di larghezza 2.30m, muri poggiante mediante un plinto di fondazione, su 24 pali tipo "Franki" di diametro 0.50m e lunghezza totale 10.

L'intervento oggetto della presente relazione prevede un **allargamento dell'impalcato** di 4.79 m sul lato Nord e di 4.78 m sul lato Sud (misure in retto), per la realizzazione di una terza corsia di marcia e di una corsia di emergenza supplementari, per una larghezza totale dell'impalcato di 21.29 m.

L'ampliamento sarà realizzato mediante travi a struttura mista in acciaio-calcestruzzo collegate da traversi in acciaio, semplicemente appoggiate alle spalle e alla pila intermedia mediante appoggi in neoprene armato. Le travi principali sono profili in acciaio saldati a "doppio T" di altezza totale 900 mm, ali 600 x 40 mm, anima 820 x 16 mm, solidarizzati alla sovrastante soletta in c.a. mediante pioli tipo "Nelson" di altezza 200 mm. L'interasse ed il diametro dei pioli utilizzati per la connessione varia longitudinalmente lungo la trave da un massimo di 3 pioli $\Phi 30$ ogni 150mm nelle zone di appoggio ad un minimo di 2 pioli $\Phi 22$ ogni 200mm in campata. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 25 cm

ed è realizzata mediante lastre tipo “predalles” di larghezza 2.00m. I traversi sono profili in acciaio saldati a “doppio T” altezza totale 650 mm, ali 300 x 30 mm, anima 590 x 20 mm.

Il collegamento dell’impalcato nuovo con quello esistente sarà effettuato in due modi:

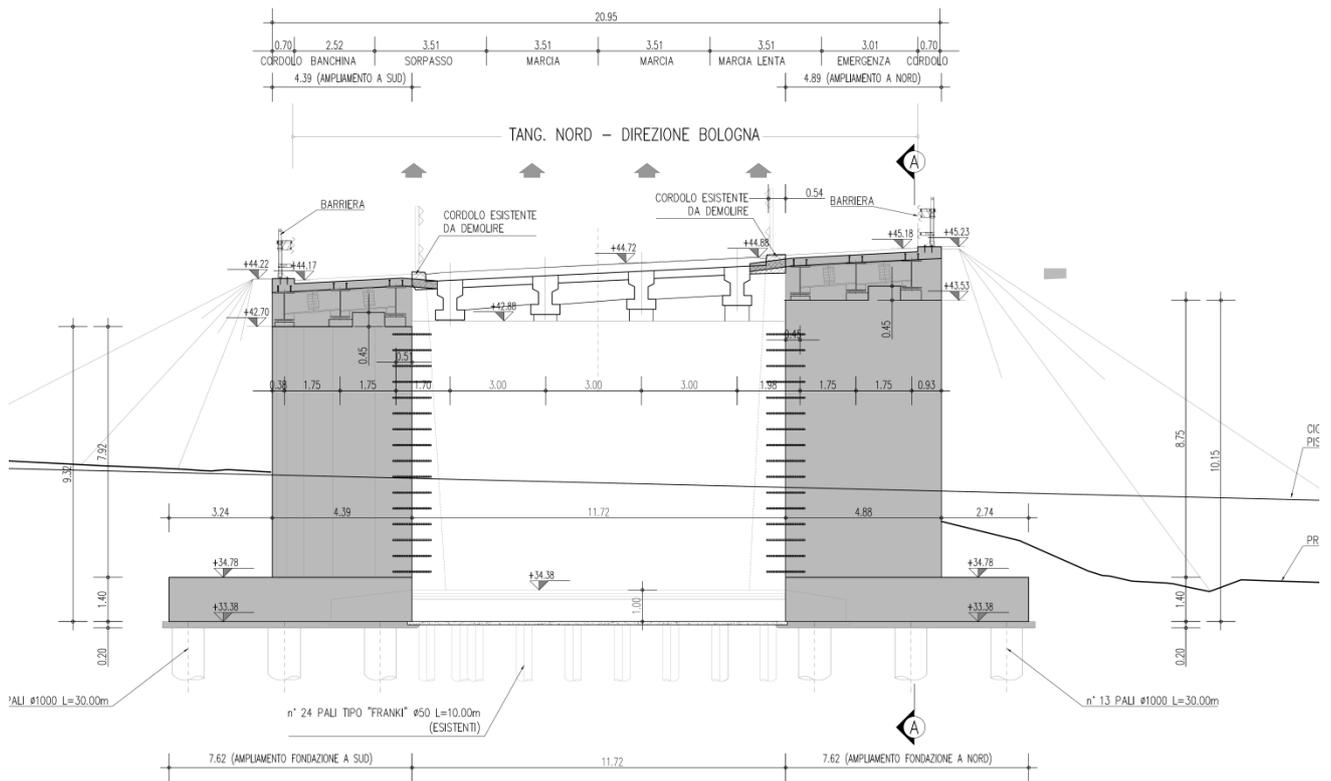
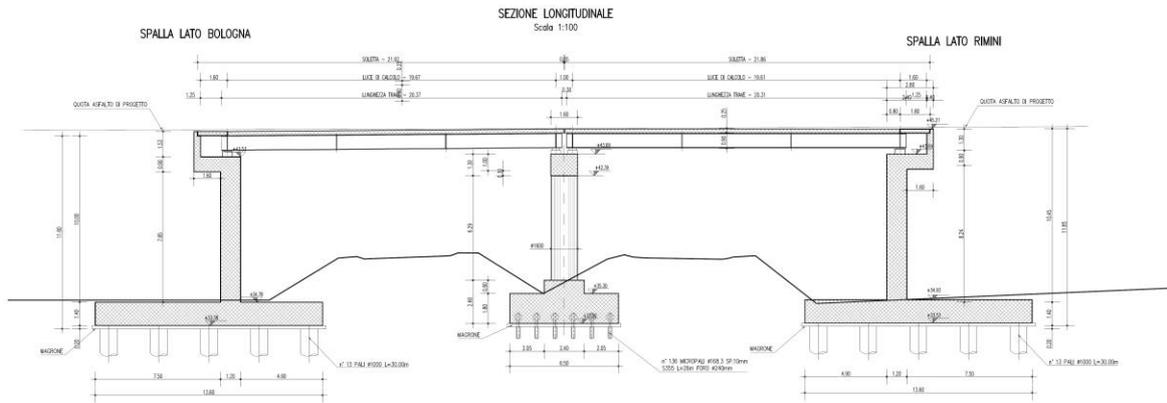
- collegando i traversi di testata mediante una flangia saldata al traverso in acciaio e opportunamente inghisata al traverso esistente;
- collegando le solette, mediante sovrapposizione di nuove barre di armatura a quelle della soletta esistente, parzialmente demolita.

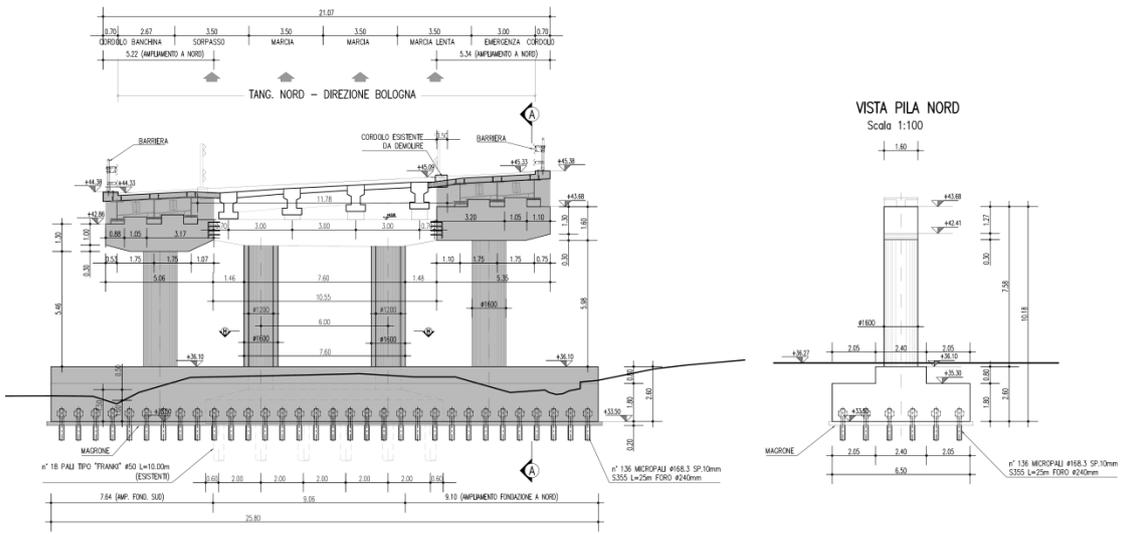
Per la pila, le spalle e le fondazioni della porzione in allargamento si è previsto di utilizzare strutture architettoniche in linea con quelle della porzione esistente.

L’allargamento della struttura della pila sarà quindi costituita, per entrambe le porzioni a nord ed a sud, da un pulvino superiore di altezza variabile e pianta rettangolare 5.06x1,60m per la porzione a sud e 5.35x1.60m per la porzione a nord, sostenuto da un fusto circolare di ϕ 1600 mm. Per garantire un comportamento omogeneo della struttura, il diametro dei fusti esistenti sarà aumentato, mediante una cerchiatura in cemento armato di 20mm, al fine di ottenere un diametro complessivo del fusto equivalente alla porzione di nuova realizzazione. Per adeguarsi ai nuovi livelli di sollecitazione, il plinto di fondazione è stato complessivamente allargato, inglobando la pianta della porzione esistente, per una dimensione totale complessiva di 25.80x6.50x2.60 (altezza) m. Il plinto poggia su un totale di 136 microplai Φ 240mm di lunghezza 25m, armati con tubolari in acciaio S355 di diametro 168.3 mm e spessore 10 mm

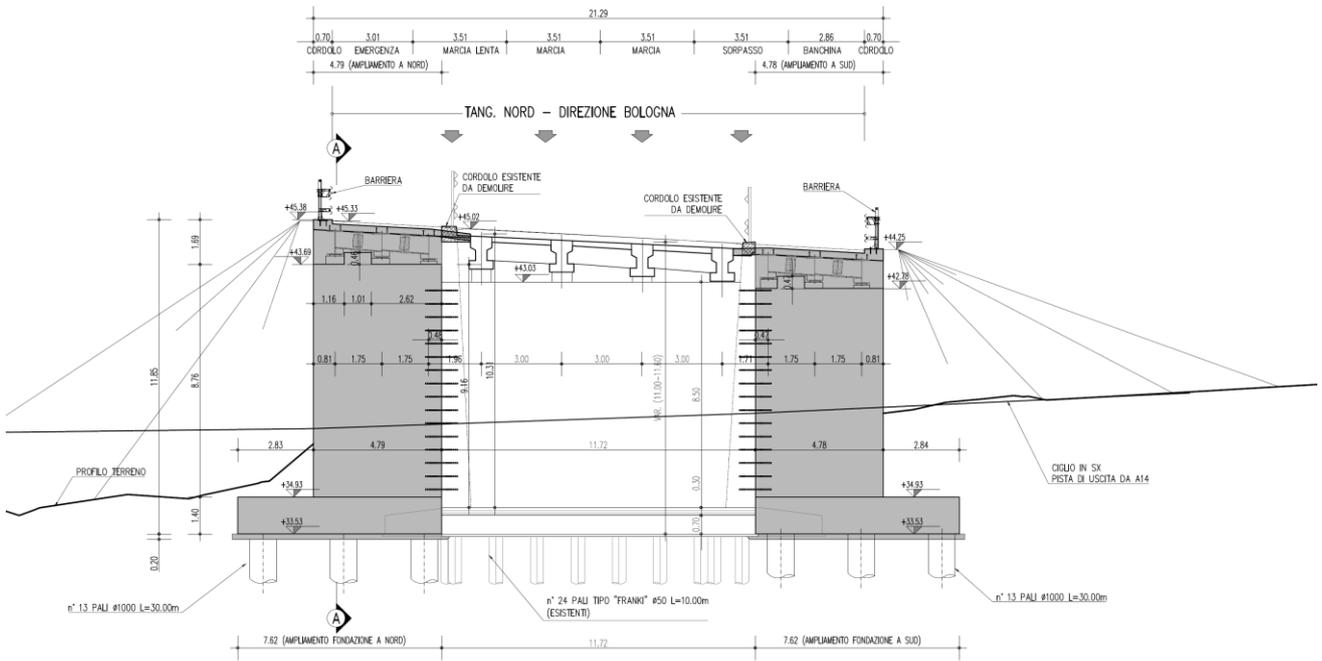
Gli ampliamenti delle spalle, analogamente alla porzione esistente, sono di tipo tradizionale, costituite da un paramento verticale frontale di larghezza pari a 1.20 m e paraghiaia di larghezza 0.30 m. Il plinto di fondazione presenta un’altezza costante di 1.20m e poggia su pali di grande diametro Φ 1000 mm e lunghezza 30.00m. Per adeguare la struttura delle spalle esistenti alle nuove sollecitazioni, saranno realizzati dei tiranti passivi in corrispondenza del paramento frontale mediante microplai Φ 180 lunghezza 15.00m inclinati di 15° e armati con tubolari F114.3mm con spessore di 10mm.

Sono riportate nel seguito alcune immagini relative alle carpenterie degli elementi strutturali sopra descritti, estratte dagli elaborati grafici di progetto ai quali si rimanda per il dettaglio delle caratteristiche geometriche.





Pila



Spalla Lato Rimini

OPERA 93T – RAMPA INTERCONNESSIONE

La **struttura originaria** del sottovia è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiate sulle spalle. Esso fa parte della rampa di scavalco dell'interconnessione tra A13 – A14 in direzione Milano, e quindi avente una sola carreggiata.

L'impalcato originario, a graticcio, è costituito da 4 travi poste ad interasse 3.32 m, collegate trasversalmente da traversi in c.a; le travi poggiano su spalle mediante appoggi in neoprene. Le travi esistenti, in c.a.p. hanno una lunghezza pari a 21 m.

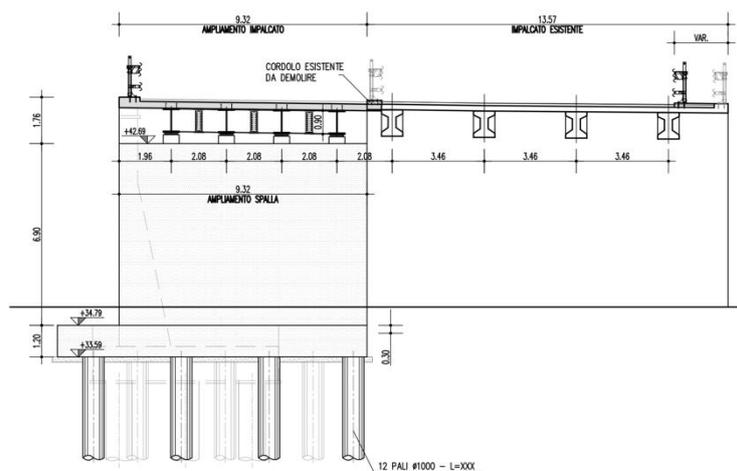
L'impalcato originario presenta una larghezza totale di 12.44.

Le spalle, a gravità, presentano altezza allo spiccato della fondazione pari a 8.46 m e 7.12 m, rispettivamente per la spalla Lato Taranto e lato Bologna. Le fondazioni delle spalle esistenti sono dirette con plinto di fondazione avente spessore 1.2 m.

L'intervento oggetto della presente relazione prevede l'**allargamento dell'impalcato** di 5.4 m a nord, mediante 3 travi in acciaio affiancate.

L'ampliamento sarà eseguito con trave in acciaio e soletta collaborante, collegate mediante pioli Nelson.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.



Sezione Trasversale Ampliamento

OPERA 95T – VIA FERRARESE

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiante sulle spalle.

L'impalcato originario è costituito, per ogni senso di marcia, da 8 travi poggiate; in seguito è stato ampliato con travi in acciaio. In particolare, il primo allargamento, è stato realizzato con una trave a doppio T in acciaio per la direzione Sud e a due travi in acciaio per la direzione Nord.

L'impalcato originario presentava una larghezza totale pari a 48.20 m (24.10 m per senso di marcia) con interasse tra le travi portanti pari a 3.00 m. La struttura portante è costituita da 8 travi, per senso di marcia, prefabbricate in c.a.p. di lunghezza pari a 21.40 m, collegate da una soletta, di spessore minimo pari a 0.2 m, e da traversi in c.a..

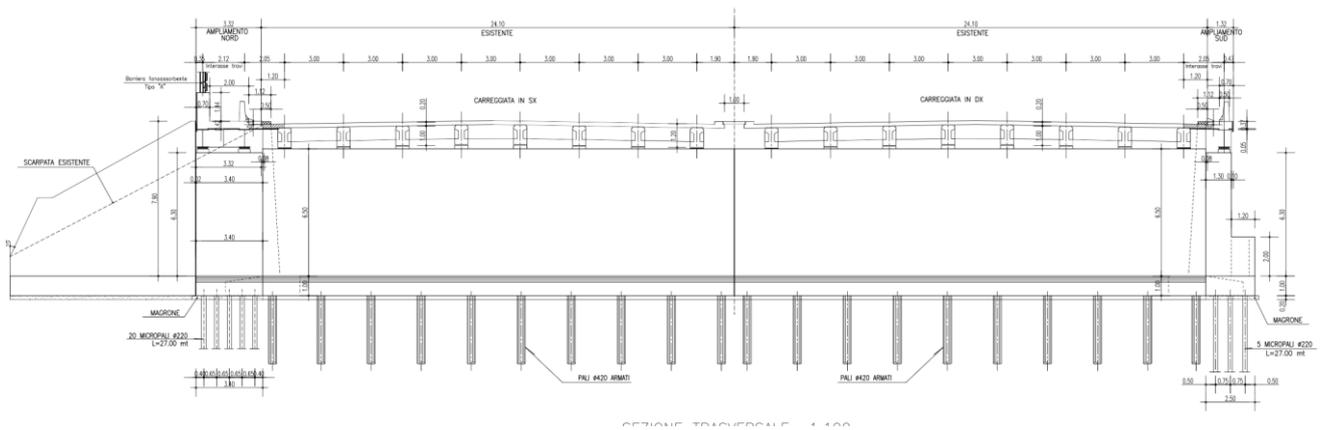
Le spalle, a gravità lato Milano e lato Taranto, presentano altezza allo spiccatto della fondazione pari a 6.30. La fondazione è un plinto di spessore pari a 1.00 m poggiante su micropali *Franki* Ø420.

Nel **2004** è stato realizzato l'**allargamento** del ponte esistente per la realizzazione delle terze corsie affiancando, da ambo i lati, due strutture indipendenti da quelle originarie aventi il medesimo schema statico.

I nuovi elementi in affiancamento sono stati realizzati con struttura mista in acciaio-calcestruzzo.

La struttura principale a travi in c.a. è stata affiancata da travi in acciaio a doppio T. Il collegamento tra la struttura originaria e quella in affiancamento del 2004 è realizzato sia a livello della soletta che alle travi, traversi intermedi e di testata. L'impalcato a seguito dell'allargamento presenta una larghezza pari a 25.42 m (24.10+1.32) per la via Sud mentre per la Via Nord una larghezza di 27.42 m (24.10+3.32).

Le spalle sono state realizzate sempre con muri a mensola in c.a. con superficie di valle del paramento allineata alle spalle originarie con basamenti poggianti su micropali in c.a. Ø220.



Sezione trasversale – Ampliamento

L'intervento prevede l'**allargamento ulteriore dell'impalcato** di 17.21 m per la Via Sud e di 12.00 m per la via Nord.

Tale ampliamento sarà realizzato, in analogia con quello precedente, mediante elementi con struttura mista in acciaio-calcestruzzo tendente a riprodurre le caratteristiche di inerzia flessionale della struttura originaria.

Le tipologie delle sezioni e l'andamento altimetrico dei profili gli stessi del progetto del 2004. Anche per le spalle e le fondazioni si prevede un'estensione delle scelte strutturali previste nel progetto del primo ampliamento.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcato, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

OPERA 97T – VIA ZAMBELLINI

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiate sulle spalle.

L'impalcato originario è costituito, per ogni senso di marcia, da 8 travi poggiate; in seguito è stato ampliato con travi in acciaio. In particolare, il primo allargamento, è stato realizzato con una trave a doppio T in acciaio per la direzione Sud e per la direzione Nord.

L'impalcato originario presentava una larghezza totale pari a 48.20 m (24.10 m per senso di marcia) con interasse tra le travi portanti pari a 3.00 m.

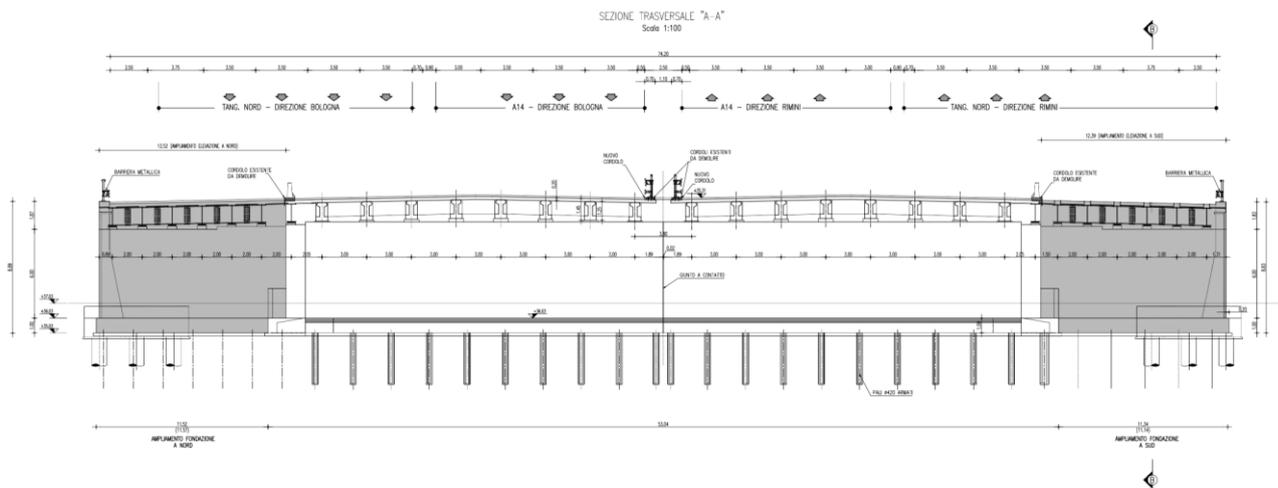
La struttura portante è costituita da 8 travi, per senso di marcia, prefabbricate in c.a.p. di lunghezza pari a 31.52 m, collegate da una soletta, di spessore minimo pari a 0.2 m, e da traversi in c.a..

Le spalle, a gravità lato Milano e lato Taranto, presentano altezza allo spiccatto della fondazione pari a 6.30. La fondazione è un plinto di spessore pari a 1.00 m poggiate su micropali *Franki* Ø420.

Nel **2004** è stato realizzato l'**allargamento** del ponte esistente per la realizzazione delle terze corsie affiancando, da ambo i lati, due strutture collegate a quelle esistenti aventi comunque, il medesimo schema statico.

I nuovi elementi in affiancamento sono stati realizzati con struttura mista in acciaio-calcestruzzo. La struttura principale a travi in c.a. è stata affiancata da travi in acciaio a doppio T. Il collegamento tra la struttura originaria e quella in affiancamento del 2004 è realizzato sia a livello della soletta che alle travi, traversi intermedi e di testata. L'impalcato a seguito dell'allargamento presenta una larghezza pari a 25.42 m (24.10+1.32) per la via Sud e per la Via Nord.

Le spalle sono state realizzate sempre con muri a mensola in c.a. con superficie di valle del paramento allineata alle spalle originarie con basamenti poggianti su micropali in c.a. Ø220.



Sezione trasversale

L'intervento prevede l'**allargamento ulteriore dell'impalcato** di 12.39 m per la Via Sud e di 12.52 m per la via Nord.

Tale ampliamento sarà realizzato, in analogia con quello precedente, mediante elementi con struttura mista in acciaio-calcestruzzo tendente a riprodurre le caratteristiche di inerzia flessionale della struttura originaria.

Le tipologie delle sezioni e l'andamento altimetrico dei profili gli stessi del progetto del 2004. Anche per le spalle e le fondazioni si prevede un'estensione delle scelte strutturali previste nel progetto del primo ampliamento.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

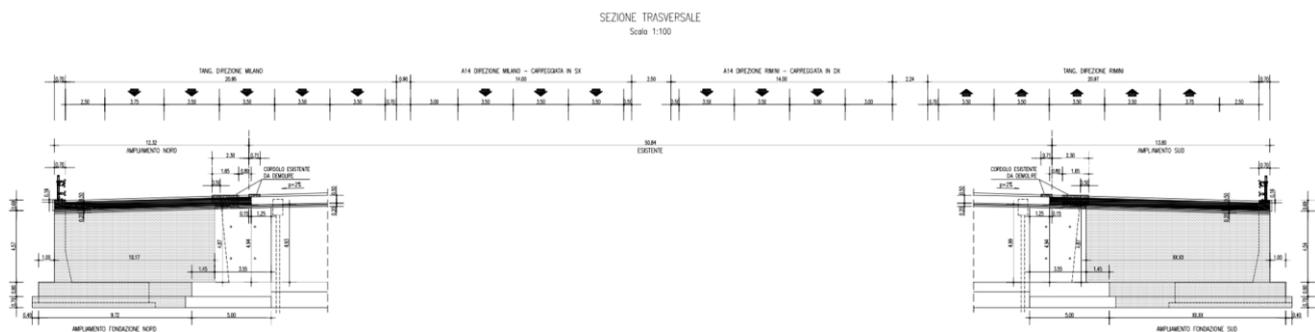
OPERA 98T – VIA ZAMBECCARI

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. gettato in continuo con le spalle.

L'impalcato originario è costituito, per ogni senso di marcia, da un solettone in c.a. e presenta una larghezza totale pari a 50.84 m (25.42 m per senso di marcia).

La struttura portante è costituita da un solettone in c.a. ordinario di lunghezza pari a 7.50 m. Lo spessore del solettone è pari a 70 cm alle estremità e 50 cm in campata.

Le spalle, a gravità lato Milano e lato Taranto, presentano altezza allo spiccato della fondazione pari a 4.94. La fondazione è un plinto di spessore pari a 0.9 m poggiante su micropali *Franki* Ø420.



Sezione trasversale – Ampliamento

L'intervento prevede l'**allargamento dell'impalcato** di 13.80 m per la Via Sud e di 12.32 m per la via Nord.

Tale ampliamento sarà realizzato, in analogia con quello precedente, mediante solettone in c.a. in continuità con le spalle.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita.

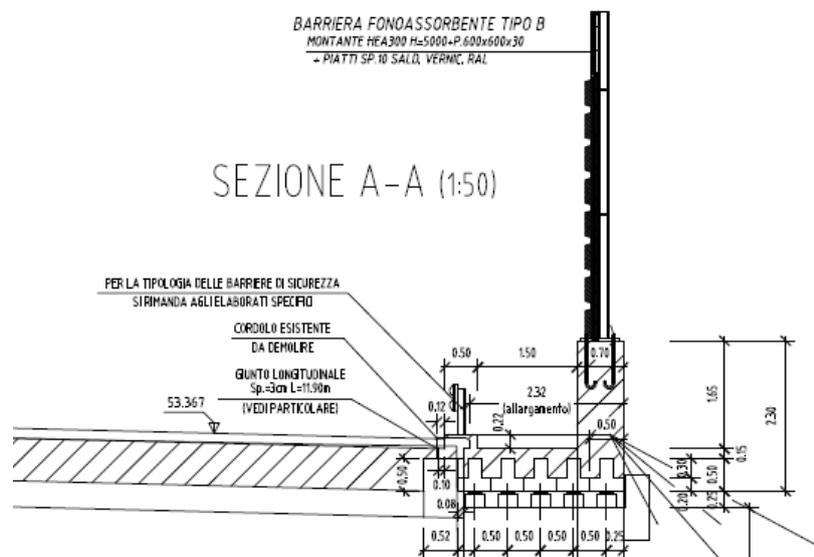
Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

OPERA 109T – DIR. VIA SCANDELLARA

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato a solettone in c.a.p. su singola campata di luce (interasse fra appoggi) $L = 10.60\text{m}$. La larghezza originaria totale era pari a 48.00 m .

Le spalle sono del tipo a gravità; la larghezza del fusto è variabile a gradoni tra 1.5m e 2.2m . La parte inferiore a contatto con il terreno di fondazione ha larghezza 3.0m e spessore 1.5m .

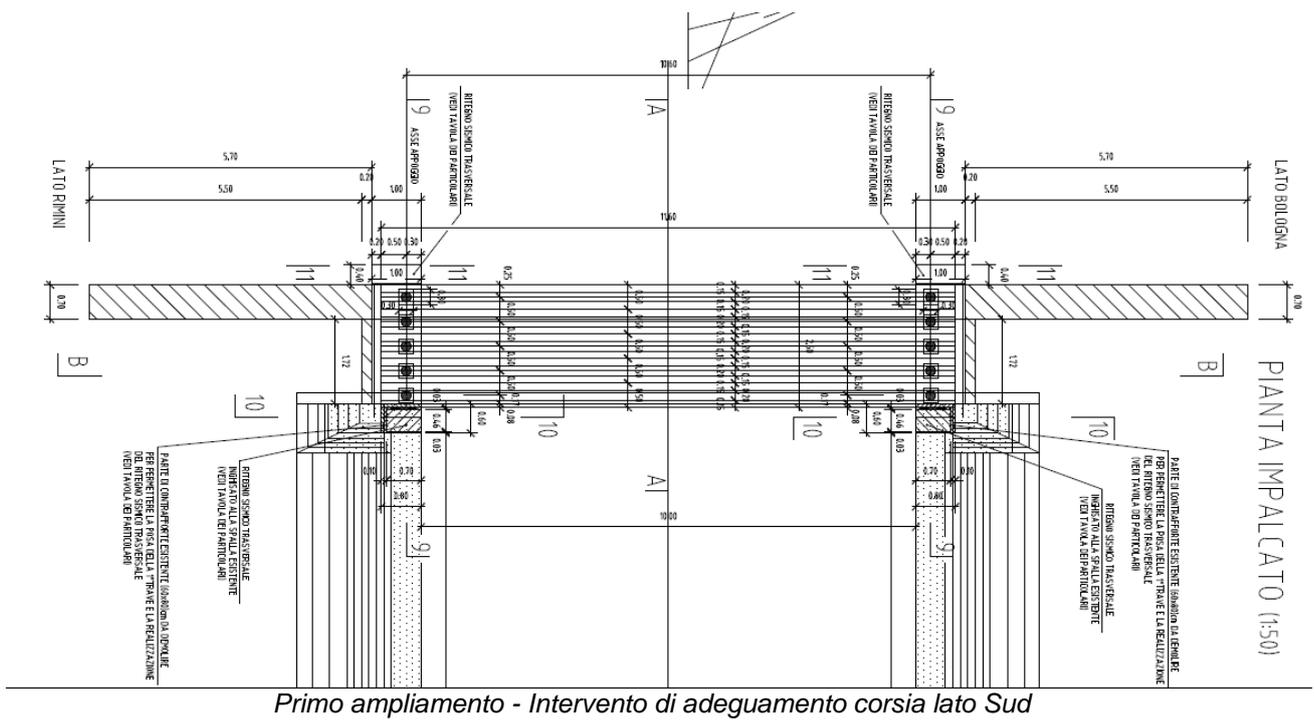
Un **primo intervento di ampliamento** è stato realizzato nel 2004. L'ampliamento ha interessato soprattutto il lato sud della struttura (corsia direzione Rimini). Nell'ambito di questo intervento è stato realizzato un nuovo impalcato in aderenza a quello esistente per un allargamento di 2.5m . La sezione tipo dell'impalcato è ben rappresentata in figura: sul cordolo laterale è stata montata una nuova barriera acustica.



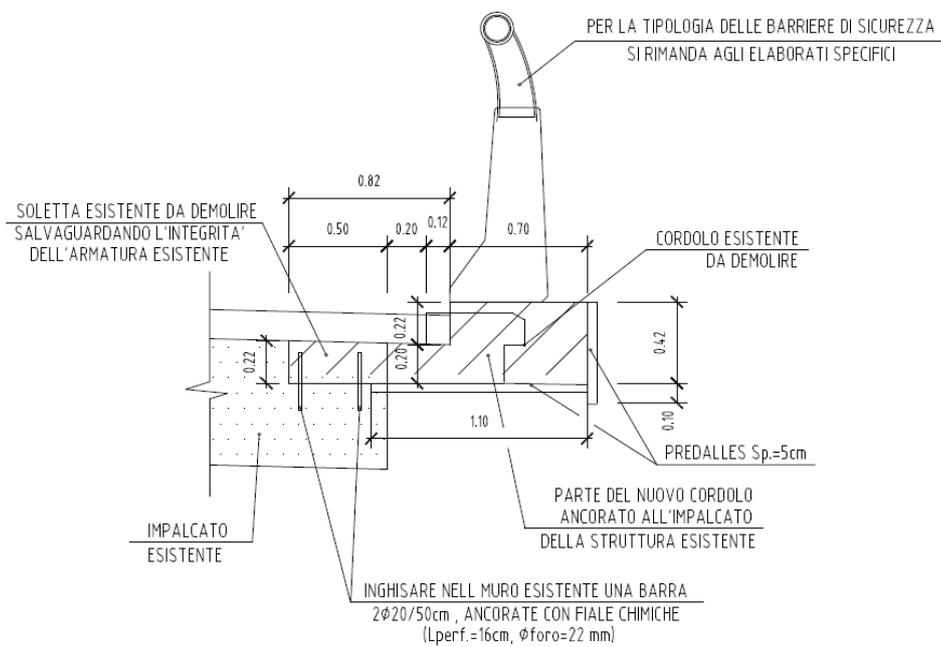
Primo ampliamento – Sezione tipo cordolo lato Sud

L'ampliamento è stato realizzato affiancando all'impalcato esistente un nuovo impalcato composto da travi in c.a.p. completate da getto in opera. I muri d'ala delle spalle esistenti sono stati demoliti e poi sostituiti con le nuove spalle ed i nuovi muri d'ala.

Le spalle esistenti sono state stabilizzate lateralmente attraverso un esteso intervento di ancoraggio con cavi ad iniezione.



Per il lato a nord (direzione Bologna), l'intervento si è limitato ad una riprofilatura del cordolo laterale per l'inserimento della nuova barriera *new jersey*.



Primo ampliamento - Intervento di adeguamento corsia lato Nord

OPERA 111T – VIA SCANDELLARA

La **struttura originaria** del ponte è costituita da un impalcato in C.A.P. a due campate in semplice appoggio su due spalle laterali e in continuità di soletta su unapila intermedia. L'opera ha già subito in passato un intervento di ampliamento sia verso sud che verso nord, durante il quale è stato effettuato anche un rinforzo della spalla esistente per mezzo di micropali.

L'impalcato esistente è costituito da due semi-impalcato con luce di calcolo entrambi di lunghezza pari a 16.92 m. La parte dell'impalcato corrispondente alla struttura originaria è realizzata mediante 33 travi in C.A.P. ad "I" di lunghezza 17.45 m poste ad un interasse di circa 0.75 m e solidarizzate fra loro da una soletta collaborante in c.a. gettato in opera di spessore pari a 0.15 m. L'impalcato è obliquo di circa 22° rispetto alla perpendicolare all'asse spalla. La parte di impalcato costruita con il primo allargamento vede l'impiego di travi a cassone, due a nord e due a sud, di lunghezza concorde con le travi già presenti originariamente, quindi di 17.45 m, poste con interasse di 2.30 m. La soletta è realizzata con lastre di tipo "predalle". La sezione trasversale di impalcato è composta da due carreggiate pavimentate rispettivamente di larghezza 25.60 m e 25.85 m, affiancate da due cordoli, uno verso l'esterno dell'impalcato, di larghezza pari a circa 3 m e uno verso il centro dell'impalcato, di larghezza di 1 m circa. Sui cordoli sono ubicate le barriere di sicurezza stradali.

La pila esistente è realizzata mediante un fusto continuo di lunghezza 59.25 m e spessore 1.00 m che poggia su una fondazione che si differenzia nella parte di struttura originaria e in quella corrispondente al primo ampliamento: nella prima, la fondazione è costituita da un plinto di spessore 1.00 m e di larghezza pari a 3.50 m; mentre per la parte corrispondente al primo ampliamento si ha un plinto di spessore 1.50 m e larghezza 3.50 m, poggiante su 12 micropali di diametro $\Phi 168.3$ mm e lunghezza totale di 10.00m.

Le spalle esistenti, nella parte costruita originariamente, sono composte da un paramento verticale frontale di larghezza massima 3.40 m, poggiante su un plinto di fondazione di spessore 2.00 m e larghezza 4.30 m. Nella zona di primo ampliamento le spalle sono di tipo tradizionale costituite da un paramento verticale frontale di spessore 1.40 m, poggiante su un plinto di fondazione di spessore 1.50 m e larghezza 11.05 m.

L'intervento oggetto della presente relazione prevede un **allargamento dell'impalcato** di 6.21 m sul lato Nord e di 8.84 m sul lato Sud (misure in retto su spalla lato Rimini), per la realizzazione di una terza corsia di marcia e di una corsia di emergenza supplementari, per una larghezza totale dell'impalcato di 76.17 m.

Per mantenere continuità con l'esistente, l'ampliamento sarà realizzato mediante travi a cassone in CAP, 3 a Nord e 4 a Sud, semplicemente appoggiate alle spalle e sulla pila intermedia mediante appoggi in neoprene armato, in continuità di soletta sulla pila. Le travi principali hanno sezione a cassone in C.A.P., con ala inferiore di spessore 0.20 m e larghezza 0.95 m, anime di altezza pari a 0.80 m, spessore di 0.25 m e inclinazione di 9° rispetto alla verticale. La soletta in c.a. ha spessore strutturale 25 cm ed è realizzata mediante lastre tipo "predalle". I traversi sono in cemento armato, con sezione rettangolare di altezza 610 mm e larghezza pari a 400 mm.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato in due modi:

- Per l'impalcato, collegando i traversi di testata mediante barre $\phi 20$ (4+4) ancorate con fiale chimiche, con fori di diametro 26 mm e lunghezza 20 cm;
- Per le componenti di elevazione e fondazione, creando un inghisaggio alla struttura esistente con fori per armatura $\phi 20$ con iniezione di malta antiritiro.

Per la pila, le spalle e le fondazioni della porzione in allargamento si è previsto di utilizzare strutture architettoniche in linea con quelle della porzione esistente.

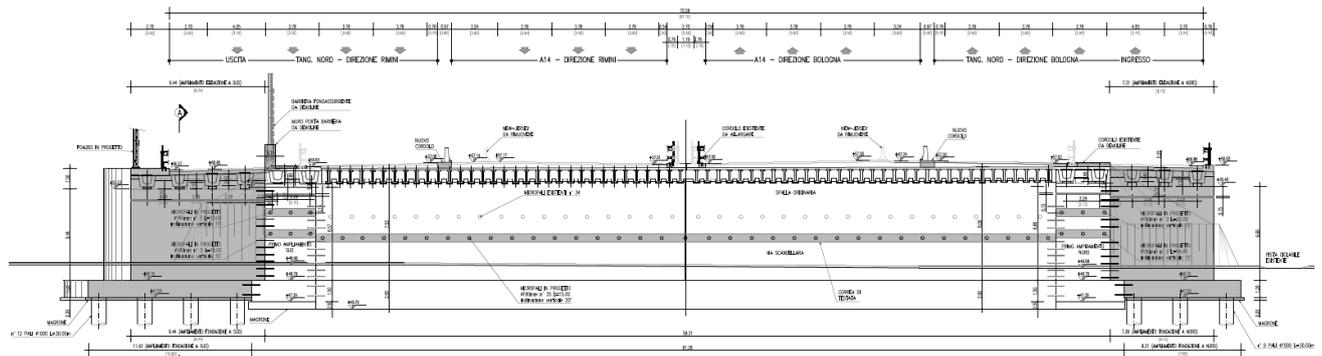
L'allargamento della struttura della pila sarà quindi costituita, per entrambe le porzioni a nord ed a sud, da un ampliamento del fusto continuo di 9.50 m in direzione sud e di 7.30 m verso nord, mantenendo lo spessore del fusto pari a 1 m, conformemente alle misure del fusto esistente. Il plinto di fondazione corrispondente al nuovo allargamento ha uno spessore di 1.50 m, una larghezza di 3.80 m e una lunghezza di 7.10 m nella parte nord e di 9.50 m nella parte sud. Il plinto poggia su un totale di 48 micropali per la parte sud e 36 per la parte nord, tutti di diametro $\Phi 240$ mm e di lunghezza 25.00 m, armati con tubolari in acciaio S355 di diametro 168.3 mm e spessore 10 mm.

Gli ampliamenti delle spalle, analogamente alla porzione esistente, sono di tipo tradizionale, costituiti da un paramento verticale frontale di larghezza pari a 1.35 m e paraghiaia di larghezza 0.30 m. Il plinto di fondazione presenta un'altezza costante di 1.20 m e poggia su pali di grande diametro $\Phi 1000$ mm e lunghezza 30.00 m.

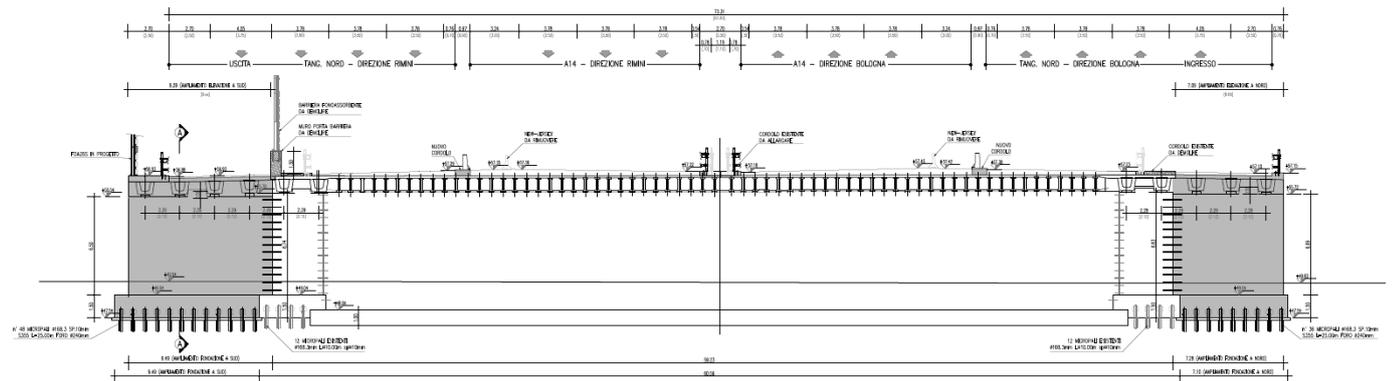
Per adeguare la struttura delle spalle esistenti alle nuove sollecitazioni, saranno realizzati dei tiranti passivi in corrispondenza del paramento frontale mediante micropali $\Phi 180$, armati con tubolari $\Phi 114.3$ mm con spessore di 10 mm. Per la parte originaria della spalla esistente, è prevista la posa di una fila di n° 35 micropali di lunghezza 15.00 m e inclinazione verticale pari a 20°, che sarà posizionata 1.50 m più in basso rispetto alla fila di micropali già presente. Per la parte di spalla

corrispondente al primo allargamento invece, è prevista la posa di due file di 3 micropali ciascuna, inclinati verticalmente di 15°; le due file sono poste ad una distanza, in verticale, di 1.50 m. I micropali hanno una lunghezza di 20.00 m per la fila superiore e di 18.00 m per quella inferiore.

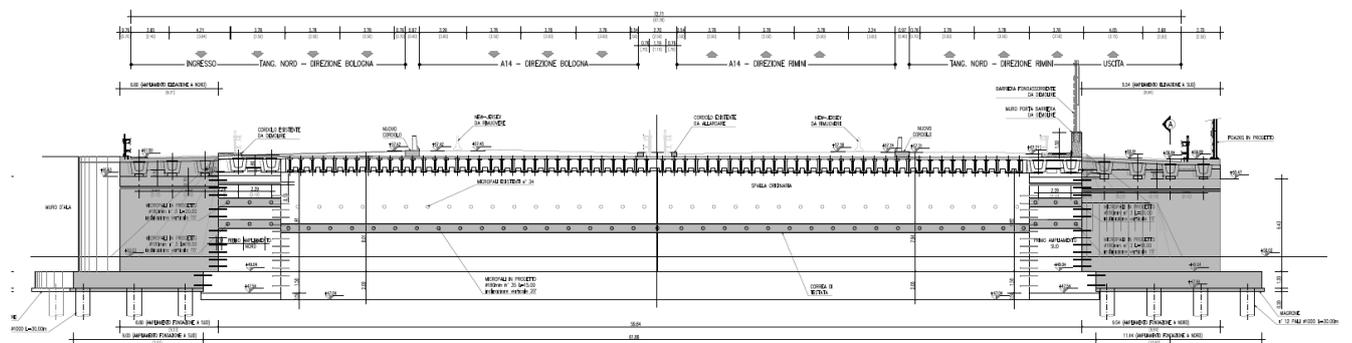
Verranno riportate nel seguito alcune immagini relative alle carpenterie degli elementi strutturali sopra descritti, estratte dagli elaborati grafici di progetto ai quali si rimanda per il dettaglio delle caratteristiche geometriche.



Spalla Bologna con ampliamenti



Pila

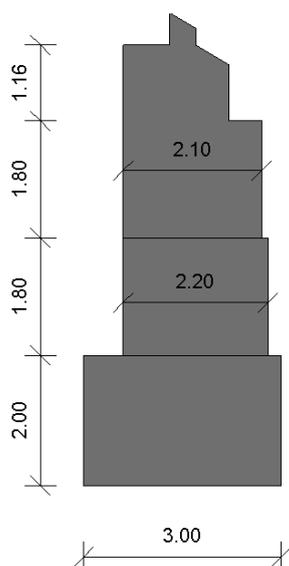


Spalla Lato Rimini

OPERA 115T – VIA RIVANI

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. su singola campata di luce (interasse fra appoggi) $L = 12\text{m}$ circa. La larghezza originaria totale era pari a 61.00 m più il tratto a larghezza variabile sottostante la rampa di ingresso lato Sud. La rampa, appunto, è sostenuta da muri e soletta in c.a.

Le spalle sono del tipo a gravità; la larghezza del fusto è variabile a gradoni tra 1.5m e 2.2m . La parte inferiore a contatto con il terreno di fondazione ha larghezza 3.0m e spessore 1.5m .



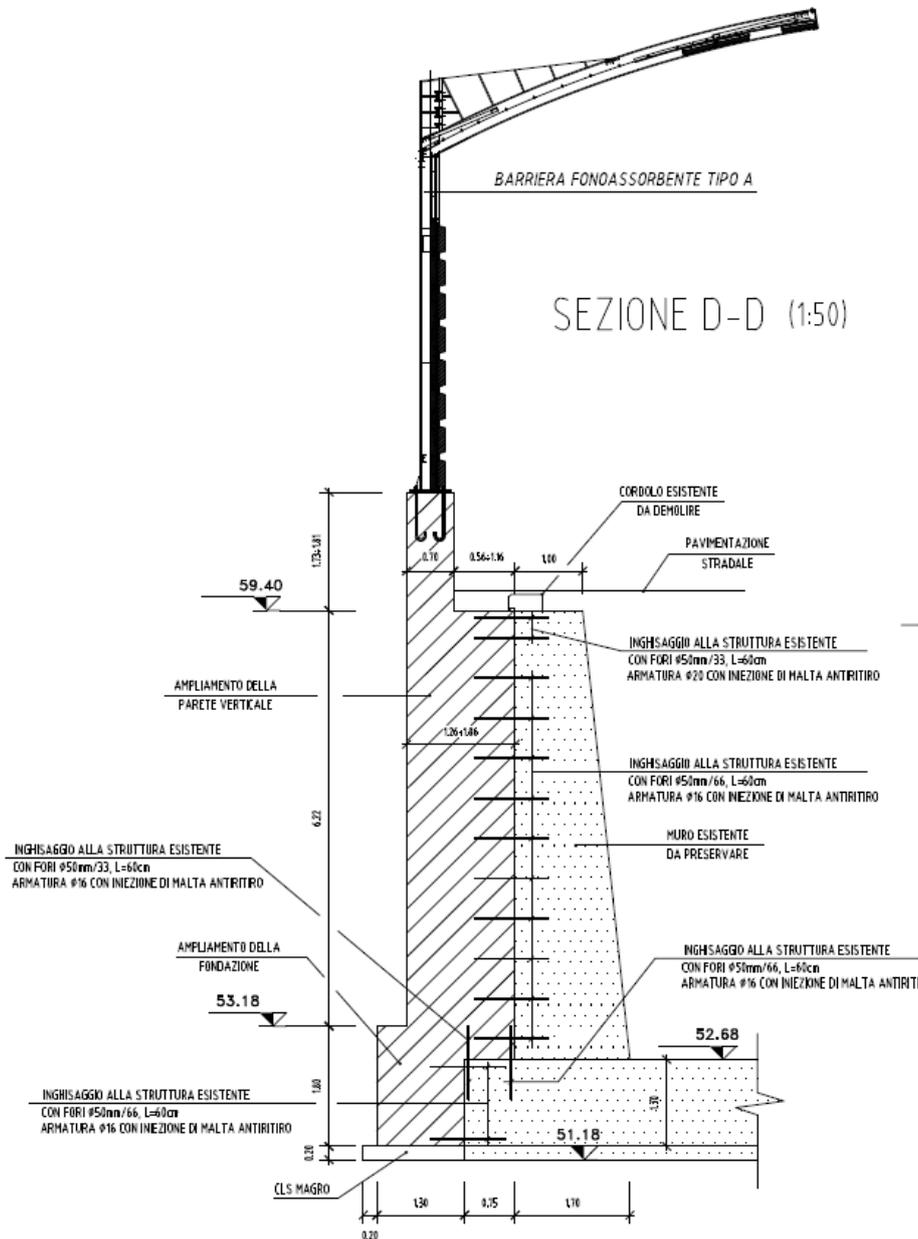
Sezione tipo spalle originarie

Un **primo intervento di ampliamento** è stato realizzato nel 2004. L'ampliamento ha interessato soprattutto il lato nord della struttura (corsia direzione Bologna). Nell'ambito di questo intervento è stato realizzato un nuovo impalcato in aderenza a quello esistente per un allargamento di 4.2m . La sezione tipo dell'impalcato è ben rappresentata in 0: sul cordolo laterale è stata montata una nuova barriera acustica.

L'ampliamento è stato realizzato affiancando all'impalcato esistente un nuovo impalcato composto da travi in c.a.p. completate da getto in opera. I muri d'ala delle spalle esistenti sono stati demoliti e poi sostituiti con le nuove spalle e nuovi muri d'ala.

Le spalle esistenti sono state stabilizzate lateralmente attraverso un esteso intervento di ancoraggio con cavi ad iniezione.

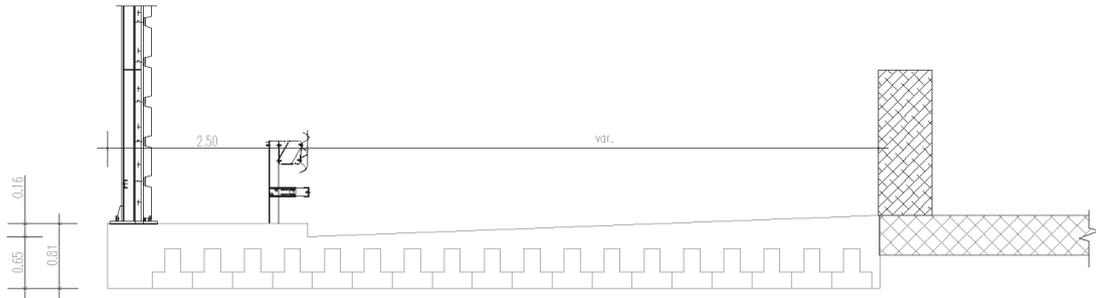
Per il lato a sud (direzione Rimini), l'intervento è consistito nella realizzazione di un cordolo a sostegno della barriera acustica di bordo. Il cordolo è indipendente dalla soletta originaria ed è sostenuto da nuove spalle in c.a. realizzata come “contro-placcaggio” di quelle esistenti.



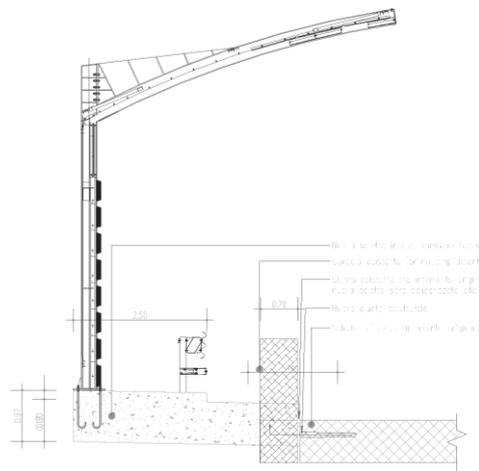
Primo ampliamento - Intervento di adeguamento corsia lato sud

Il **nuovo allargamento** previsto in progetto sarà realizzato con struttura analoga al primo allargamento. Si ha quindi previsto a nord un impalcato con travi prefabbricate a T rovescia disposte accostate con getto di completamento superiore, mentre per la conformazione variabile in pianta del lato sud si è optato per una soluzione con soletta in getto pieno che riesce a seguire la geometria della viabilità superiore. Per entrambi gli allargamenti le spalle sono in cemento armato. Le opere di

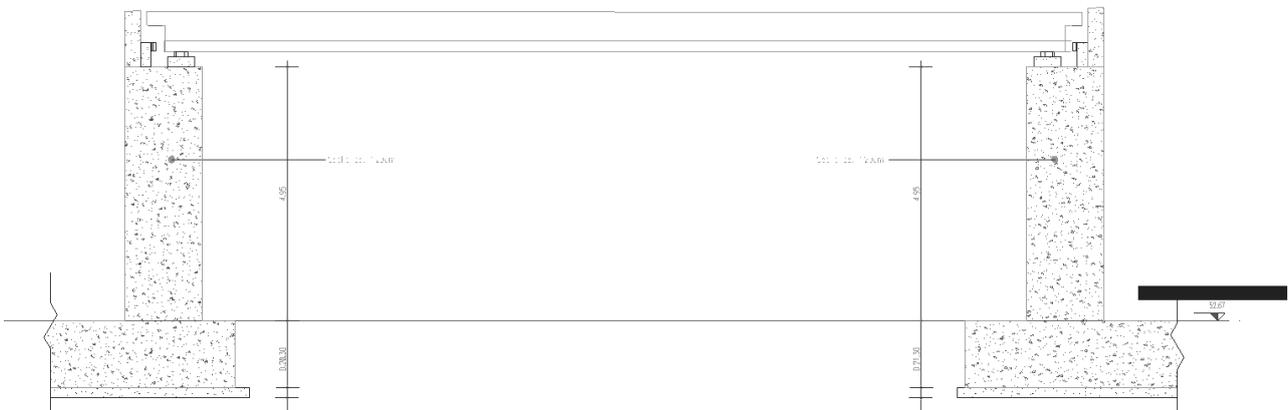
fondazione, allo scopo di evitare cedimenti differenziali, prevedono l'utilizzo di micropali di diametro $\phi 240\text{mm}$ armati con tubi $\phi 168.3$ spessore 10mm in acciaio S355.



Nuovo ampliamento – sezione trasversale lato nord



Nuovo ampliamento – sezione trasversale lato sud



Nuovo ampliamento – sezione longitudinale

OPERA 118T – VIA DUE MADONNE

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a.p. semplicemente appoggiato, mediante appoggi in neoprene, su due spalle in c.a..

Le spalle sono dei muri di sostegno in cemento armato con fondazioni superficiali.

Nel **2004** è stato eseguito un **primo allargamento** del ponte esistente nell'ambito della realizzazione delle terze corsie, ampliando l'impalcato di 2.49m sul lato nord e 2.36 m sul lato sud (misure riferite alla spalla lato Bologna) giuntando gli impalcati rispetto all'esistente ed evitando quindi il trasferimento reciproco di sollecitazioni tra la struttura di primo allargo e il ponte "storico".

L'intervento oggetto della presente relazione prevede **l'allargamento ulteriore dell'impalcato** di 6.25 m sul lato Nord e 6.70 m sul lato Sud per la realizzazione di una terza corsia di marcia più una corsia di emergenza per parte (le misure sono riferite alla spalla lato Bologna); su entrambi i lati viene realizzato anche un marciapiede di larghezza 2.50 m, sul bordo del quale viene installata una barriera fonoassorbente di altezza 6.50 m con pensilina superiore di 5.50m.

L'ampliamento sarà realizzato mediante travi in c.a.p. a "T" rovescio avente le stesse caratteristiche geometriche di quelle utilizzate per il primo allargo. Il secondo allargo sarà solidarizzato all'impalcato di primo allargo mediante l'inghisaggio di barre d'armatura necessarie a realizzare la continuità strutturale (previa parziale demolizione dell'impalcato di primo allargo).

Per l'impalcato, la spalla e le fondazioni si prevede un'estensione delle scelte architettoniche della struttura originaria.

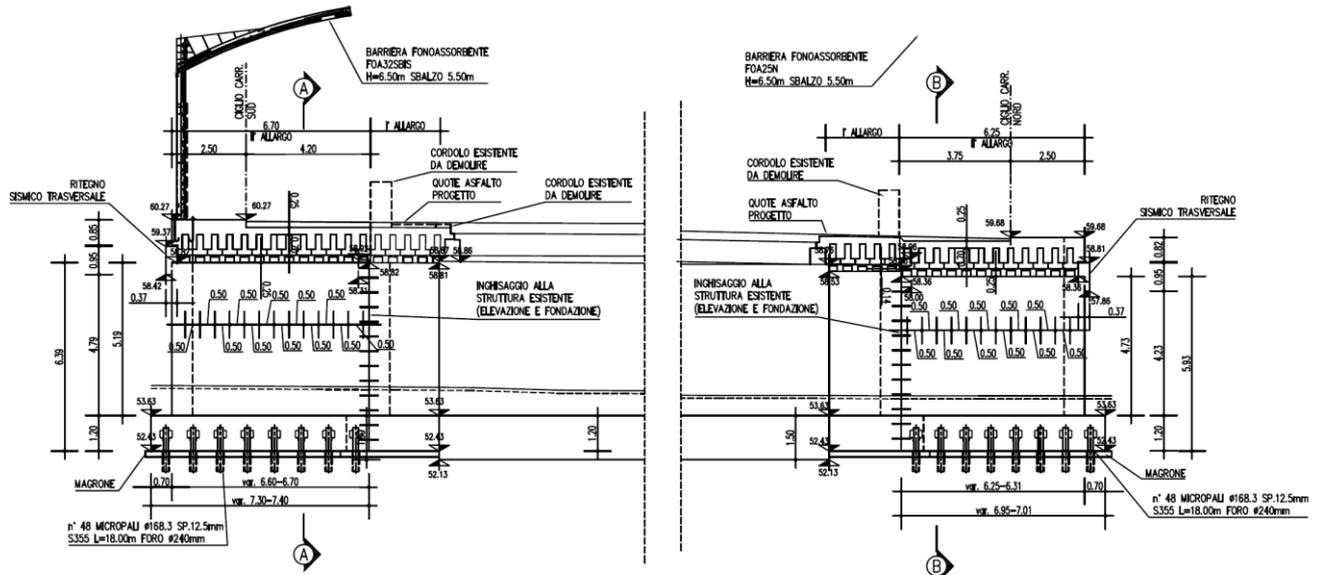
La spalla dell'ampliamento è costituita da un fusto di spessore 1,20 m, con un paraghiaia da 30 cm, la fondazione ha altezza 1.20 m.

La fondazione della parte esistente è di tipo superficiale, mentre per la parte in allargamento sarà adeguata ai nuovi livelli di sollecitazione e anche per scongiurare cedimenti differenziali sarà fondata su micropali.

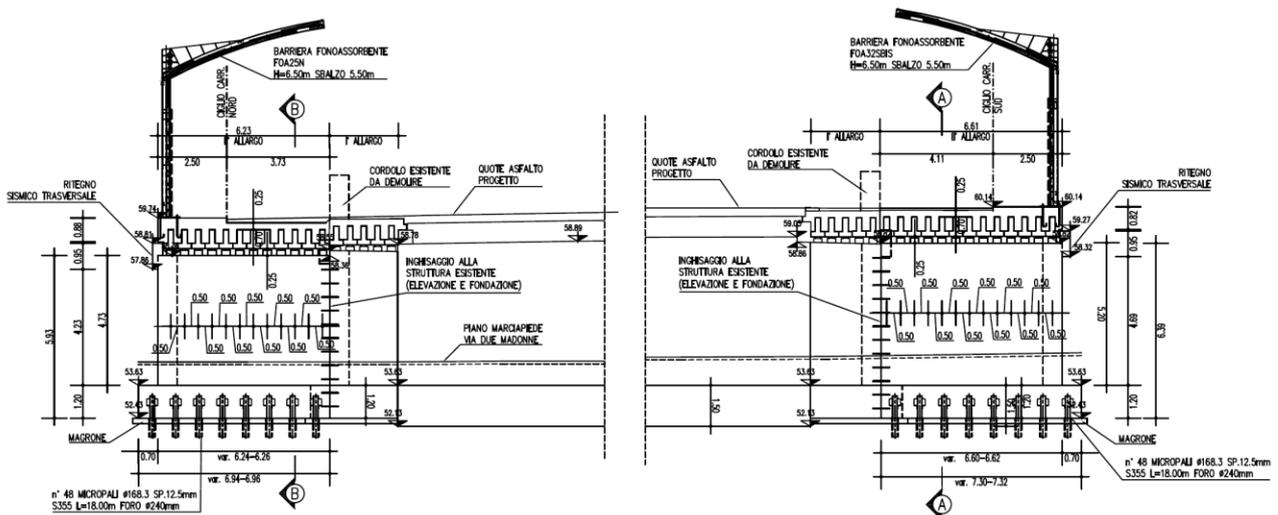
L'armatura dei micropali è di diametro 168.3, spessore 12.5 mm, lunghezza 19 m e foro 240 mm, per un totale di 48 elementi sulle fondazioni delle spalle dell'ampliamento nord e sud.

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione della spalla nella nuova configurazione allargata.



Spalla Bologna con ampliamenti



Spalla Rimini con ampliamenti

OPERA 121T – SOTTOVIA CAMPESTRE

La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un una struttura di tipo scatolare in cemento armato, di lunghezza complessiva pari a 62.55 m. Lo scatolare è un passaggio faunistico.

La sezione trasversale dello scatolare è riportata di seguito, con indicate le grandezze geometriche e le loro misure. La falda non interessa il manufatto.

La struttura scatolare in cemento armato esistente ha una base di 5.70 m, un'altezza totale di 5.20 e una lunghezza di 62.55 m.

Entrambe le solette superiore e inferiore hanno uno spessore pari a 0.50 m, i piedritti invece hanno uno spessore di 0.60 m. La struttura non presenta sbordo laterale alla base e al di sotto della soletta inferiore è posizionato uno stato di magrone di 0.30 m. Le dimensioni interne sono quindi di 4.10 m in altezza e di 4.50 in larghezza. Inoltre, sulla soletta inferiore la sede stradale ha uno spessore di 0.32 m.

Su entrambi i lati della struttura sono presenti due muri di sostegno, posti come prosecuzione dei piedritti, uno in direzione nord e uno in direzione sud. I muri hanno uno spessore 0.60 m e altezza totale 4.60 m, misure conformi ai piedritti dello scatolare. Tutti i muri hanno un'estensione di 4.45 m ed un'altezza degradante dalla struttura scatolare verso l'esterno, partendo da 4.60 m fino a raggiungere i 2.00 m, seguendo l'inclinazione naturale del terreno.

L'intervento prevede l'**allargamento della struttura** di 13.85 m sul lato Sud e 12.65 m sul lato Nord (misure in retto) per la realizzazione di una terza corsia di marcia più una corsia di emergenza per parte.

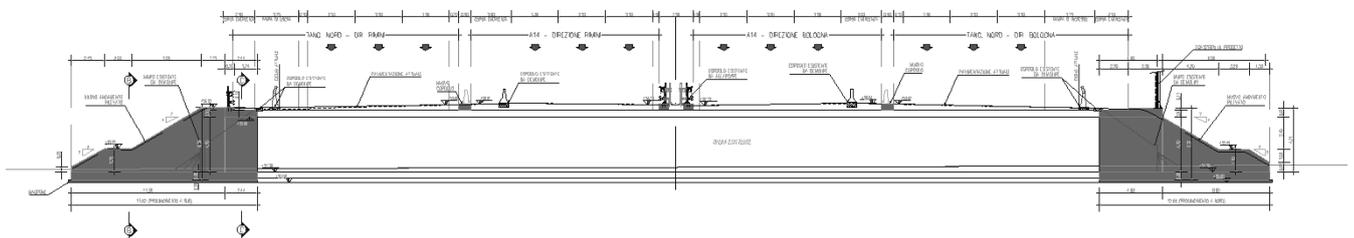
L'ampliamento in entrambe le direzioni sarà realizzato mantenendo le modalità costruttive della struttura esistente, quindi mediante uno scatolare in cemento armato. Gli spessori dei piedritti e della soletta superiore e le dimensioni interne dello scatolare nella parte di ampliamento restano le medesime della struttura esistente, mentre lo spessore della soletta inferiore sarà aumentato a 0.60 m, riducendo lo strato di magrone sottostante a 0.20 m.

L'ampliamento si compone di due parti, una in cui è presente lo scatolare e una seconda parte composta di un imbocco a U, con l'altezza dei piedritti che viene diminuita gradualmente verso l'esterno, seguendo l'andamento del terreno. La parte di scatolare ha una lunghezza di 4.65 m sul lato nord e di 2.45 m sul lato sud. La struttura scatolare del sottovia, dopo gli ampliamenti, ha una

lunghezza complessiva di 69.63 m. L'imbocco a U, per il lato nord, ha una lunghezza di 8.00 m con un'altezza iniziale di 4.10 m e un'altezza finale di 0.67 m; per la parte sud invece la lunghezza è di 11.40 m e l'altezza varia da 4.76 m a 0.35 m.

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

Nelle figure seguenti si riporta una rappresentazione della struttura scatolare nella nuova configurazione allargata.



Sezione longitudinale del sottovia con ampliamenti

OPERA 122T – VIA VIGHI

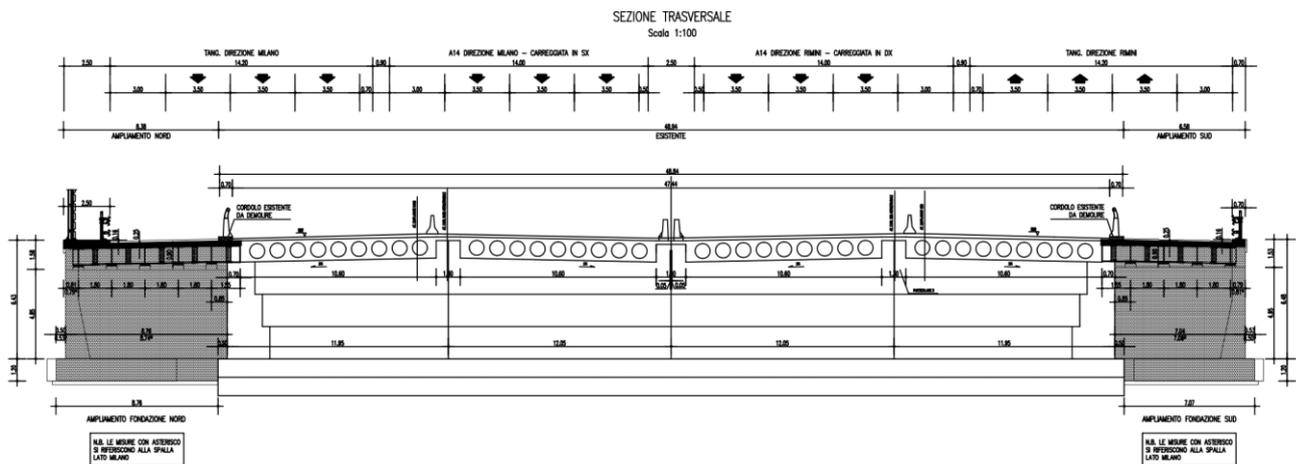
La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiante sulle spalle.

L'impalcato originario è costituito, per ogni senso di marcia, da un solettone alleggerito poggiato sulle spalle.

L'impalcato originario presentava una larghezza totale pari a 48.94 m.

La struttura portante è costituita da 1 solettone alleggerito, per senso di marcia, di lunghezza pari a 22.70 m.

Le spalle, a gravità lato Milano e lato Taranto, presentano altezza allo spiccatto della fondazione pari a 4.85. La fondazione è un plinto di spessore pari a 1.2 m poggiante su micropali *Franki* Ø420.



Sezione trasversale – Ampliamento

L'intervento oggetto della presente relazione prevede l'**allargamento ulteriore dell'impalcato** di 6.58 m per la Via Sud e di 8.38m per la via Nord.

Tale ampliamento sarà realizzato mediante elementi con struttura mista in acciaio-calcestruzzo tendente a riprodurre le caratteristiche di inerzia flessionale della struttura originaria.

La struttura principale realizzata con solettone in c.a. è stata affiancata da travi in acciaio a doppio T.

Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

OPERA 124T – VIA VIGHI

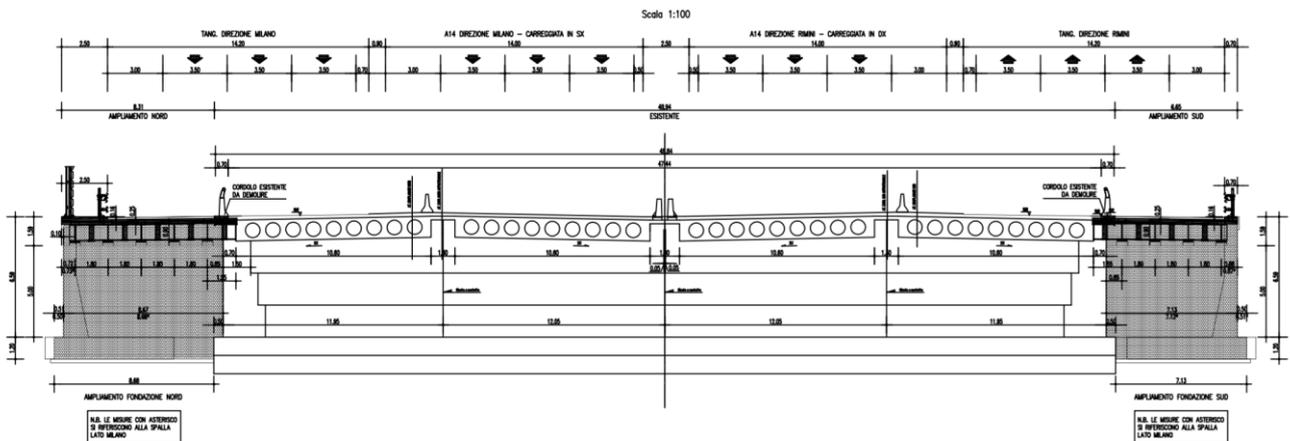
La **struttura originaria** del ponte è stata realizzata negli anni '60 ed è costituita da un impalcato in c.a. ad una campata poggiante sulle spalle.

L'impalcato originario è costituito, per ogni senso di marcia, da un solettone alleggerito poggiato sulle spalle.

L'impalcato originario presentava una larghezza totale pari a 48.94 m.

La struttura portante è costituita da 1 solettone alleggerito, per senso di marcia, di lunghezza pari a 22.70 m.

Le spalle, a gravità lato Milano e lato Taranto, presentano altezza allo spiccato della fondazione pari a 5. La fondazione è un plinto di spessore pari a 1.2 m poggiante su micropali *Franki* Ø420.



Sezione trasversale – Ampliamento

L'intervento oggetto della presente relazione prevede l'**allargamento ulteriore dell'impalcato** di 6.65 m per la Via Sud e di 8.31m per la via Nord.

Tale ampliamento sarà realizzato mediante elementi con struttura mista in acciaio-calcestruzzo tendente a riprodurre le caratteristiche di inerzia flessionale della struttura originaria.

La struttura principale realizzata con solettone in c.a. è stata affiancata da travi in acciaio a doppio T.

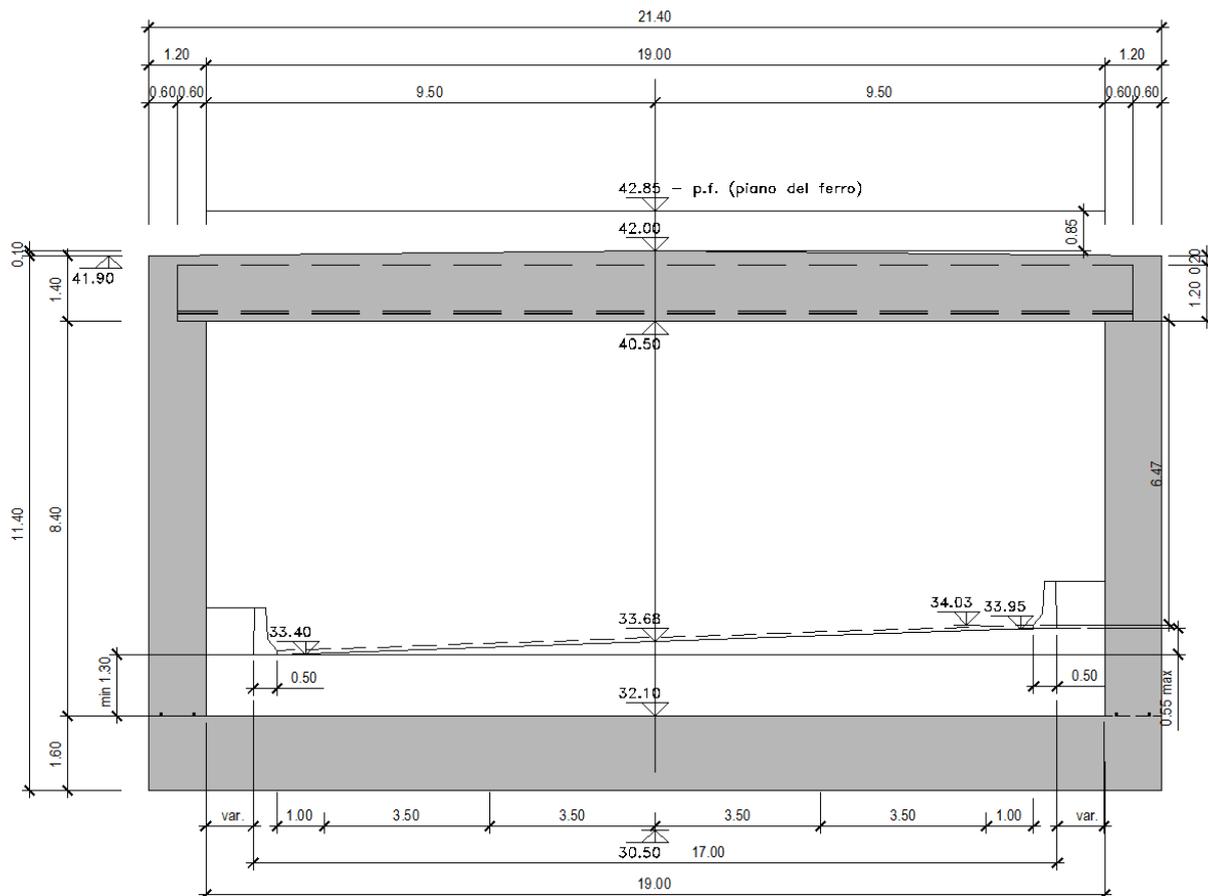
Per entrambe le spalle è prevista l'estensione delle strutture esistenti comprensivi di pali.

Il collegamento della struttura nuova con quella esistente sarà effettuato mediante inghisaggio di nuove barre di armatura alla struttura esistente parzialmente demolita. In particolare, tale collegamento verrà effettuato sia per le strutture in elevazione (impalcati, spalle) che di fondazione (zattere).

Ogni altro dettaglio relativo alle geometrie e alle scelte progettuali è deducibile dalle tavole di progetto.

11.10. NUOVO SOTTOVIA FS SVINCOLO LAZZARETTO

In corrispondenza del nuovo svincolo Lazzaretto è prevista la realizzazione di uno scatolare sotto alla ferrovia, denominato anche “monolite” per il fatto che, al fine di non interrompere il traffico ferroviario, si prevede di costruirlo fuori opera e di trasferirlo nella posizione finale con l’impiego di idonee tecnologie.



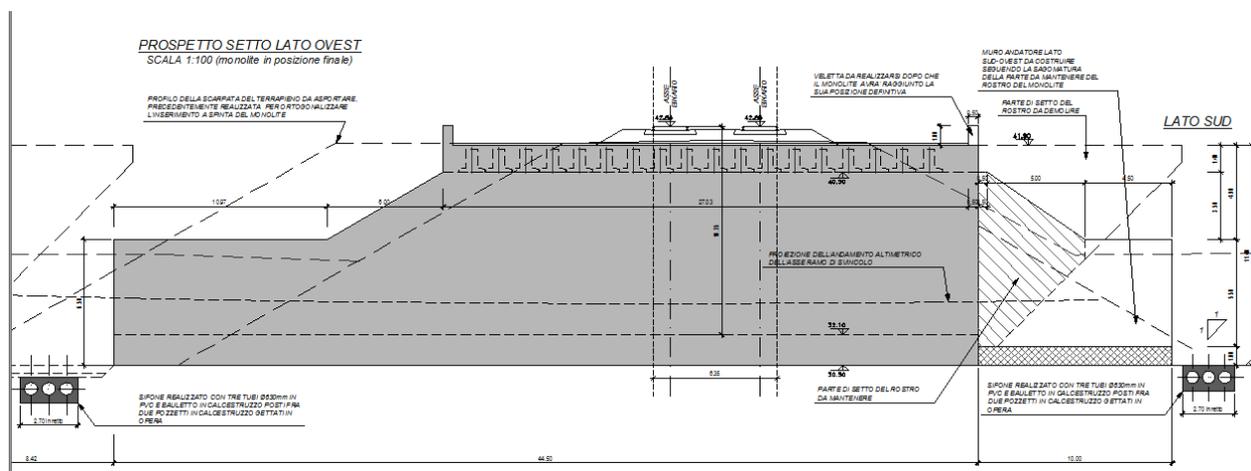
Sezione trasversale del sottopasso

Per il dimensionamento geometrico del nuovo sottopasso, si è considerata una piattaforma stradale larga in totale 16 m corrispondenti a 4 corsie da 3.50, due per ogni verso di marcia, più le banchine laterali da 1.00 m. Le corsie hanno larghezza costante, non essendo necessari alcun tipo di allargamenti, né per iscrizione, né per visibilità.

Così come evidente in figura, il monolite presenta una sezione trasversale di dimensioni interne nette B x H pari a 19 m x 8.40 m, con soletta superiore, inferiore e pareti laterali di spessore rispettivamente pari a 1.40, 1.60 e 1.20 m. Le dimensioni esterne della sezione trasversale risultano

quindi pari a 21.40 m x 11.40 m. La lunghezza del monolite è di 44.50 m, cui devono aggiungersi i due rostri frontali triangolari, sagomati

a 45° e sormontati da travi di collegamento, atta a consentire la corretta infissione del monolite. Il ricoprimento, cioè la distanza fra l'estradosso dell'opera e la quota minima del piano del ferro, è di 85 cm. La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi sopra apposita platea di varo realizzata a lato del rilevato ferroviario sul lato settentrionale dell'attraversamento esistente.



Vista longitudinale del sottopasso

Il solettone di copertura è realizzato conglobando nel getto in opera n. 18 travi in c.a.p. a T rovescio disposte parallelamente alla linea ferroviaria. Tali travi fungono anche da cassero per il getto e quindi lavorano in semplice appoggio per il peso proprio e il peso del getto in opera; in fase finale, invece, partecipano al funzionamento trasversale a telaio chiuso.

Si attribuisce una monta alla struttura varando lo spessore totale da 140 cm ai lati a 150 cm al centro. Lo scopo di tale accorgimento è di evitare il ristagno d'acqua che si potrebbe avere, in caso di estradosso piano, per la deformabilità elastica e viscosa della struttura a lungo termine.

Terminata la fase di infissione, si procederà al completamento dell'opera nelle sagome finali; si procederà quindi alla demolizione dei due rostri e alla realizzazione dei muri andatori lato nord-est e sud-ovest, dei quali il primo è autonomo rispetto al manufatto principale, mentre il secondo viene realizzato con parziale sottomurazione del rostro previa adeguata impermeabilizzazione del giunto e realizzazione di inghisaggi.

La larghezza utile netta interna dello scatolare è stata determinata tenendo conto del fatto che per ragioni costruttive le pareti del manufatto devono essere rettilinee. Non tutta l'estensione degli assi stradali all'interno della struttura è rettilinea, per cui necessariamente la larghezza deve essere maggiore, per contenere la curva.

L'altezza interna deve garantire in ogni punto un franco di 5.50 m fra intradosso della copertura e piano viabile. La quota del solettone di copertura è però condizionata anche dalla tecnologia di sostegno del binario durante l'infissione. Scelta della forma planimetrica.

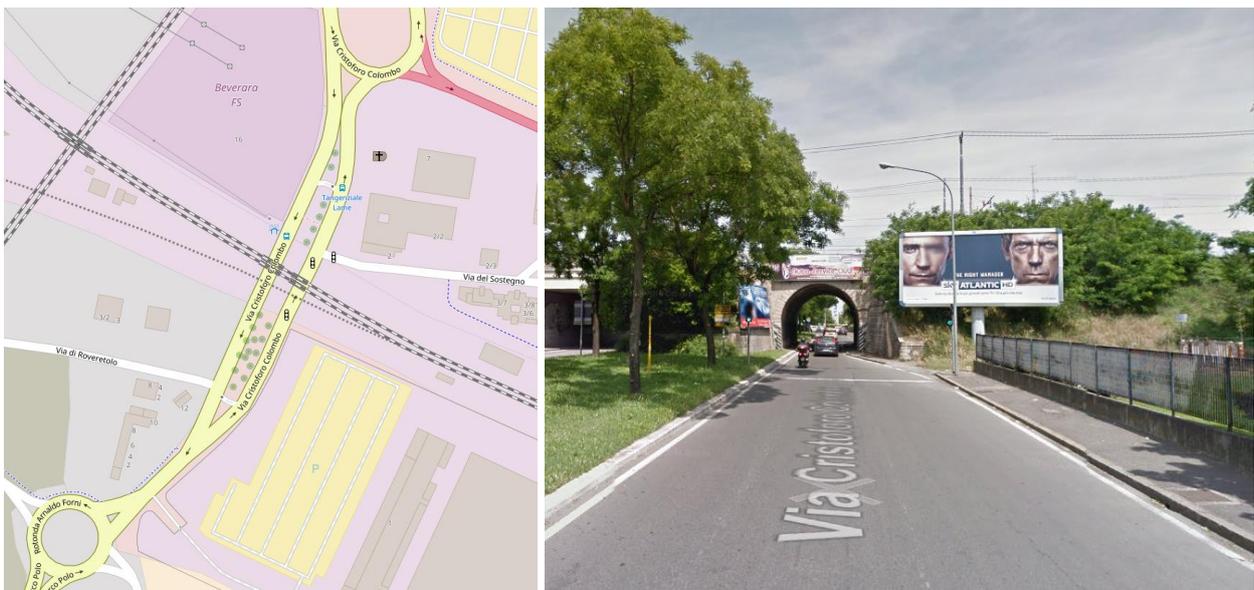
Nel caso in esame, essendo lo scatolare non ortogonale alla linea ferroviaria sotto la quale deve essere inserito (l'angolo fra la direzione di spinta e la normale al tracciato ferroviario è di 30°) si prevede di utilizzare un rostro ortogonale alla direzione di spinta. Per avere comunque l'attacco al rilevato contemporaneo sull'intera larghezza, si prevede di realizzare un temporaneo allargamento del rilevato esistente, da asportare poi al termine dei lavori.

11.11. AMPLIAMENTO SOTTOVIA FS VIA COLOMBO

PREMESSA

La via Cristoforo Colombo costituisce una delle direttrici fondamentali della rete viaria bolognese essendo uno dei principali collegamenti Nord – Sud fra la prima periferia (zone Navile, Oche) e la frazione di Primo Maggio del popoloso sobborgo di Castel Maggiore. Inoltre su di essa si connette lo svincolo 5 (Lame) del sistema tangenziale di Bologna.

La strada è normalmente a due corsie per senso di marcia; a carreggiata separate nel tratto iniziale fra via Marco Polo e la rotonda del centro commerciale Navile, a carreggiata unica nel tratto settentrionale. L'unica eccezione è presente nel tratto di attraversamento della linea ferroviaria di cintura che avviene per mezzo di due sottopassi, di cui, quello in direzione centro città è di recente costruzione e a due corsie, mentre quello in direzione periferia è di remota costruzione e ad unica corsia. (vedi mappa e foto seguente)



Via Cristoforo Colombo – carreggiata direzione Nord – Attraversamento ferroviario

La riduzione di carreggiata e locale passaggio da due ad una corsia costituisce un ostacolo alla circolazione stradale con conseguente congestione e riduzione di capacità dell'arteria stradale. Il presente progetto si prefigge l'obiettivo di risolvere la suddetta criticità andando a sostituire il sottovia esistente con una nuova struttura a doppia corsia dotata di marciapiede e pista ciclabile rendendo così uniforme la sezione stradale.

STATO DI FATTO

L'attuale sottopassaggio della corsia Nord di via Cristoforo Colombo è un manufatto in muratura verosimilmente costruito negli anni '30 contestualmente alla realizzazione della linea ferroviaria di cintura. La struttura presenta una arcata a tutto sesto con larghezza all'imposta di poco meno di 6m e una altezza in chiave di 5,45 m ed ospita una corsia stradale e due marciapiedi laterali (v. figura seguente).

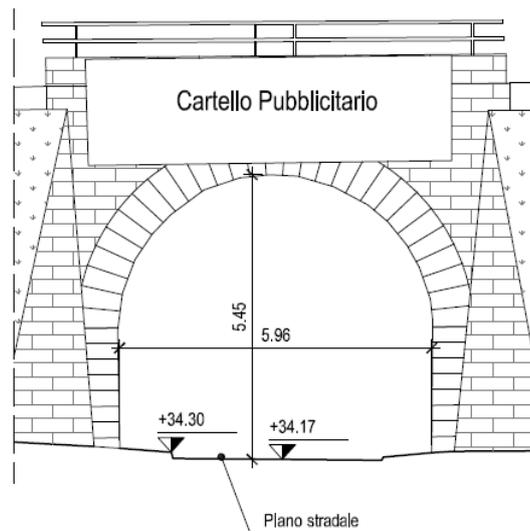


Figura: Imbocco sud del manufatto esistente.

Al di sopra del sottopasso sono presenti due linee ferroviarie: la linea di cintura, destinata prevalentemente al traffico merci, e una linea dismessa, residuo di un vecchio raccordo ormai non più in esercizio. Facendo riferimento alla foto aerea sottostante si notano le due carreggiate di Via Cristoforo Colombo con l'evidente restringimento della direzione Nord e le due linee ferroviarie a doppio binario, quella di cintura sul lato settentrionale (verso l'alto) e il vecchio raccordo dismesso. Si notano inoltre una rampa di accesso al rilievo ferroviario sul lato meridionale e l'incrocio con Via del Sostegno sul lato settentrionale, oggi regolato da semaforo.

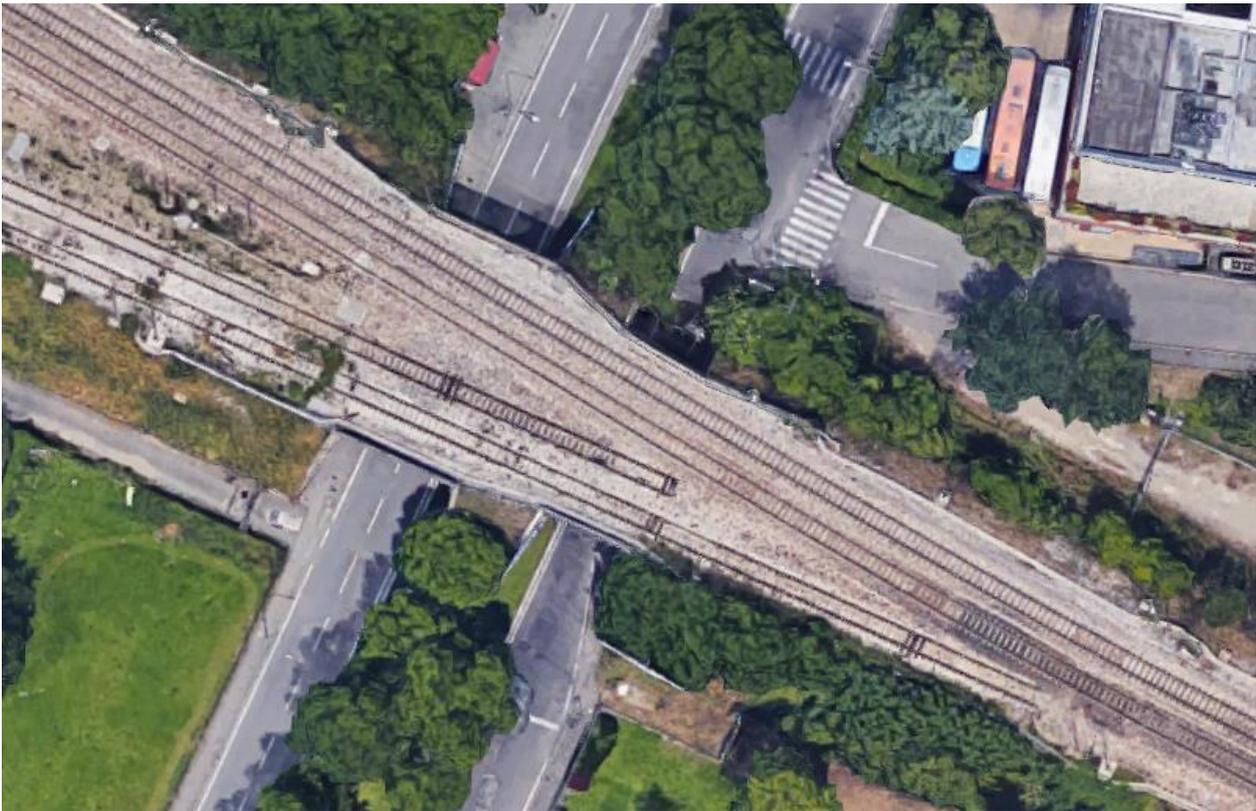


Figura: Foto area dell'area di intervento.

STATO DI PROGETTO

Per il dimensionamento geometrico del nuovo sottopasso, si è considerata la seguente sezione stradale tipica (dal lato destro al lato sinistro):

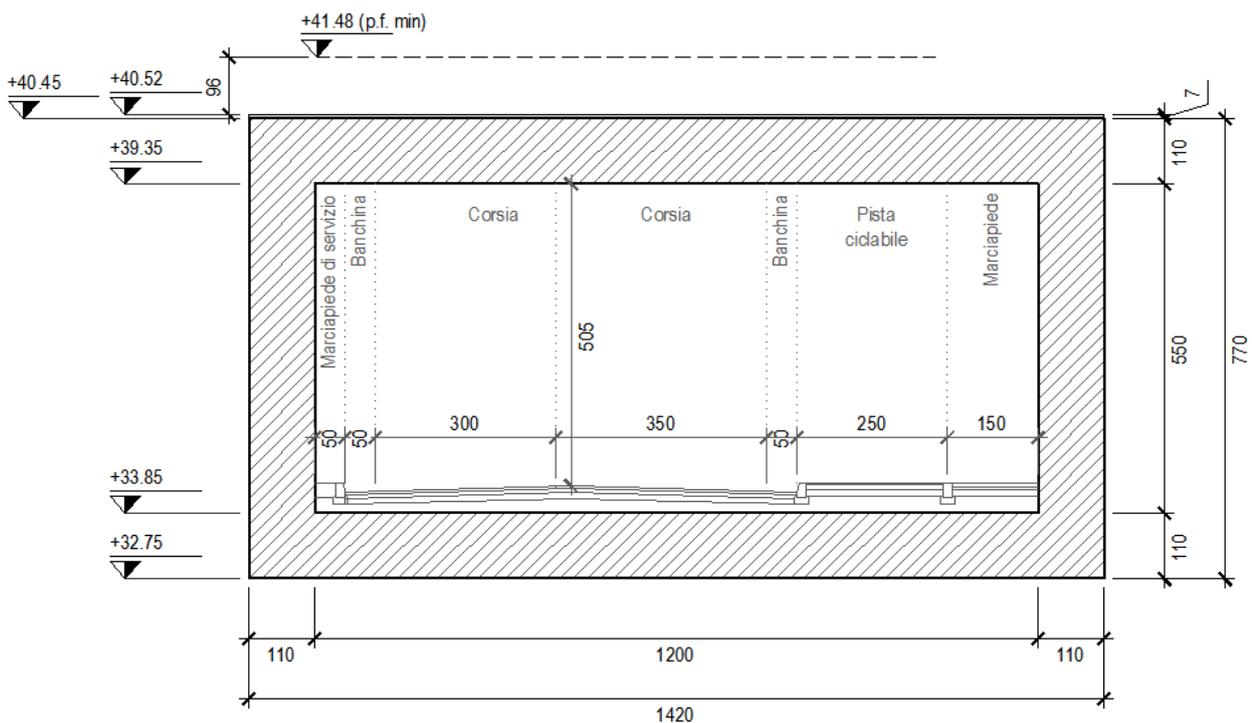
- Marciapiede: larghezza 1,50m
- Pista ciclabile: larghezza: 2,50m
- Banchina stradale esterna: larghezza 0,50m
- Corsia esterna: larghezza 3,50m
- Corsia interna: larghezza 3,00m
- Banchina stradale interna: larghezza 0,50m
- Marciapiede di servizio: larghezza 0,50m

La sezione stradale è conforme a quanto previsto dal DM 05/11/2001 per le strade urbane di tipo E con corsia esterna percorsa da autobus. La larghezza della pista ciclabile è idonea per due corsie, una per ogni senso di marcia ed è stata posta sopraelevata al livello del marciapiede.

Complessivamente la piattaforma stradale presenta una larghezza di 12 m con carreggiata stradale da 6,5 m.

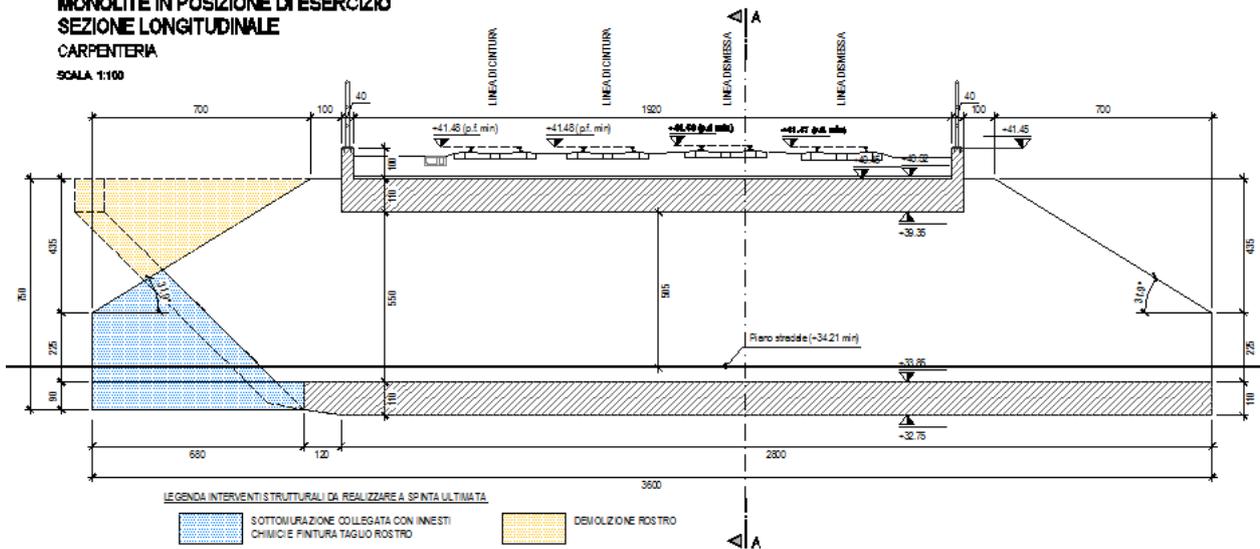
La soluzione costruttiva adottata per la realizzazione del nuovo sottopasso è quella del monolite infisso a spinta al di sotto del rilevato ferroviario.

Così come evidente nelle figure seguenti, il monolite presenta una sezione trasversale di dimensioni interne nette B x H pari a 12 m x 5,50 m, con solette superiore, inferiore e pareti laterali di spessore pari a 1,10 m. Le dimensioni esterne della sezione trasversale risultano quindi pari a 14,20 m x 7,70 m. La lunghezza del monolite è di circa 30 m, cui devono aggiungersi i due rostri frontali triangolari, sagomati a 45° e sormontati da una trave di collegamento, atta a consentire la corretta infissione del monolite. Il ricoprimento, cioè la distanza fra l'estradosso dell'opera e la quota minima del piano del ferro della linea di cintura, è di 103cm (96cm dalla cappa di protezione dell'impermeabilizzazione). La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi sopra apposita platea di varo realizzata a lato del rilievo ferroviario sul lato meridionale dell'attraversamento esistente.



Sezione trasversale del sottopasso

MONOLITE IN POSIZIONE DI ESERCIZIO
SEZIONE LONGITUDINALE
 CARPENTERIA
 SCALA 1:100



Sezione longitudinale del sottopasso

Terminata la fase di infissione, si procederà al completamento dell'opera nelle sagome finali; si procederà quindi alla demolizione dei due rostri e alla realizzazione in sottomurazione dei muri andatori lato spinta in continuità con il monolite previa adeguata impermeabilizzazione del giunto tra monolite e realizzazione di inghisaggi. Completano l'opera due pareti di chiusura/collegamento con i muretti di risvolto del sottopasso della carreggiata direzione centro città.

11.12. GALLERIA SAN DONNINO

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

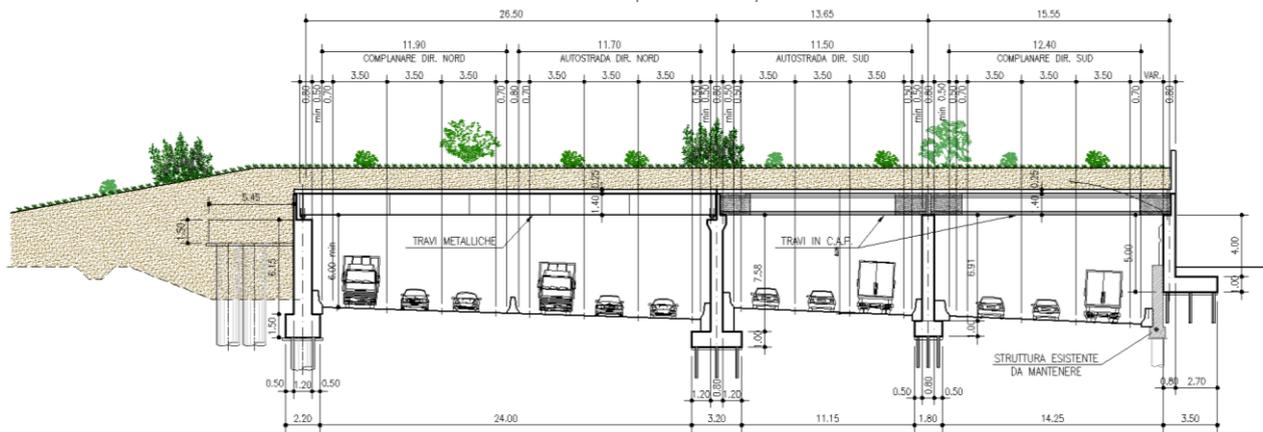
La nuova galleria si estenderà dalla sezione in adiacenza al cavalcavia stradale San Donato fino in adiacenza al cavalcavia ferroviario con un prolungamento ulteriore di 103 m oltre quest'ultimo cavalcavia.



Planimetria generale galleria fonica San Donnino

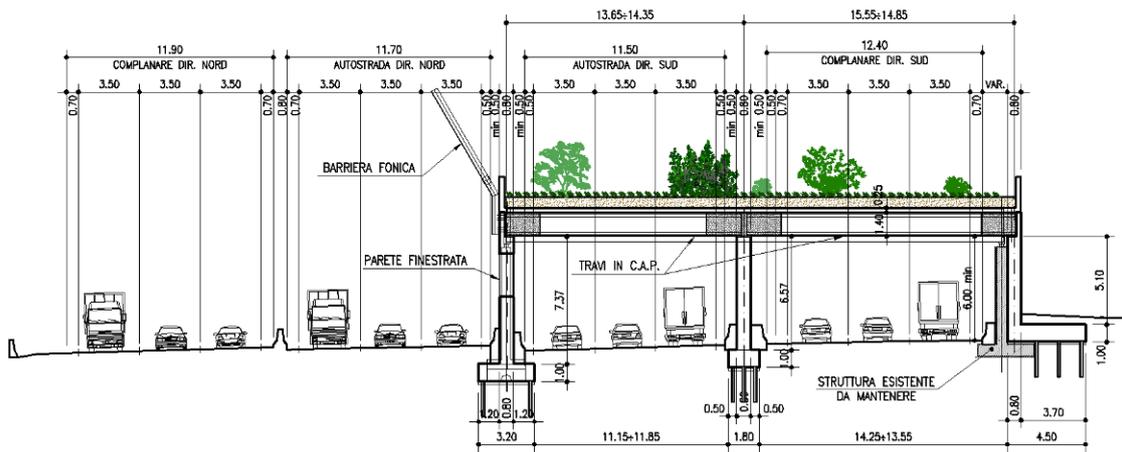
Nella tratta compresa tra i due cavalcavia, sulla copertura fonica sarà realizzato un parco pubblico accessibile da vari punti del contorno dell'opera.

La sezione trasversale della galleria, che ne determina la copertura, è estesa su tutte e 4 le vie di corsa dal cavalcavia San Donato per i primi 140 m. Tale soluzione è individuata come “**a tre canne**” poiché vede la compartimentazione della direzione Sud in due canne separate per A14 e tangenziale e un a sola canna per la direzione Nord.



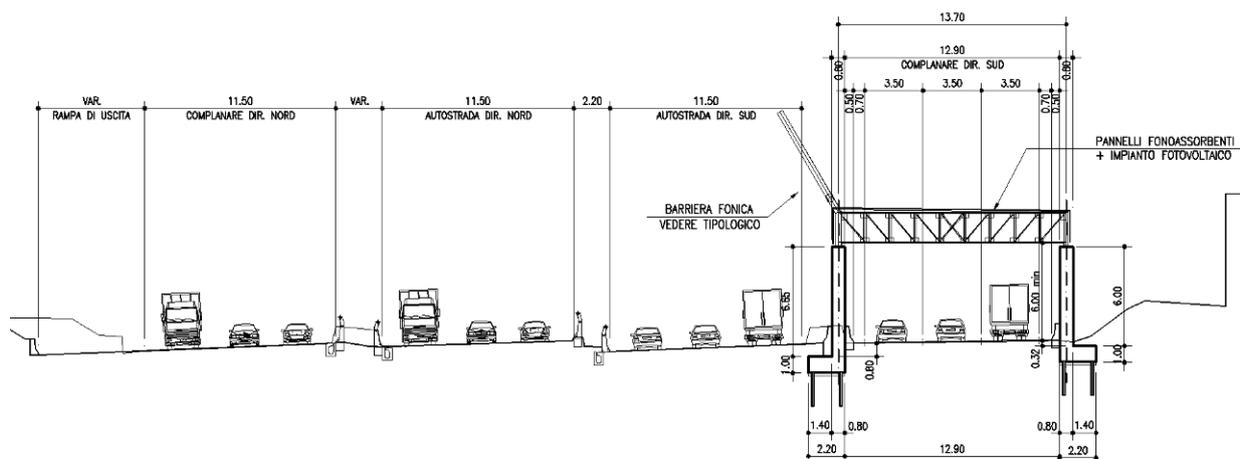
Sezione "a tre canne"

La galleria fonica prosegue verso il cavalcavia ferroviario con la copertura della sola direzione sud identificata come "a due canne" (su A14 e tangenziale separate).



Sezione "a due canne"

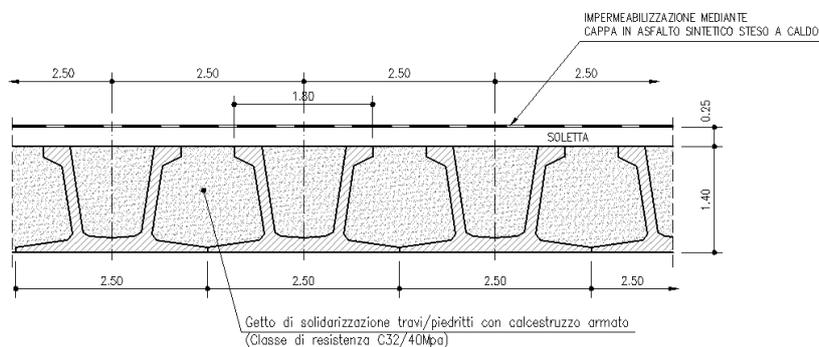
Oltre il cavalcavia ferroviario è coperta solo la tangenziale per 103 m (sezione "ad una canna").



Sezione "a una canna"

La soluzione strutturale per la realizzazione della copertura fonica prevede dei setti verticali in c.a. a sostegno della copertura che sarà realizzata come segue:

- Direzione Nord (A14 e tangenziale): impalcato misto in acciaio/calcestruzzo per un'altezza di 1.40+0.25 m su luce unica tra gli assi dei setti pari a 26.50 m. Le travi avranno interasse pari a 4.00 m e saranno collegate da traversi tralicciati a "K" disposti ad interasse pari a 5.28 m. Il sistema di travi in acciaio/calcestruzzo sarà incernierato al piedritto in spartitraffico A14 (vincoli fissi) mentre sarà semplicemente appoggiato (vincoli multidirezionali) sulla spalla lato Nord.
- Direzione Sud (A14 e tangenziale): impalcato in travi prefabbricate in calcestruzzo per un'altezza di 1.40+0.25 m su due luci variabili tra gli assi dei setti pari a (13.65+15.55) m e (14.35+14.85) m.

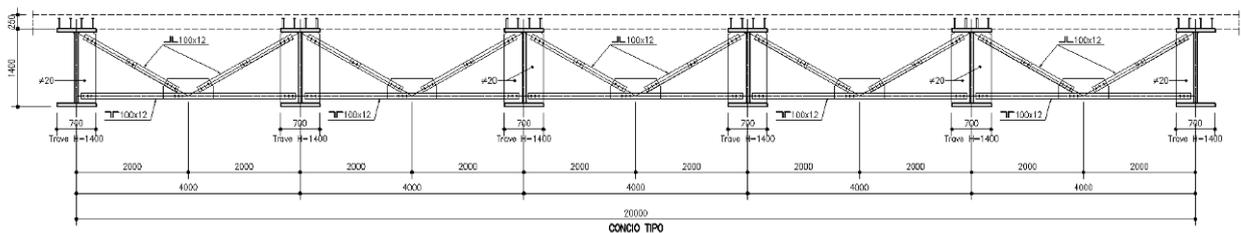


Sezione tipo impalcato in calcestruzzo

Le travi sono disposte ad interasse di 2.50 m (variabile per le zone in curva) e presentano sezione a cassoncino. In corrispondenza dei setti per esigenze di rigidità statica e per meglio compartimentare le canne, le travi saranno rigidamente connesse ai piedritti con getti di completamento di seconda fase.

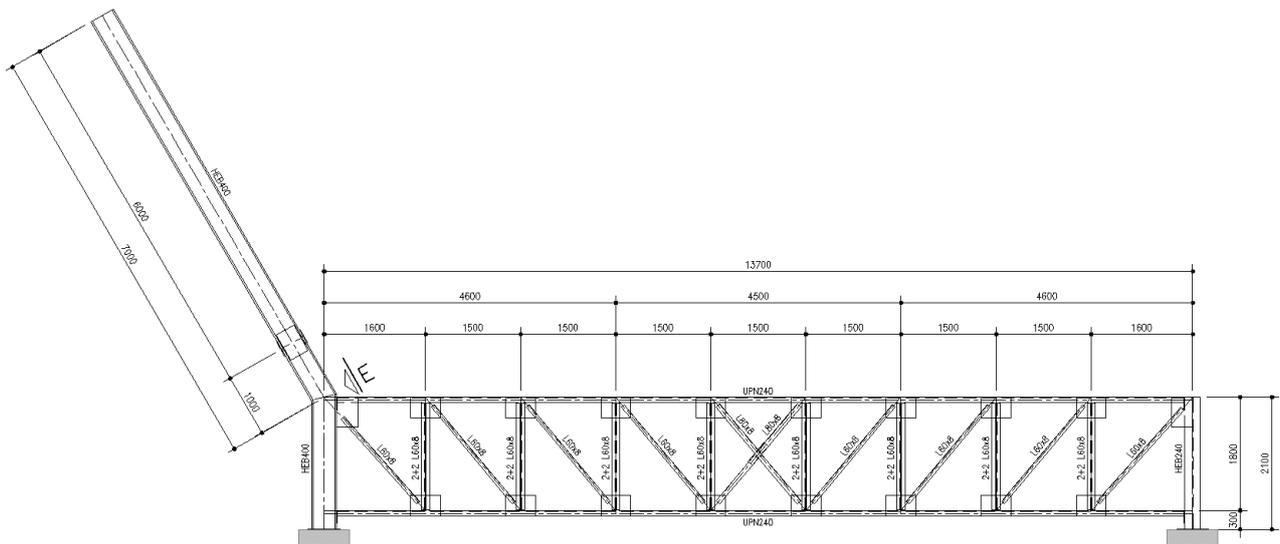
- Direzione Sud oltre il CV ferroviario: copertura con struttura reticolare leggera (solo copertura) in acciaio.

La copertura è realizzata con reticolari leggere di ingombro totale massimo pari a 2.00 m, disposte ad interasse pari a 4.00 m e vincolate longitudinalmente in blocchi di lunghezza pari a 28.00 m.



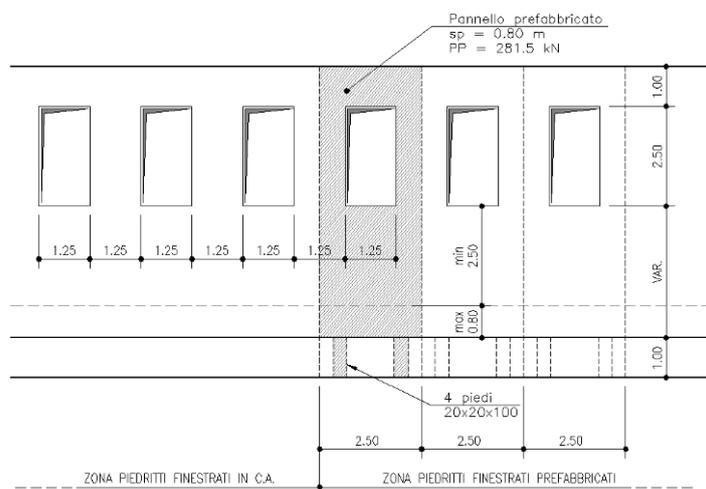
Sezione tipo impalcato in acciaio

La struttura metallica è vincolata rigidamente (vincolo fisso) alla spalla esterna e con dispositivi scorrevoli (unidirezionali trasversali) sul piedritto tra A14 e tangenziale.



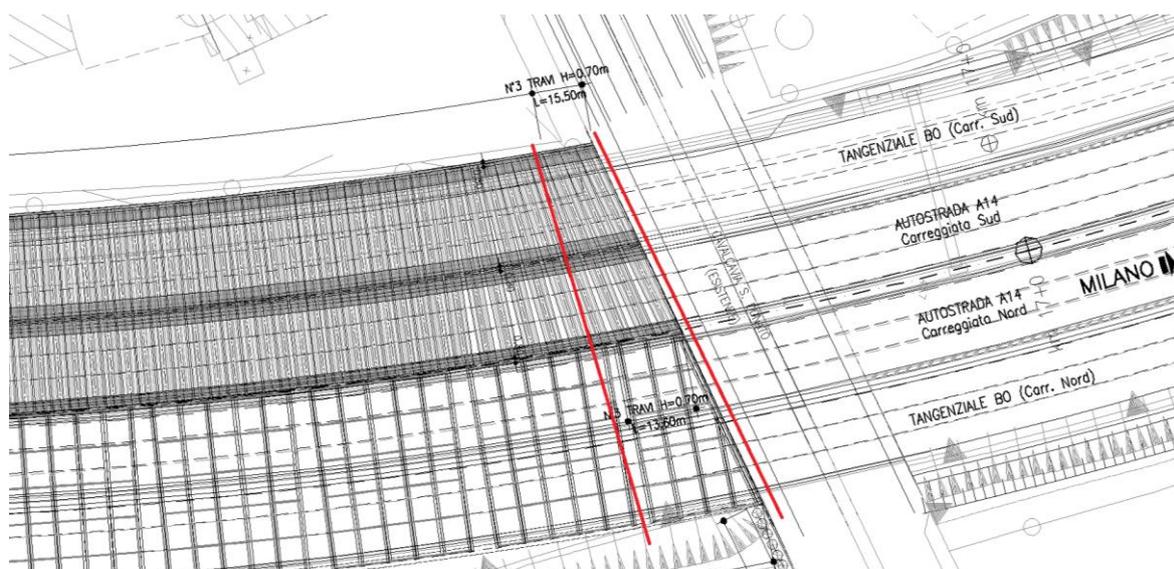
Sezione trasversale copertura solo fonica

La scelta della diversa tipologia per la direzione Sud (in calcestruzzo) rispetto alla Nord (in acciaio/calcestruzzo) è dovuta ad esigenze di resistenza all'incendio per le canne Sud ($L > 500$ m). Nella seconda tratta i setti in c.a. in spartitraffico della A14 saranno realizzati con elementi prefabbricati e prevedranno delle aperture per aerazione.

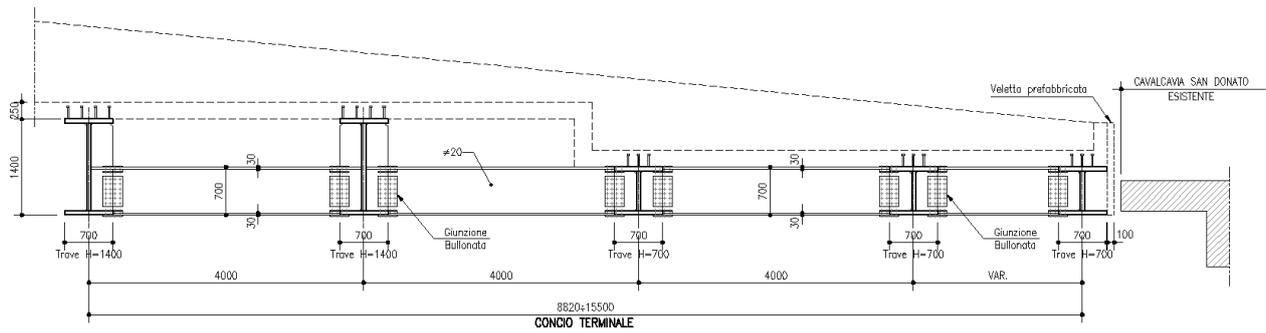


Pannelli prefabbricati finestrati

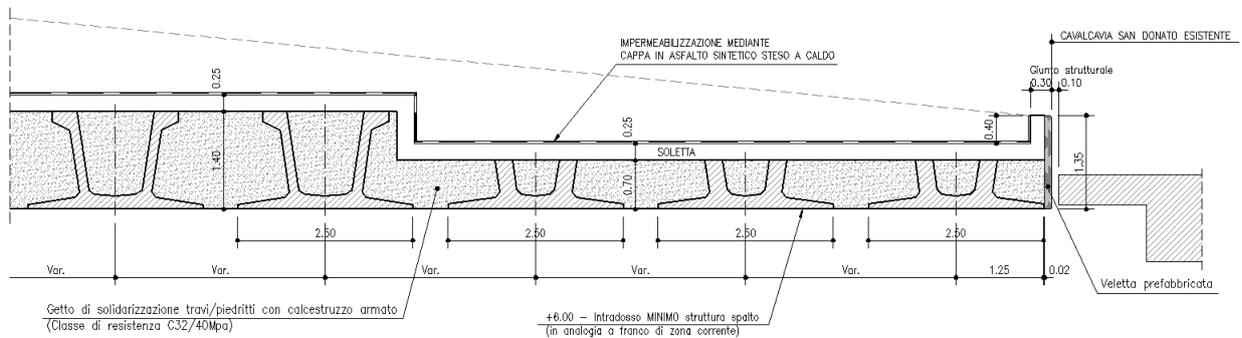
In questa tratta e oltre il CV ferroviario è presente verso la via di corsa della direzione Nord una barriera fonoassorbente a sbalzo di lunghezza totale pari a 7.00 m e inclinata di 60° sull'orizzontale. In adiacenza al cavalcavia stradale di via San Donato è previsto un abbassamento delle struttura portanti per realizzare uno "spalto" che garantisca la continuità visuale dalla pista ciclabile del cavalcavia verso il parco sulla galleria



Planimetria zona spalto



Sezione travi portanti in acciaio sotto spalto



Sezione travi portanti in calcestruzzo sotto spalto

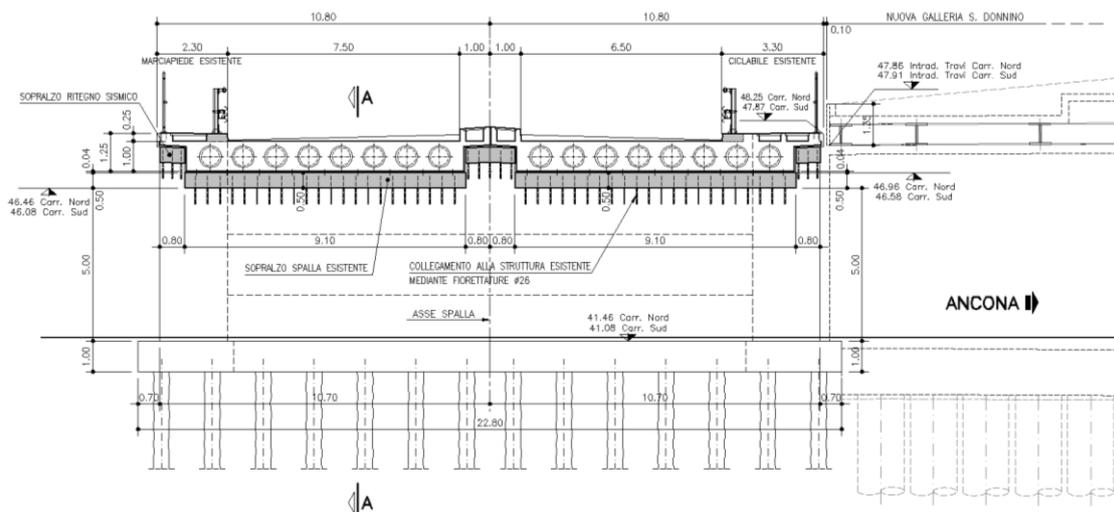
11.13. CAVALCAVIA STRADALI

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

- Via Benazza (progr. km 11+603) – rifacimento in sede
- Via Cristoforo Colombo (progr. km 12+507) – rifacimento in sede (traslazione)
- Cavalcavia di svincolo Fiera (progr. km 15+770) – rifacimento fuori sede
- Via del terrapieno – svincolo 10 (progr. km 17+850) – rifacimento in sede (traslazione)
- Cavalcavia Svincolo 11bis rampe 03TS e 04TS (su Via Lenin) – rifacimento in sede

I cavalcavia stradali esistenti di Via San Donato svincolo 9 (progr. km 17+039) e il cavalcavia di svincolo Viale Europa (progr. km 16+417), la cui luce è compatibile con l'ampliamento, non saranno ricostruiti. In corrispondenza delle opere saranno comunque sostituite le barriere di sicurezza esistenti. Per quanto riguarda il cavalcavia di Via San Donato è inoltre previsto il sollevamento di 50cm e la sostituzione di appoggi e giunti.

Tale intervento prevede la realizzazione di un nuovo cordolo in testa pila e sulla sommità delle spalle. L'intervento non è significativo per l'aggravio dell'impegno statico.



Adeguamento cavalcavia San Donato – Sezione trasversale su spalla

Cavalcavia di via Benazza

Il cavalcavia in oggetto sostituisce un cavalcavia esistente alla pk 11+603 per il quale è prevista la demolizione e rifacimento in sede con l'interruzione del traffico veicolare.

Il nuovo cavalcavia è realizzato con sezione a via inferiore e travi laterali reticolari in acciaio a luce unica pari a 70.0 m tra gli appoggi. L'attuale pila in spartitraffico sarà demolita.

Per esigenze di livelletta stradale l'andamento della superficie pavimentata presenta un massimo in mezzzeria impalcato per un dislivello netto tra spalle e mezzzeria pari a 0.50 m. Al fine di minimizzare la ricarica di pavimentazione, tutto l'impalcato sarà realizzato con una contromonta che, al netto delle deflessioni dei carichi permanenti, presenterà un andamento che accompagni la livelletta stradale e quindi una differenza di quota tra allineamento delle spalle e mezzzeria pari a 0.50 m.

L'impalcato è costituito da traversi metallici principali e secondari (alternati) con sezione ad "I" di altezza pari a 0.80 m e disposti ad interasse pari a 2.50 m. La soletta realizzata in c.a. di spessore pari a 0.25 m.

I traversi principali e secondari sono collegati alle travi reticolari laterali mediante connessioni bullonate necessarie per la corretta fasizzazione costruttiva dell'opera.

Le fasi costruttive possono essere così sintetizzate:

1. realizzazione sottostrutture (spalle);
2. demolizione impalcato esistente;
3. realizzazione pile provvisorie (due su carreggiata – schema statico temporaneo su tre campate);
4. posa in opera della prima trave reticolare laterale (con eventuali dispositivi stabilizzanti temporanei);
5. posa in opera della seconda trave reticolare laterale (con eventuali dispositivi stabilizzanti temporanei);
6. posa in opera del primo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
7. posa in opera del secondo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
8. posa in opera del terzo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
9. avvicinamento delle parti e realizzazione connessioni bullonate;
10. rimozione pile provvisorie;
11. lavorazioni di completamento.

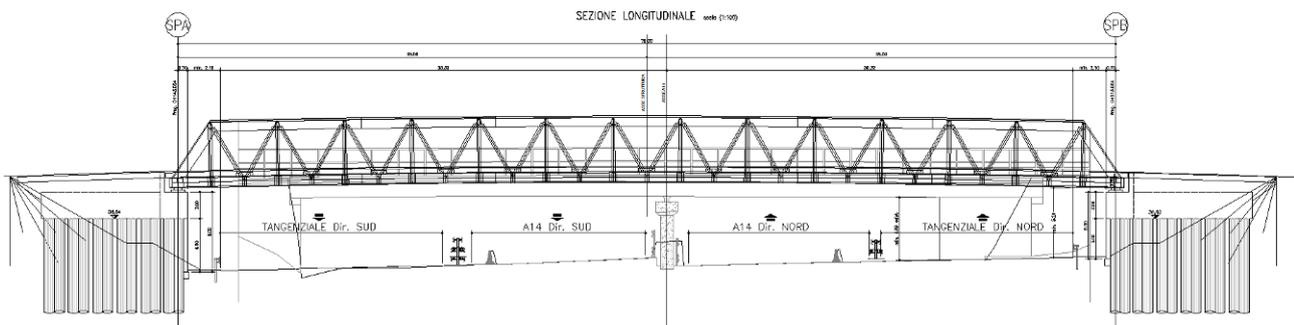
La geometria del prospetto delle reticolari preveder dei bracci inclinati e verticali con passo pari a 5.00 m per un totale di 14 campi sulla luce da 70.0 m.

Le travi reticolari sono composte da un corrente superiore con sezione a "T" di larghezza variabile tra 0.80 m (verso gli appoggi) e 1.00 m (in mezzeria) e altezza pari a 0.80 m. La stessa sezione a "T" del corrente superiore rivolta verso il basso negli ultimi bracci diagonali della reticolare in corrispondenza degli appoggi.

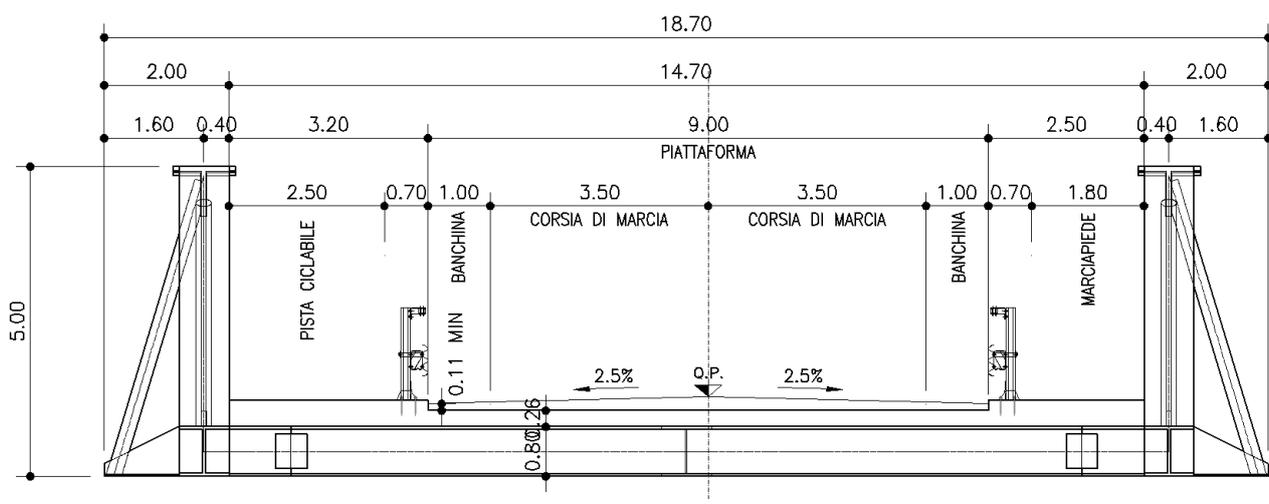
Il corrente inferiore è costituito da una sezione a "I" di ingombro pari a 0.80 m x 0.80 m.

I bracci della reticolare sono costituiti da tubolari metallici di diametro esterno pari a 244.5 mm e spessori variabili a seconda della posizione in funzione dell'impegno statico. I bracci diagonali (in prospetto) sono disposti sul piano verticale assiale della reticolare, mentre quelli verticali sono inclinati dall'alto verso il basso verso l'esterno sul prolungamento dei traversi principali (passafuori). L'impalcato è poggiante su 4 dispositivi elastomerici (isolatori) disposto all'intradosso dei correnti inferiori delle reticolari in corrispondenza dell'asse di traverso di spalla.

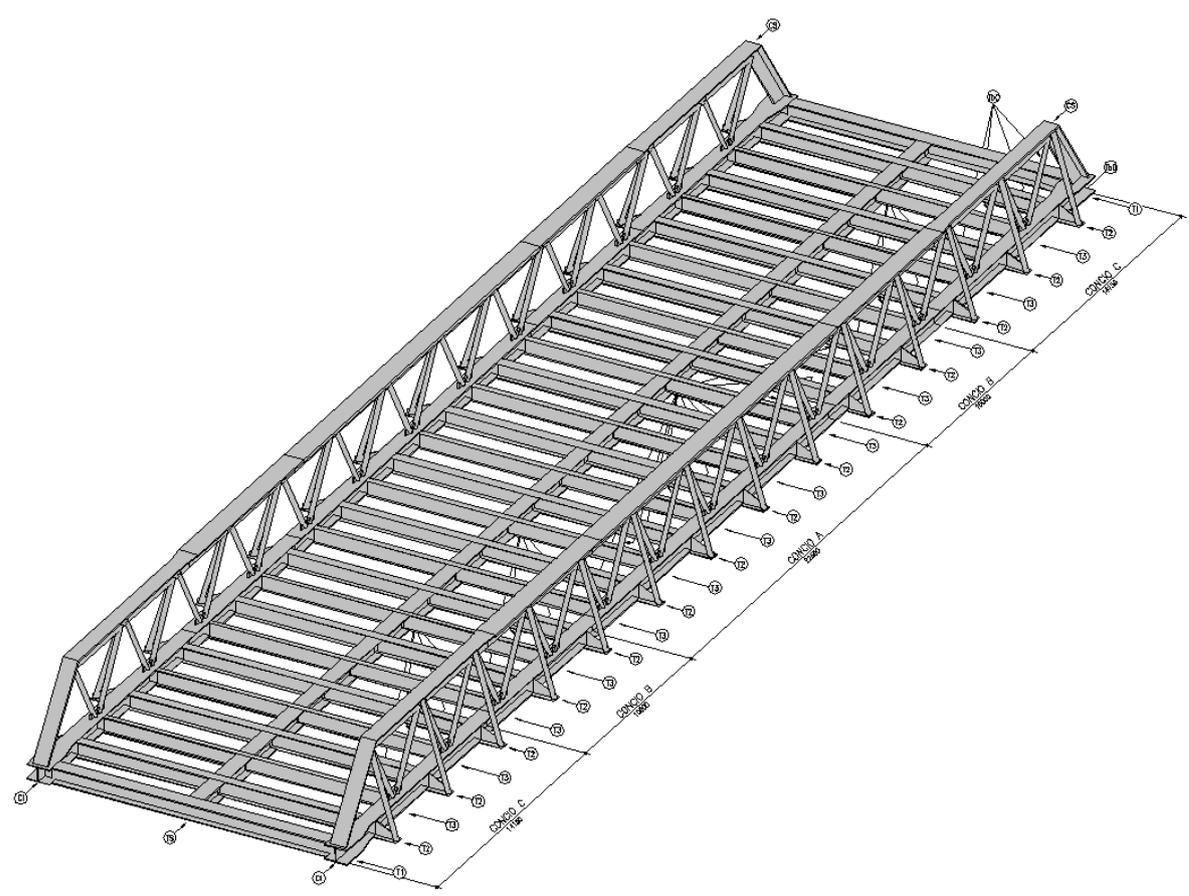
Le spalle del cavalcavia sono di tipo passante e realizzate con un cordolo superficiale in c.a. di dimensioni pari a 2.00 m x 2.05 m e paraghiaia di spessore pari a 0.35 m, su pali di diametro pari a 1.50 m.



Sezione longitudinale



Sezione impalcato



vista assometrica delle strutture metalliche

Cavalcavia di via Colombo

Il cavalcavia in oggetto sostituisce un cavalcavia esistente alla pk 12+507 per il quale è prevista la demolizione e rifacimento in sede con la deviazione temporanea del traffico veicolare.

Il cavalcavia nuovo, come pure quello esistente, presenta un'inclinazione dell'impalcato di 60° rispetto all'asse autostradale sottostante.

Il nuovo cavalcavia è realizzato travi portanti in acciaio con sezione ad "I" e soletta collaborante in calcestruzzo su due campate da 42.0 m di luce di calcolo per un totale di 84.0 m in asse spalle.

L'impalcato è costituito da 9 travi longitudinali di altezza pari a 1.30 m ad interasse pari a 2.00 m con soletta in c.a. dello spessore di 0.25 m.

Le travi sono collegate tra loro da traversi di spalla e di pila a tutta altezza e da traversi intermedi ribassati ($h = 0.50$ m) che le collegano a gruppi di 3.

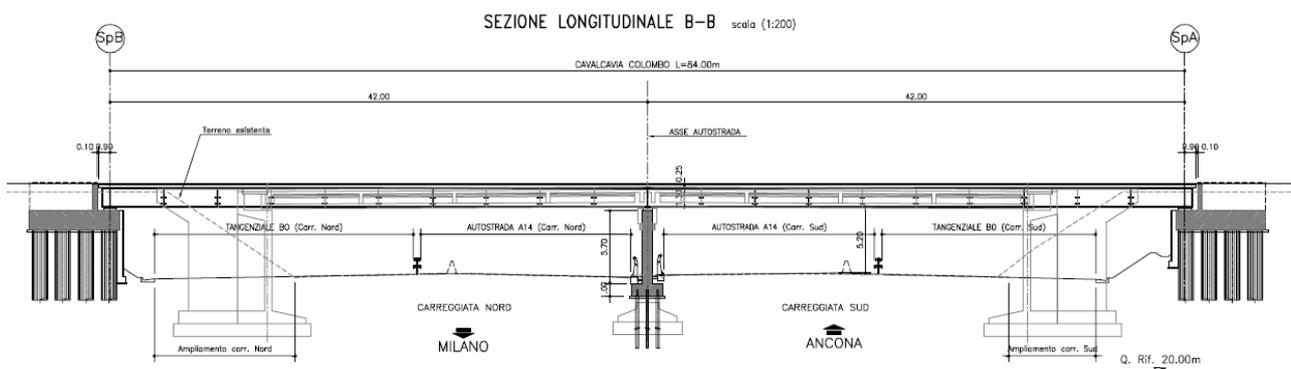
La larghezza totale di impalcato in retto è pari a 20.20 m comprensivi di una sede stradale da 14.50 m e due cordoli laterali su cui sono installate le barriere di sicurezza di larghezza pari a 2.50 m (con marciapiede da 1.80 m) e 3.20 m (con pista ciclabile da 2.50 m).

Ai lati della soletta di impalcato saranno installate delle reti di protezione di valore architettonico.

L'impalcato è poggiante su 3 dispositivi elastomerici (isolatori) per ogni allineamento di vincolo (2 spalle e la pila centrale) disposti all'intradosso dei correnti inferiori delle travi centrali del gruppo di 3 in corrispondenza dell'asse di traverso di appoggio.

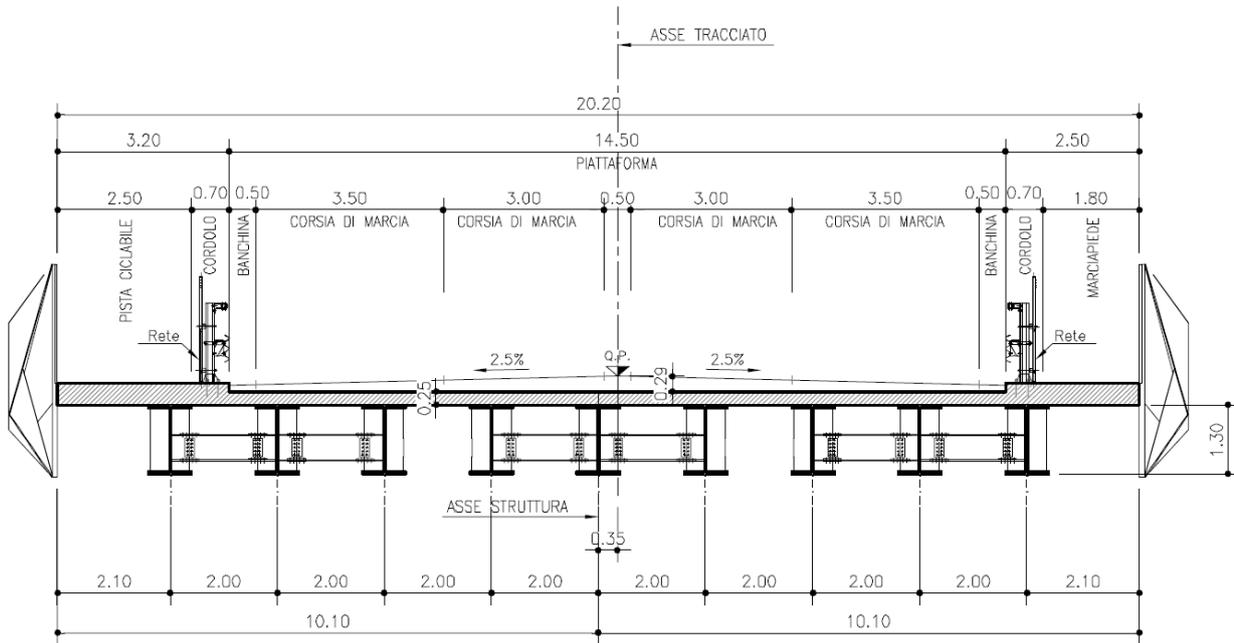
Le spalle del cavalcavia sono di tipo passante e realizzate con un cordolo superficiale in c.a. di dimensioni rette pari a 6.00 m x 1.50 m e paraghiaia di spessore pari a 0.50 m, su pali di diametro pari a 1.20 m.

La pila centrale presenta un paramento in c.a. di spessore pari a 0.80 m e rastremato alle estremità e altezza pari a 5.70 m. la suola di fondazione del paramento presenta dimensioni pari a 2.40 m x 1.00 m per 22.00 m di lunghezza.



sezione longitudinale del cavalcavia di via Colombo

Il cavalcavia di via Colombo è del tipo a via di corsa superiore con travi a doppio "T" in acciaio e soletta collaborante in cls a due luci di lunghezza pari a 42m con pila centrale in spartitraffico.



sezione trasversale del cavalcavia di Via Colombo

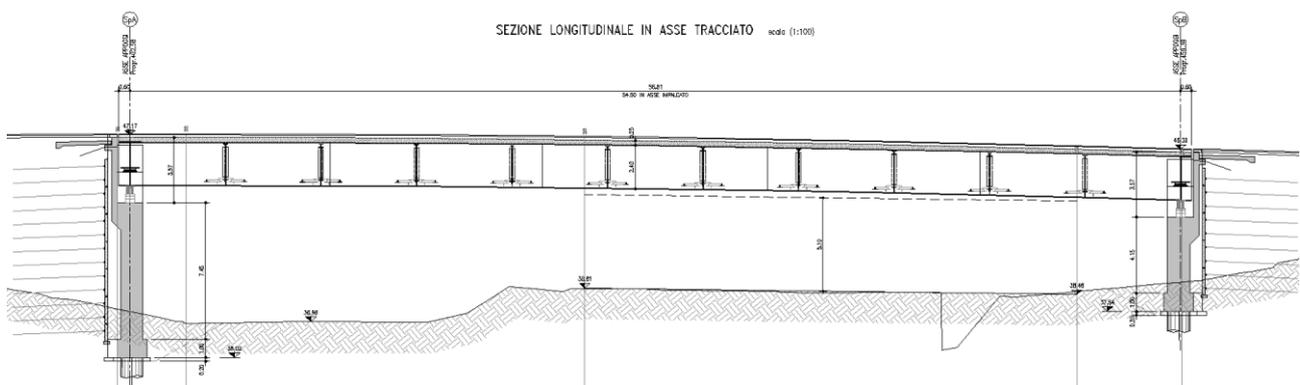
Cavalcavia di svincolo Fiera

L'opera consta di un'unica campata, ordita tra due spalle in c.a., denominate rispettivamente "spalla 1" e "spalla 2" di luce pari a 54.5m e larghezza complessiva di soletta pari a 13.10 m.

La tipologia strutturale prescelta è quella del grigliato composto acciaio calcestruzzo, formato da:

- 2 allineamenti di travi longitudinali a doppio T, in composizione strutturale con la soletta, disposte ad interasse trasversali pari a 4.955 m.
- 2 traversi di spalla, disposti a collegare i 2 allineamenti di trave
- 10 traversi intermedi reticolari verticali a K formati da doppi profili L in composizione bullonata, disposti a collegare a coppie gli allineamenti delle travi principali.

Lo schema statico adottato è quello di travi semplicemente appoggiate in corrispondenza delle spalle. L'impalcato è composto da un cassoncino torsio-rigido realizzato con due travi ad altezza costante connesse fra loro mediante traversi reticolari verticali a K e da un controvento orizzontale di torsione, disposto inferiormente.



Sezione longitudinale

La luce netta delle travi longitudinali, che risultano ordite parallelamente, è pari a 54.5 m; la luce complessiva, considerato il retrotrave da 60 cm, è pari a 55.7 m.

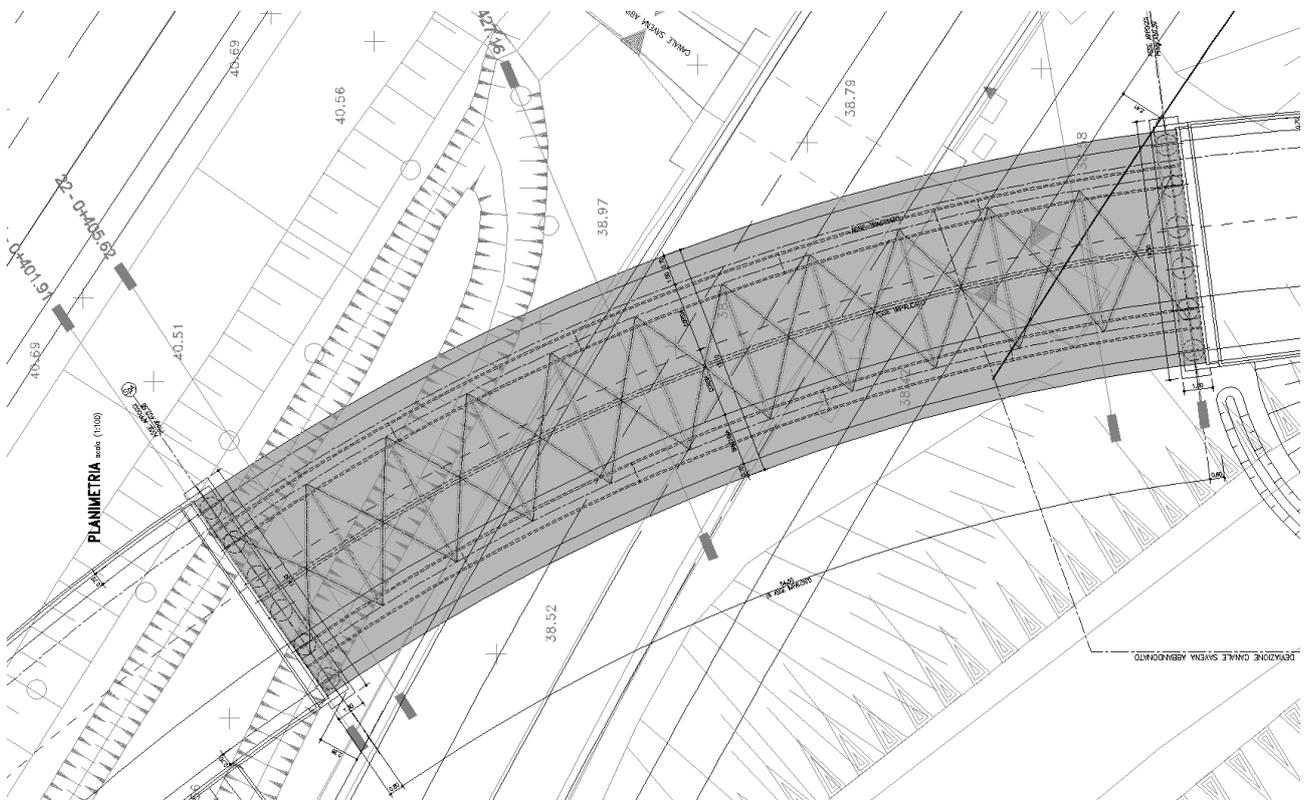
L'altezza complessiva dell'opera è pari a 2.65 m (trave metallica da 2.40 m + soletta da 0.25 m), per cui consegue un rapporto luce-altezza da 1/22.

L'assieme formato da travi e traversi è stabilizzato, prima della realizzazione della soletta, da un sistema di controventi di montaggio formato da profili 2L120x10, che collegano orizzontalmente le due travi.

Tutte le giunzioni tra conci delle travi longitudinali sono previste realizzate mediante saldature p.p. a pié d'opera.

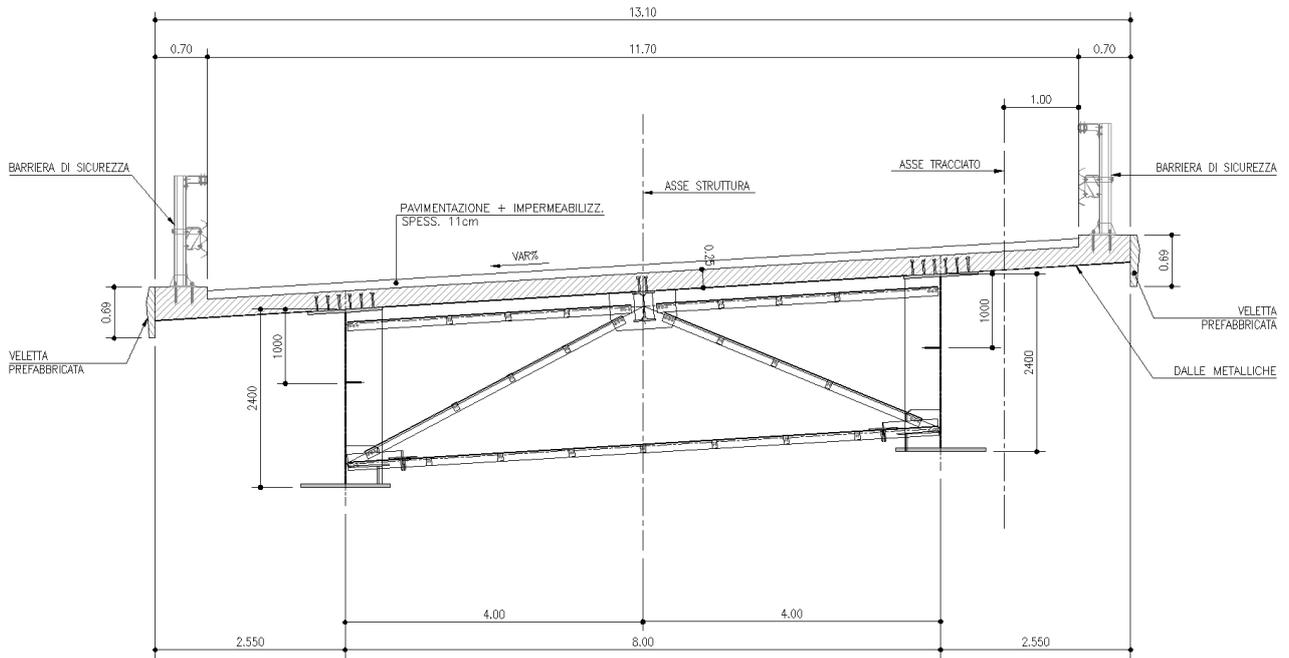
La soletta in calcestruzzo è realizzata con l'ausilio di coppella collaborante in acciaio, di spessore 4mm. Lo spessore complessivo del pacchetto in calcestruzzo è pari a 250 mm.

La soletta, di larghezza costante pari a 13.1 m ospita un piano viabile da 11.7 m, due cordoli laterali di larghezza pari a 0.70 m che ospitano le barriere di sicurezza.



Planimetria

SEZIONE TIPO IMPALCATO scala (1:50)



Sezione tipo

Cavalcavia di via Terrapieno

Il cavalcavia in oggetto sostituisce un cavalcavia esistente alla pk 11+603 per il quale è prevista la demolizione e rifacimento in sede con l'interruzione del traffico veicolare.

Il nuovo cavalcavia è realizzato con sezione a via inferiore e travi laterali reticolari in acciaio a luce unica pari a 70.0 m tra gli appoggi. L'attuale pila in spartitraffico sarà demolita.

Per esigenze di livelletta stradale l'andamento della superficie pavimentata presenta un massimo in mezzzeria impalcato per un dislivello netto tra spalle e mezzzeria pari a 0.50 m. Al fine di minimizzare la ricarica di pavimentazione, tutto l'i palcato sarà realizzato con una contromonta che, al netto delle deflessioni dei carichi permanenti, presenterà un andamento che accompagni la livelletta stradale e quindi una differenza di quota tra allineamento delle spalle e mezzzeria pari a 0.50 m.

L'impalcato è costituito da traversi metallici principali e secondari (alternati) con sezione ad "I" di altezza pari a 0.80 m e disposti ad interasse pari a 2.50 m. La larghezza netta dell'impalcato è pari a 14.70 m entro i quali è disposta la soletta realizzata in c.a. di spessore pari a 0.25 m.

I traversi principali e secondari sono collegati alle travi reticolari laterali mediante connessioni bullonate necessarie per la corretta fasizzazione costruttiva dell'opera.

Le fasi costruttive possono essere così sintetizzate:

1. realizzazione sottostrutture (spalle);
2. demolizione impalcato esistente;
3. realizzazione pile provvisorie (due su carreggiata – schema statico temporaneo su tre campate);
4. posa in opera della prima trave reticolare laterale (con eventuali dispositivi stabilizzanti temporanei);
5. posa in opera della seconda trave reticolare laterale (con eventuali dispositivi stabilizzanti temporanei);
6. posa in opera del primo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
7. posa in opera del secondo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
8. posa in opera del terzo (di tre) blocchi di graticcio di impalcato;
9. avvicinamento delle parti e realizzazione connessioni bullonate;
10. rimozione pile provvisorie;
11. lavorazioni di completamento.

Lateralmente rispetto alla sede viabile sono presenti un marciapiede di larghezza netta pari a 1.80 m da un lato e una pista ciclabile di larghezza netta pari a 3.50 m dall'altro lato.

Le due travi reticolari di altezza totale pari a 5.00 m, presentano una larghezza netta pari a 2.00 m l'una portando la larghezza totale del viadotto "fuori tutto" a 18.70 m.

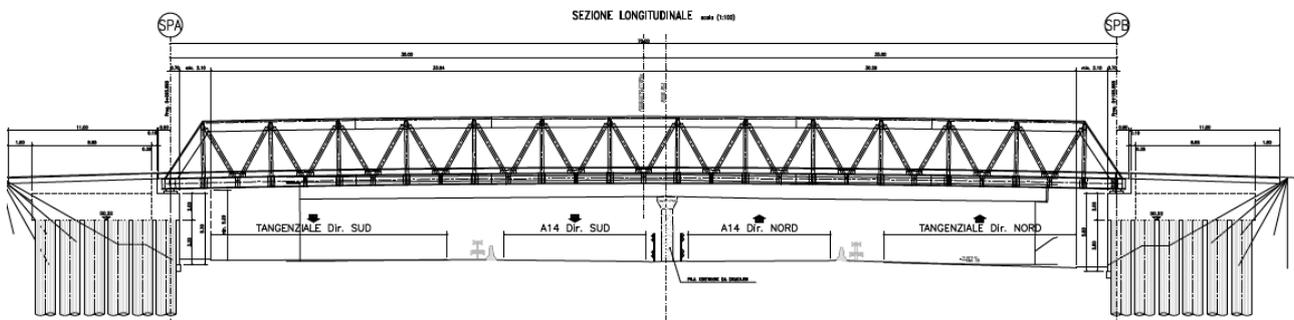
La geometria del prospetto delle reticolari prevede dei bracci inclinati e verticali con passo pari a 5.00 m per un totale di 14 campi sulla luce da 70.0 m.

Le travi reticolari sono composte da un corrente superiore con sezione a "T" di larghezza variabile tra 0.80 m (verso gli appoggi) e 1.00 m (in mezzeria) e altezza pari a 0.80 m. La stessa sezione a "T" del corrente superiore risvolta verso il basso negli ultimi bracci diagonali della reticolare in corrispondenza degli appoggi.

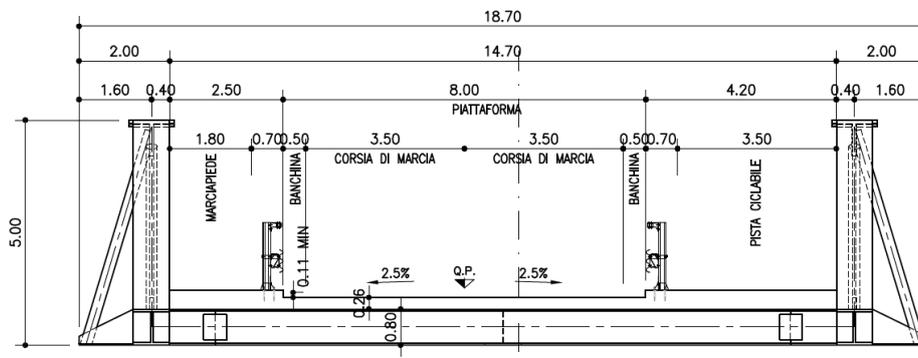
Il corrente inferiore è costituito da una sezione a "I" di ingombro pari a 0.80 m x 0.80 m.

I bracci della reticolare sono costituiti da tubolari metallici di diametro esterno pari a 244.5 mm e spessori variabili a seconda della posizione in funzione dell'impegno statico. I bracci diagonali (in prospetto) sono disposti sul piano verticale assiale della reticolare, mentre quelli verticali sono inclinati dall'alto verso il basso verso l'esterno sul prolungamento dei traversi principali (passafuori). L'impalcato è poggiante su 4 dispositivi elastomerici (isolatori) disposto all'intradosso dei correnti inferiori delle reticolari in corrispondenza dell'asse di traverso di spalla.

Le spalle del cavalcavia sono di tipo passante e realizzate con un cordolo superficiale in c.a. di dimensioni pari a 2.00 m x 2.05 m e paraghiaia di spessore pari a 0.35 m, su pali di diametro pari a 1.50 m.



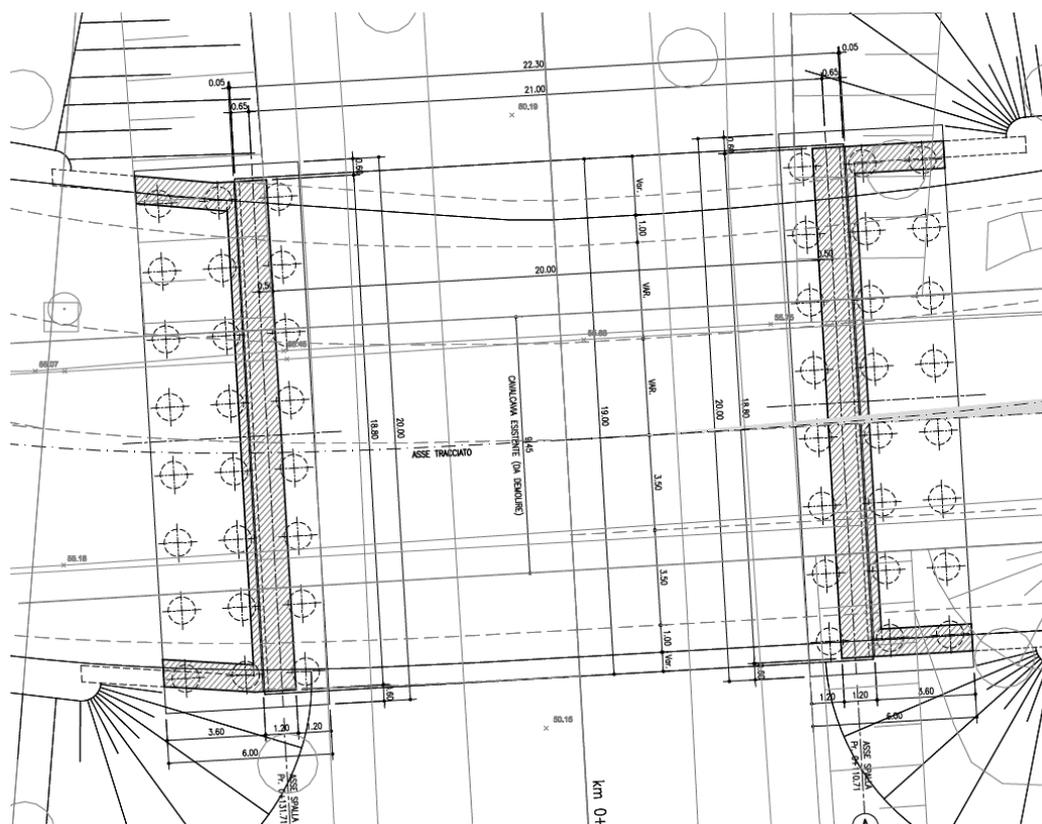
sezione longitudinale del cavalcavia di via del Terrapieno



sezione trasversale del cavalcavia di via del Terrapieno

Cavalcavia Svincolo 11bis – Via Lenin

Il potenziamento delle rampe 03TS e 04TS dello svincolo 11bis – Via Lenin comporta la necessità di adeguare l'opera esistente prevedendo la demolizione e la ricostruzione in sede di un nuovo cavalcavia.

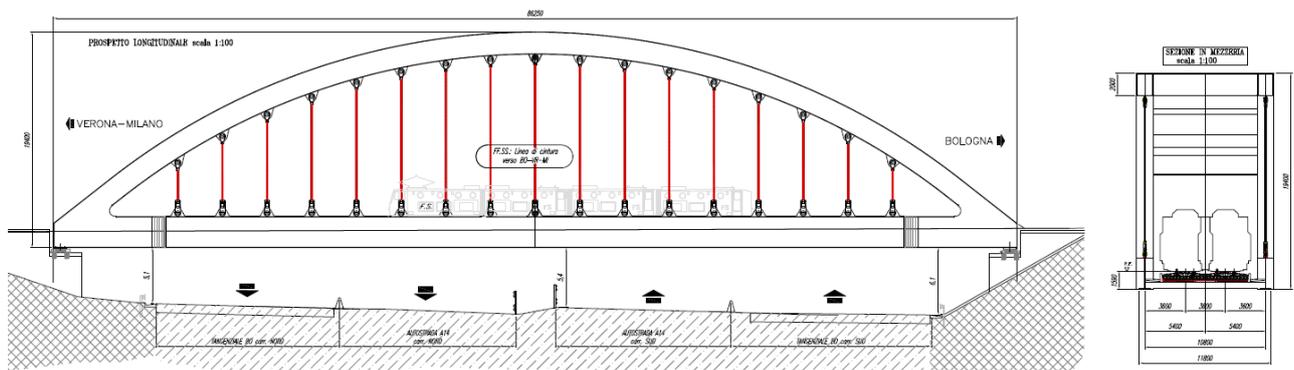


piano del cavalcavia svincolo 11bis

L'impalcato è costituito da 36 travi prefabbricate in C.A.P. a "T" rovescio di altezza pari a 40cm, luce pari a 21,80m e una soletta gettata in opera di spessore 20cm.

11.14. CAVALCAVIA FERROVIARI

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



sezione longitudinale e trasversale dei cavalcavia ferroviari

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fasi di montaggio degli impalcati

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

Le fasi previste sono le seguenti:

- 1) L'impalcato viene preassemblato in sezioni della lunghezza di un concio nella zona di stoccaggio degli elementi sopradescritta. Ogni sezione è composta dalle travi catena collegate con tutti i traversi intermedi.
- 2) Queste sezioni di impalcato vengono trasportate nottetempo nella zona di montaggio, sfruttando delle chiusure parziali delle corsie di tangenziale e autostrada.
- 3) La zona di assemblaggio dell'impalcato è stata preparata predisponendo 4 pile provvisorie nelle fasce disponibili tra le corsie della tangenziale e dell'autostrada ed alcuni altri appoggi temporanei intermedi.

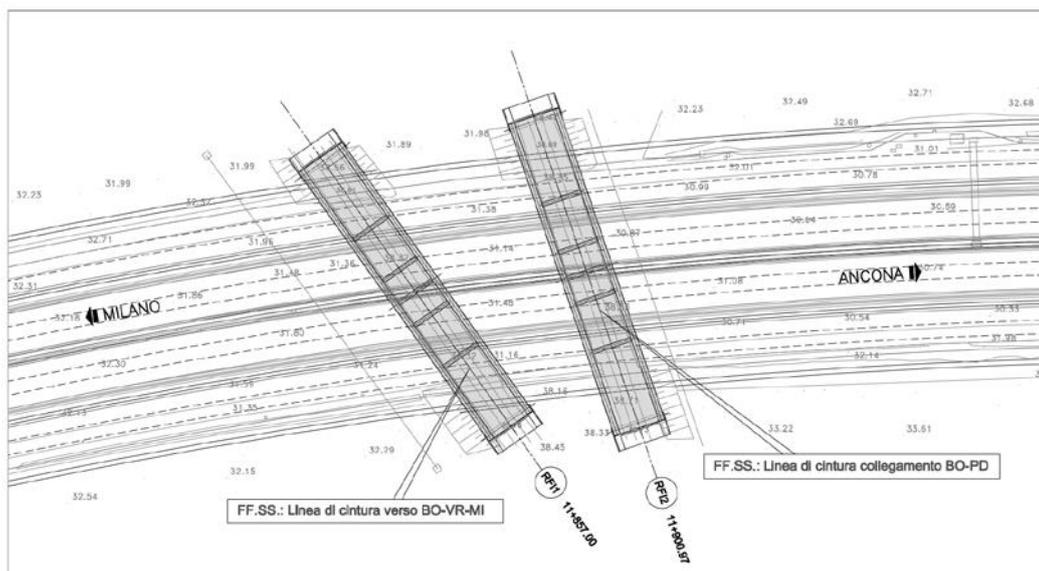
4) Mediante l'utilizzo di gru di grande portata la varie sezioni di impalcato vengono sollevate e posizionate in quota. Saranno previsti giunti provvisori di montaggio per consentire più rapidi collegamenti tra le sezioni al fine di garantire la riapertura dell'autostrada il giorno successivo.

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

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

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

- Ambito Linee di Cintura (BO - VR - MI e Bo - PD) (progr. km 11+857 e progr. km 11+901)

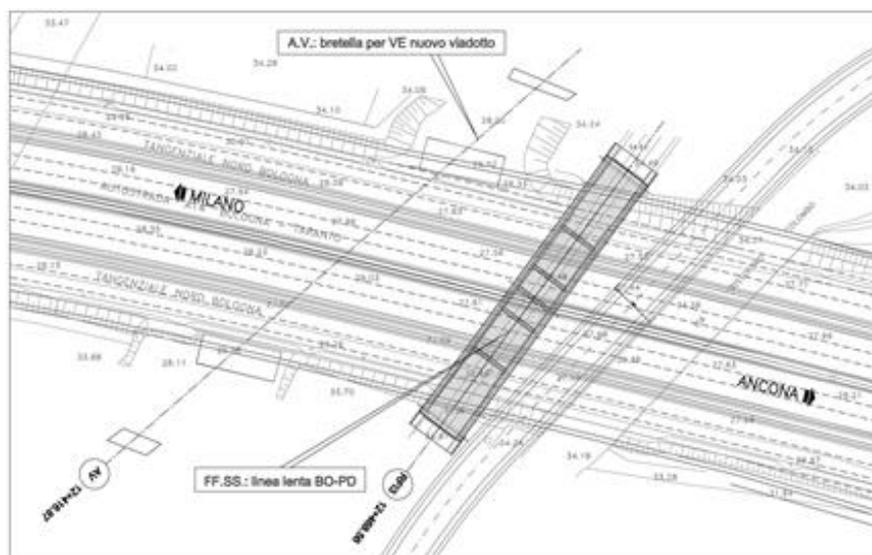


Si prevede la realizzazione di un nuovo cavalcavia a unica sede nell'area interclusa, da utilizzare in fase di cantiere per realizzare deviazioni provvisorie ed utilizzare a fine lavori come sede definitiva della linea BO-PD.

In ogni caso la soluzione ipotizzata dovrà essere concordata nel dettaglio con RFI, ferma restando la necessità di evitare in linea generale l'interruzione del servizio ferroviario.

Laddove si verifici la mancata condivisione delle scelte di progetto da parte di RFI, gli attraversamenti ferroviari saranno trattati come punti singoli mediante il restringimento della sezione stradale.

- Ambito linea lenta Bo - PD e via C. Colombo (progr. km 12+468)



Il nuovo impalcato ferroviario sarò realizzato fuori sede e traslato ortogonalmente al suo asse nella posizione finale interrompendo per il tempo concordato il servizio di linea.

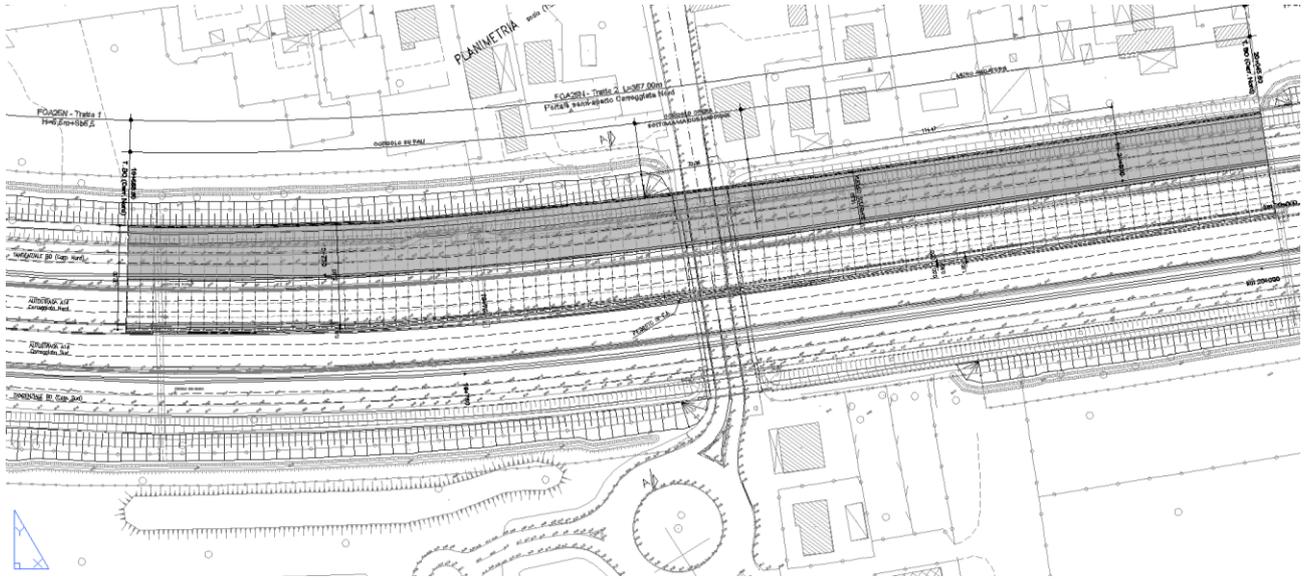
Le spalle definitive del cavalcavia ferroviario saranno realizzate in asse al tracciato ferroviario esistente poggianti su un sistema di pali la cui realizzazione non influirà con il traffico ferroviario ad eccezione del periodo concordato di interruzione della linea.

In ogni caso la soluzione ipotizzata dovrà essere concordata con RFI, ferma restando la necessità di evitare in linea generale l'interruzione del servizio ferroviario.

Laddove si verifici la mancata condivisione delle scelte di progetto da parte di RFI, gli attraversamenti ferroviari saranno trattati come punti singoli mediante il restringimento della sezione stradale.

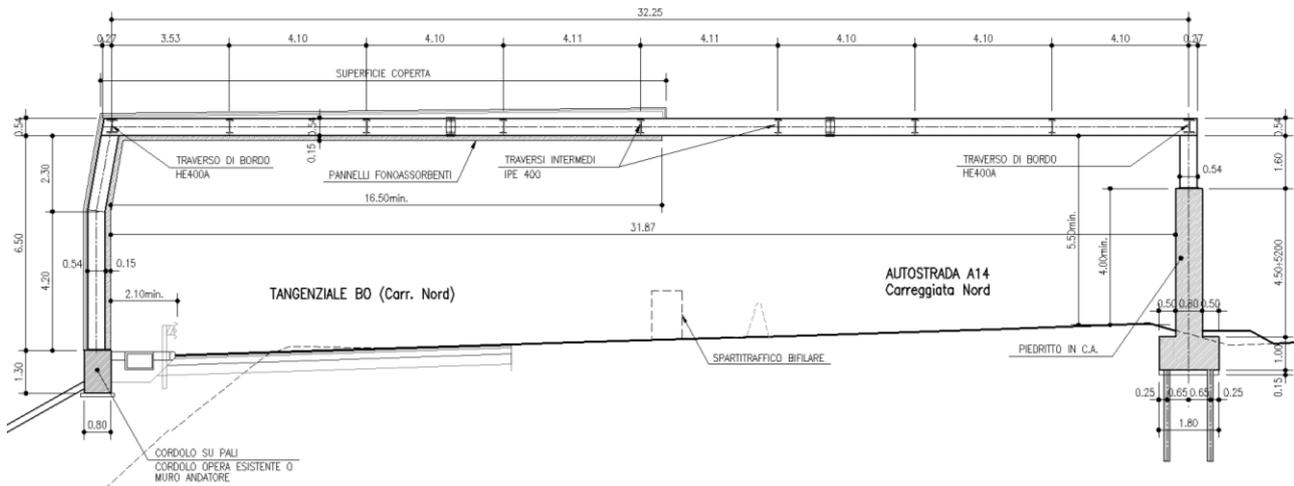
11.15. SEMI-COPERTURA FONICA A CROCE DEL BIANCO

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



Planimetria intervento

La struttura è realizzata con portali insistenti sulla tangenziale e autostrada A14 in direzione Nord per una larghezza netta interna pari a 32.00 m.



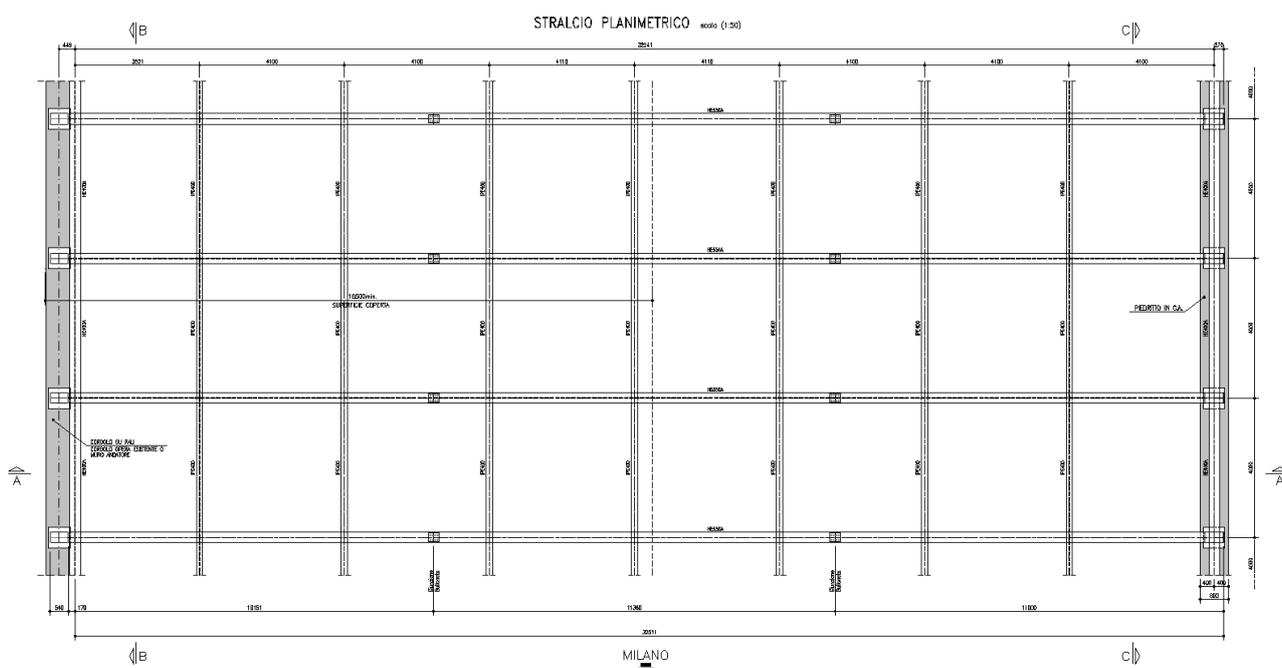
Sezione impalcato

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

La previsione di portali che poggiano in spartitraffico A14 è dettata dall'esigenza di non intervenire in spartitraffico tra tangenziale e A14.

I portali presentano un franco stradale minimo pari a 5.50 m, sono disposti ad un interasse pari a 4.00 m e presentano una struttura portante in profilati di acciaio realizzata con:

- travi HEA 550;
- montanti laterali HEA 550;
- traversi di bordo HEA 400;
- traversi intermedi IPE 400 (disposti ad interasse pari a 4.10 m).



Stralcio planimetrico strutturale

I portali (con i montanti metallici di altezza netta pari a 1.60 m) poggiano in spartitraffico della A14 su un nuovo muro in c.a. con paramento di spessore pari a 0.80 m e altezza dallo spiccato della fondazione variabile da 4.50 m a 5.20 m, la cui fondazione presenta dimensioni pari a 1.80 m x 1.00 m ed è intestata su due file di micropali $\varnothing 240$ a passo 1.00 m con armatura $\varnothing 168.3 \times 10 \text{ mm}$ L=15.00m.

Sul lato in esterno alla tangenziale (con i montanti di altezza netta pari a 6.50 m) i portali poggiano, a seconda della tratta, su un nuovo cordolo su pali, sul nuovo cordolo del viadotto Due Madonne

oppure sulla testa di un muro di sostegno in c.a. Questi ultimi non sono oggetto della presente relazione. I montanti di questo lato presentano alla quota di circa 4.20 m un gomito di 10° per raccordarsi con la traccia dei pannelli fonoassorbenti delle barriere FOA previste in continuità con la galleria fonica.

Per quanto non specificato si rimanda alle tavole di progetto.

12. MITIGAZIONI AMBIENTALI E OPERE DI INSERIMENTO TERRITORIALE PAESAGGISTICO

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

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

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

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



Figura 3: Inquadramento territoriale

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

L'infrastruttura è dunque immaginata come:

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

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

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

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

L'obiettivo principale dell'intervento è lo sviluppo equilibrato e sostenibile dell'intervento e dei suoi legami con il territorio alla macroscale, considerandone aspetti naturali, culturali e di percezione

sociale, come indicato dalla Convenzione Europea del Paesaggio. Secondo tale accezione, il paesaggio è una risorsa strategica per lo sviluppo sostenibile dei territori e per la qualità della vita delle comunità che li abitano, e comprende aspetti sociali, culturali, ecologici e percettivi: è una sintesi complessa tra natura e cultura, tra risorse, esigenze e opportunità locali e territoriali.

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

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

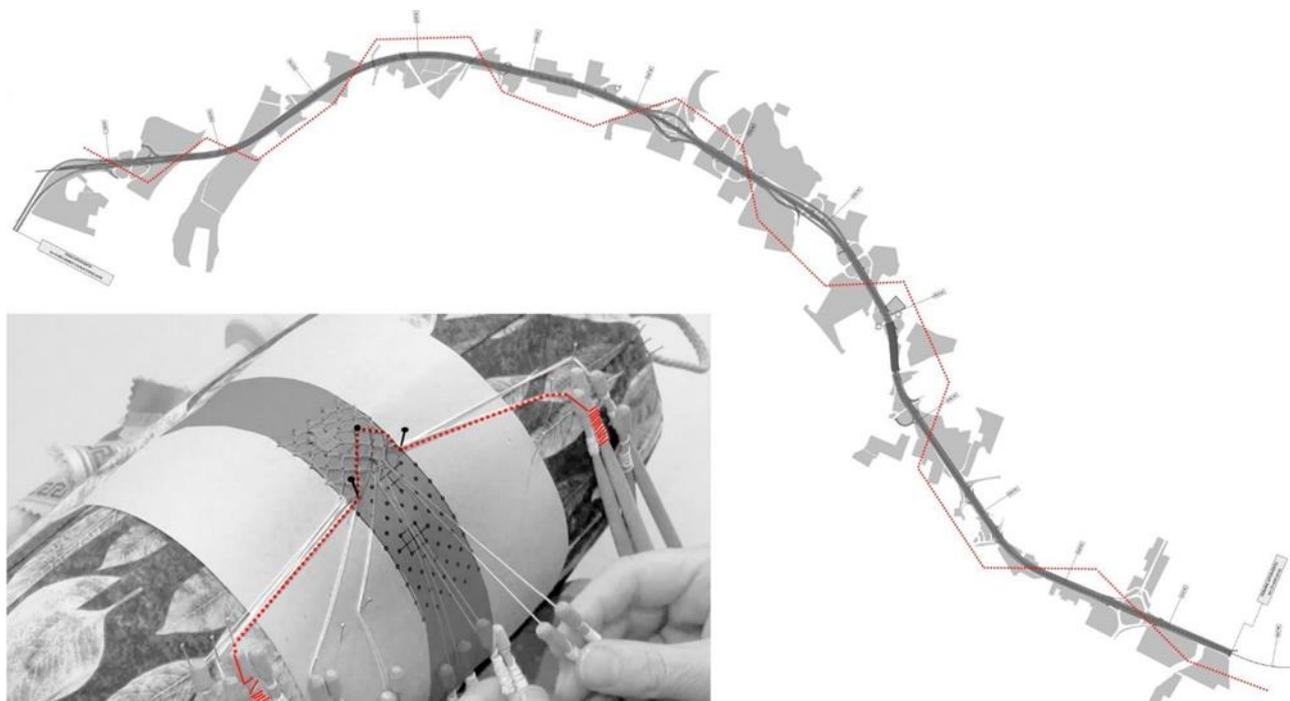


Figura 4: La figura del Tombolo

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

Per questo si è inteso parlare di Parco Territoriale del sistema Tangenziale e per questo, nello sviluppo del progetto sin dalla fase di Concept si è utilizzata la figura del Tombolo, intendendola come una strategia intelligente attraverso cui riannodare attorno all'asse infrastrutturale le opportunità urbane esistenti che attorno ad essa gravitano (servizi collettivi, centri sportivi, parchi, eco). Superfici, linee e punti formano parte integrante del paesaggio dell'infrastruttura.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12.2. GLI ELEMENTI DEL PROGETTO

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



Figura 5: Carta guida del concept di inserimento urbanistico e territoriale

Questi sono stati descritti anche nel Dossier di Progetto Preliminare e in sequenza da ovest a est, si elenca una loro sintetica lettura:

1 - Borgo Panigale Triunvirato - Birra

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

2 - Reno - Selva di Pescarola

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

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

3 - Navile

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

4 - Corticella - Croce Coperta

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

5 - Stalingrado - Dozza

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

6 - San Donato - San Donnino

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

7 - Roveri Parco Campagna

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

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

8 - Massarenti - Croce del Biacco

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

9 - Savena

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

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

1. Ambiti funzionali
2. Porte
3. Parchi
4. Percorsi
5. Passaggi
6. Elementi e Opere d'arte (barriere, galleria fonica San Donnino)

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

12.3. PORTE

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



Figura 6: Vista aerea di Porta Massarenti

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

Il progetto di ogni Porta (così come per i Passaggi) riporta particolare attenzione ai punti di passaggio tra la Tangenziale (proprietà del concessionario) e lo spazio pubblico, ossia laddove il muro di sostegno dell'ampliamento e/o le fasce boscate e/o i filari arrivano in prossimità dello spazio pubblico. Questi punti sono letti e interpretati come risorse per creare piccoli spazi di sosta, eventuali fermate trasporto pubblico e dove particolarmente profondi, potrebbero anche accogliere piccoli edifici pubblici di quartiere e/o a servizio della mobilità.

Complessivamente il progetto prevede la riqualificazione delle seguenti 11 Porte:

PORTA RENO - TRIUMVIRATO (P1)

PORTA LAZZARETTO (P2)

PORTA NAVILE (P3)

PORTA CASTELMAGGIORE (P4)

PORTA NORD (P5)

PORTA STALINGRADO (P6)

PORTA FIERA (P7)

PORTA SAN DONNINO (P8)

PORTA ROVERI (P9)

PORTA MASSARENTI (P10)

PORTA SAVENA (P11)

Tra gli interventi più significativi si segnala Porta Navile caratterizzata dalla ciclabile che corre lungo tutto il nuovo cavalcavia di via Colombo, dal sistema di illuminazione e dalla riqualifica verde delle rotonde.



Figura 7: Vista di Porta Massarenti verso nord



Figura 8: Vista di Porta Triumvirato verso nord

12.4. PARCHI

Sono previsti interventi di riqualificazione di parchi esistenti, aree intercluse negli svincoli, realizzazione di nuovi filari e nuove fasce boscate quali elementi per implementare la continuità 'verde' del sistema infrastrutturale. Le 28 aree di progetto, con un'estensione lineare lungo il tracciato di circa 13km, si inseriscono come chiave di lettura nel nuovo approccio a scala territoriale che vede l'allargamento in sede dell'infrastruttura come un'opportunità di potenziamento paesaggistico del territorio.

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

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

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

- V1 GIARDINO DI VIA DELLA BIRRA
- V2 PARCO DI VIA SELVA DI PESCAROLA
- V3 PERCORSO LUNGO NAVILE
- V4 GIARDINO FRISI SOSTEGNAZZO
- V5 FASCIA BOSCATI DI VIA ARCOVEGGIO
- V6 GIARDINO ANNA MORANDI MANZOLINI
- V7 AREA PARCO NORD
- V8 PARCO SAN DONNINO
- V9 PARCO CAMPAGNA VIA LARGA
- V10 PARCO VINCENZO TANARA
- V11 AREA CANOVA
- V12 GALLERIA ANTIFONICA
- V13 FORESTAZIONE URBANA A NORD DEL SOTTOPASSO DI VIA ZANARDI
- V14 AREA ADIACENTE CENTRO COMMERCIALE MARCO POLO
- V15 AREA ADIACENTE PARCO EX CASERME ROSSE

- V16 AREA EX SCARPARI
- V17 AREA PARCHEGGIO EX MICHELINO
- V18 AREA VIA CORAZZA
- V19 PARCO DI VIA RIVANI
- V20 AREA A COMPLETAMENTO DEL PARCO DI VIA CANOVA
- V21 FASCIA ALBERATA DI VIA ZANARDI
- V22 FASCIA ALBERATA VERSO IL CUNEO AGRICOLO
- V23 PARCO CAMPO SPORTIVO
- V24 FASCIA ALBERATA TRA PARCO DELLE CASERME E VIA FERRARESE
- V25 FASCIA ALBERATA TRA PARCO NORD E VIALE EUROPA
- V26 FASCIA ALBERATA ZONA SCANDELLARA
- V27 FASCIA ALBERATA A NORD DI VIA CANOVA
- V28 FASCIA ALBERATA DI VIA STRADELLI GUELFI
- V29 FASCIA ALBERATA VIA BENAZZA
- V30 FASCIA ALBERATA VIA COLOMBO
- V31 FASCIA ALBERATA PREDIO GRANDE
- V32 FASCIA ALBERATA TRA VIALE EUROPA E SAN DONATO
- V33 FASCIA ALBERATA VIA MATTEI

I tipi di intervento sono sintetizzati come segue:

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

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



Figura 9: Vista diurna Parco Nord

12.5. PERCORSI

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

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

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

Il progetto prevede l'intervento sui seguenti Percorsi:

PE1- COLLEGAMENTO CICLABILE TRA PESCAROLA E NOCE

PE2 - NUOVE CICLABILI NEL SOTTOVIA DI VIA ZANARDI

PE3 - NUOVE CICLABILI NEL SOTTOVIA DI VIA ZANARDI

PE4 - PISTA CICLABILE CAVALCAVIA VIA BENAZZA

PE5 – COMPLETAMENTO PISTE CICLABILI VIA MARCO POLO E VIA ZANARDI

PE6 - MARCIAPIEDE E PISTA CICLABILE NEL NUOVO SOTTOPASSO FERROVIARIO DI VIA COLOMBO

PE7 - CICLABILI E MARCIAPIEDI SU VIA COLOMBO

PE8 - CICLABILE SUL CAVALCAVIA AUTOSTRADALE DI VIA COLOMBO

PE9 - CICLABILE E MARCIAPIEDE TRA LA ROTONDA VIA TERRAIOLI E VIA M. POLO

PE10 – SOTTOPASSO VIA DEL SOSTEGNO

PE11 - PONTE CICLOPEDONALE SUL CANALE NAVILE

PE12 - PORTA NAVILE RACCORDO AI PERCORSI CICLABILI E PEDONALI

PE13 – SOTTOVIA VIA ERBOSA

PE14 – SOTTOVIA VIA DEL ARCOVEGGIO

PE15 – ITINERARIO CICLOPEDONALE DI VIA DI CORTICELLA

PE16 - CONNESSIONE CICLABILE SU VIA CORTICELLA

PE17 – SOTTOVIA VIA FERRARESE

PE18 - CONNESSIONE CICLABILE TRA VIA STALINGRADO E PASSAGGIO ZAMBECCARI

PE19 – NUOVO SOTTOPASSO VIA ZAMBECCARI

- PE20 - CONNESSIONE CICLOPEDONALE TRA SUD ZAMBECCARI E VIA VALLA
- PE21 - CONNESSIONE CICLOPEDONALE TRA VIA ROMITA E AREA EX-MICHELINO
- PE22 – COLLEGAMENTO TRA PARCO SULLA GALLERIA E VIA DELLA CAMPAGNA
- PE23 – CONNESSIONE CICLABILE TRA VIA DEL TERRAPIENO E VIA EMANUEL
- PE24 – COLLEGAMENTO CICLABILE VIA CAMPAGNA IN SOTTOPASSO ESISTENTE
- PE25 - CICLABILE E MARCIAPIEDI SUL CAVALCAVIA VIA DEL TERRAPIENO
- PE26 – SOTTOVIA DIRAMAZIONE VIA SCANDELLARA
- PE27 – SOTTOVIA VIA SCANDELLARA
- PE28 – ITINERARIO CICLOPEDONALE TRA VIA CELLINI E VIA SCANDELLARA
- PE29 – ITINERARIO CICLOPEDONALE ROTATORIA PARADISI
- PE30 - RACCORDO CICLABILE SULLA ROTONDA DELLA PORTA MASSARENTI
- PE31 - ITINERARIO CICLOPEDONALE DI COLLEGAMENTO TRA ROTATOIA MALOSI E ROTATORIA PARADISI
- PE32 – SOTTOVIA VIA RIVANI
- PE33 - RACCORDO CICLABILE TRA VIA RIVANI E CICLABILE ESISTENTE A EST
- PE34 – SOTTOVIA VIA DUE MADDONE
- PE35 - CICLOPEDONALE SU VIA DEGLI STRADELLI DEI GUELF
- PE36 - ACCESSO CICLOPE



Figura 10: Tipologico percorso - sezione (via Zambeccari)

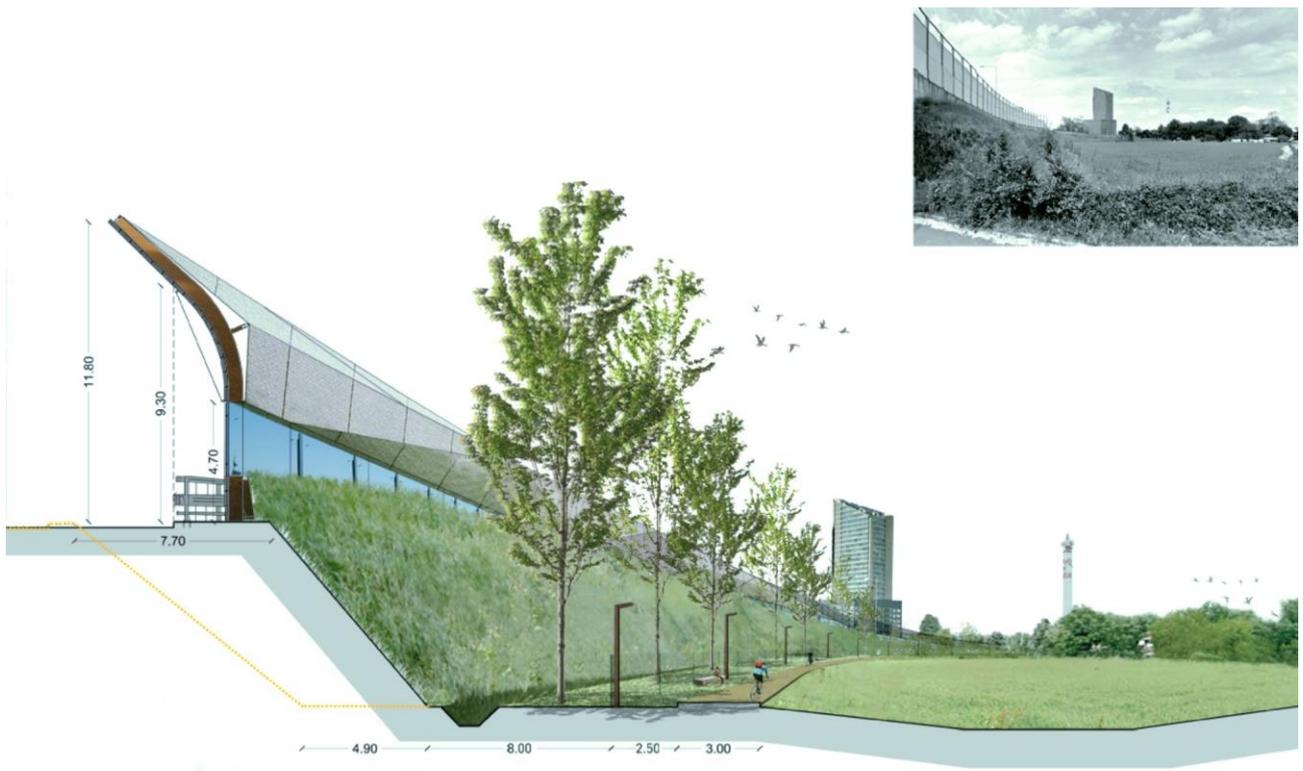


Figura 11: Tipologico percorso - sezione (via Rivani)

12.6. PASSAGGI

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

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

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

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

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

Il progetto definitivo comprende:

- la riqualificazione di 14 sottopassaggi pedonali e carrabili;
- la sostituzione con nuova costruzione di tre cavalcavia (Benazza, Colombo, Terrapieno);
- la riqualificazione di 2 cavalcavia esistenti (Europa, San Donato)
- oltre al rifacimento di 4 cavalcavia ferroviari.

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

S2 -S3 SOTTOPASSAGGIO SENTIERI FIUME RENO 1 e 2
S5 SOTTOPASSAGGIO ZANARDI
S12 SOTTOPASSAGGIO VIA DEL SOSTEGNO
S13 SOTTOPASSAGGIO FASCIA BOSCATÀ
S14 SOTTOPASSAGGIO DELL'ARCOVEGGIO
S16 SOTTOPASSAGGIO FERRARESE
S18 SOTTOPASSAGGIO ZAMBECCARI
S23 SOTTOPASSAGGIO CAMPAGNA VIA LARGA
S24 SOTTOPASSAGGIO SCANDELLARA
S26 SOTTOPASSAGGIO GIUSEPPE RIVANI
S27 SOTTOPASSAGGIO DUE MADONNE
S28 SOTTOPASSAGGIO STRADELLI GUELFI
S30 SOTTOPASSAGGIO SAVENA

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



Figura 12: Vista da nord del sistema di sottovia riqualificati a Croce Coperta (Arcoveggio, Fascia Boscata, Sostegno).

È inoltre prevista la costruzione di 3 nuovi cavalcavia (Benazza, Colombo, Terrapieno) e la riqualificazione di 2 cavalcavia esistenti (San Donato e Viale Europa), per i quali si rimanda al capitolo successivo.

12.7. ELEMENTI E OPERE D'ARTE

12.7.1. BARRIERE ACUSTICHE

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura autostradale è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito sulla nuova infrastruttura nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio ivi considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i ricettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Sulla base di tali impostazioni si è proceduto alla stima dei livelli acustici nello stato di progetto e al conseguente dimensionamento del nuovo sistema di mitigazioni acustiche con l'obiettivo di garantire il rispetto dei limiti acustici vigenti esterni ed interni ex DPR 142/04 in tutta l'area interessata dall'intervento di potenziamento, il sostanziale mantenimento del clima acustico attuale negli ambiti già adeguatamente protetti dagli interventi di mitigazione esistenti ed il miglioramento delle prestazioni laddove risultato necessario.

Nelle planimetrie di progetto sono quindi indicate le localizzazioni e le dimensioni delle mitigazioni acustiche previste.

Nel seguito sono riportate le barriere acustiche previste suddivise per la carreggiata Nord e per la careggiata Sud.

BARRIERE ACUSTICHE CARREGGIATA NORD			
ID	lunghezza Barriera	Altezza barriera	lunghezza sbraccio
FOA 1 N	207	5	
FOA 2_1 N	178	6,5	
FOA 2N	447	6,5	2
FOA 3N	489	5	
FOA 4N	174	6,5	
FOA 5N	180	6,5	
FOA 6N	60	6,5	2
FOA 7N	57	6,5	
FOA 8N	60	6,5	
FOA 9N	386	6,5	
FOA 10 N	456	6,5	2

BARRIERE ACUSTICHE CARREGGIATA NORD			
ID	lunghezza Barriera	Altezza barriera	lunghezza sbraccio
FOA 11 N	78	6,5	2
FOA 12N	141	6	
FOA 13 N	81	6,5	2
FOA 14 N	126	8	5
FOA 15 N	105	6,5	
FOA 17 N	30	6	
FOA 18 N	390	6,5	2
FOA 19_1 N	228	6,5	
FOA 19_2 N	156	6	
FOA 19_3N	52	6,5	
FOA 19 N TER	30	5	
FOA 19 N QUATER	15	6,5	2
FOA 20 N	146	6	
FOA 20 N BIS	144	6,5	
FOA 21 N	222	6,5	5,5
FOA 22 N	237	6,5	
FOA 23 N	78	6,5	5,5
FOA 24 N	198	6	
FOA 25 N	268	6,5	5,5
FOA 25 N BIS	398	6,5	5,5
FOA 100 N	204	6	
FOA 26 N	483	6,5	
FOA 27 N	387	6,5	
FOA 28 N	231	6,5	
FOA 29 N	52	6,5	
FOA 30 N	210	6,5	

BARRIERE ACUSTICHE CARREGGIATA SUD			
ID	lunghezza Barriera	Altezza barriera	lunghezza sbraccio
FOA 1 S	195	6	
FOA 2 S	314	6,5	2
FOA 3 S	141	6	
FOA 4 S	207	6,5	2
FOA 5 S	156	6,5	
FOA 100 S	234	6	
FOA 200 S	259	6,5	

BARRIERE ACUSTICHE CARREGGIATA SUD			
ID	lunghezza Barriera	Altezza barriera	lunghezza sbraccio
FOA 300 S	480	5	
FOA 400 S	484	4	
FOA 500 S	255	6	
FOA 6_1 S	160	6,5	
FOA 6_2 S	117	6,5	
FOA 6_3 S	143	6,5	
FOA 7S	251	6,5	2
FOA 8S	390	6,5	
FOA 9S	231	6,5	5,5
FOA 10 S	255	6,5	
FOA 11 S	173	6,5	
FOA 12 S	51	6	
FOA 13 S	75	6	
FOA 14 S	141	6	
FOA 600 S	72	4	
FOA 700 S	86	4	
FOA 15 S	969	5	
FOA 16 S	60	5	
FOA 17 S	48	6,5	
FOA 18 S	309	6,5	5,5
FOA 19 S	327	6,5	
FOA 20 S	214	5	
FOA 21 S	255	6,5	
FOA 21 S BIS	165	5	
FOA 23 S	225	6,5	
FOA 24 S	99	6,5	
FOA 26 S	690	6,5	5,5
FOA 27 S	240	6	
FOA 28 S	69	6,5	5,5
FOA 29 S	360	8	5,5
FOA 30 S	60	8	5,5
FOA 31 S	84	6	
FOA 32 S	528	8	5,5
FOA 32 S BIS	465	6,5	5,5
FOA 33 S	112	6,5	
FOA 34 S	58	6,5	
FOA 35 S	191	6,5	

INTERVENTI SPECIALI	
ID	Lunghezza
Copertura San Donnino	150
Semicopertura - Primo tratto San Donnino	300
Semicopertura - Secondo tratto San Donnino	103
Semicopertura - Copertura Croce Del Bianco	436

Il progetto architettonico

Particolare attenzione progettuale è stata rivolta allo studio delle barriere acustiche e alla loro integrazione paesaggistica nei contesti attraversati dalla autostrada e maggiormente antropizzati. In tali ambiti le barriere sono pensate come lunghe sequenze di geometrie tridimensionali realizzate in tessuto metallico bloccato alle estremità e teso centralmente lungo una giacitura variabile che mirano a divenire parte integrante dell'intorno fisico.

Le due estremità parallele definiscono idealmente uno spartito musicale entro il quale si genera progressivamente l'andamento discontinuo delle superfici inclinate. L'acciaio inox utilizzato per la maglia metallica riflette i contorni del paesaggio circostante, ne cattura le sfumature cromatiche e l'opera mira a divenire parte integrante dell'intorno. La tessitura a maglie metalliche crea superfici parzialmente opache, e filtra dall'esterno la vista delle barriere acustiche.

L'andamento lineare delle barriere subisce variazioni altimetriche e geometriche dettate dalle specifiche esigenze acustiche. Nei punti più problematici la trama metallica sale progressivamente a coprire la porzione opaca del pannello fonoassorbente, fino a scoprire porzioni trasparenti che lasciano intravedere dall'area autostradale il paesaggio circostante. Il singolo episodio della barriera diviene elemento integrante del disegno complessivo del tratto autostradale.

Nello specifico si delineano diverse applicazioni del sistema costruttivo della barriera, dipendenti dalle prestazioni acustiche richieste (altezza e geometria variabili).

La tecnologia costruttiva delle velette è stata pensata come sistema integrato e flessibile: i montanti verticali che supportano esternamente la rete metallica, corrispondono al modulo del passo delle barriere fonoassorbenti, adattandosi alle diverse esigenze tecniche richieste dal progetto acustico. I montanti portano esternamente la rete metallica mediante due tubolari agganciati superiormente ed inferiormente, mentre la piega centrale della rete è determinata da un profilo a "L" il cui andamento è fissato da puntoni disposti in sequenza via via a scendere e poi, raggiunto il punto di flesso della piega, a salire. La profondità della rete metallica è determinata da un sistema di tesatura che modula l'estensione dei puntoni.

Descrizione dei materiali

Il materiale di rivestimento delle barriere acustiche è una rete tesata in acciaio zincato, in grado di accompagnare questa forma mutevole e al tempo stesso di assicurare la rispondenza ai requisiti prestazionali di resistenza agli agenti atmosferici, durabilità nel tempo, reazione al fuoco, facilità di montaggio ed inoltre assicurare una leggerezza e una facilità di montaggio.

Inoltre, la conformazione fisica della rete permette una "trasparenza acustica" che non interagisce con il funzionamento delle barriere acustiche che è affidato a pannelli fonoassorbenti rivestiti in acciaio Cor-ten con due diversi tipi di foratura e pannelli rivestiti con rete metallica posti sul lato interno delle barriere che garantiranno i livelli di assorbimento acustico richiesti.

Sempre sul lato esterno pannelli di lamiera stirata in alluminio verniciato ricoprono i montanti nella porzione al di sotto della rete metallica.

L'acciaio Cor-Ten, in virtù delle caratteristiche meccaniche del materiale, all'alta resistenza alla corrosione degli agenti atmosferici, non necessita di interventi di manutenzione; inoltre è stato scelto per la sua cromaticità naturale che ben si armonizza con il contesto e concorre alla mitigazione ambientale.



Figura 13: Barriera acustica opaca.

12.7.2. GALLERIA SAN DONNINO

Altra opera d'arte prevista dal progetto è una nuova galleria fonica per San Donnino, collegata direttamente con il Parco dell'Arboreto esistente a nord e con l'ambito di San Donnino a sud, il cui sviluppo progettuale è stato ulteriormente approfondito a valle del confronto pubblico.

Il progetto architettonico

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

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

La galleria fonica, nei fatti, diviene una sorta di telaio infrastrutturale di base, una robusta ossatura fisica attorno e al disopra della quale si realizza un grande parco lineare, si costruisce un luogo verde vivo e abitato, un nuovo suolo naturale.



Figura 14: Galleria San Donnino, planimetria su foto aerea

La galleria fonica è costituita da un insieme di elementi, alcuni esistenti, altri di nuova costruzione in grande parte ricoperti da un manto vegetazionale che, a seconda delle specifiche caratteristiche tecniche e statiche, si differenzia per densità, natura e dimensione delle piantumazioni. Si passa da una semplice copertura erbosa, estensiva, e passando attraverso aree cespugliose, si incontrano aree più densamente boscate, derivanti dalla messa a dimora di alberi di alto fusto.

Il parco della Galleria Fonica San Donnino è accessibile da più punti in relazione alla ricca varietà di contesti che questa nuova infrastruttura riesce a mettere a sistema. In particolare si possono notare gli accessi pedonali dal cavalcavia San Donato e dall'area circostante e sagrato della chiesa di San Donnino, il sistema di accessi pedonali dalle due piazze connesse di via Zagabria-Francoforte e da via di san Donnino, il collegamento con il pilastro e con il Parco dell'Arboreto.



Figura 15: Galleria San Donnino, sezione prospettica

Il grande parco lineare si configura come una grande infrastruttura verde con un elevato livello di interconnessione con lo spazio urbano e abitativo circostante. Esso diventa il luogo deputato a svolgere un ruolo di passaggio e di accesso al "sistema verde" e a quello che diviene un nuovo paesaggio naturale, un pezzo di nuova "campagna urbana" nell'hinterland bolognese. In tale sistema un ruolo particolarmente significativo è assegnato alla "piazza belvedere", realizzata nel tratto iniziale della galleria fonica di nuova costruzione.

La presenza di aree coperte, dei pergolati a luce molto ampia, la realizzazione di una collina verde, la messa in opera di lunghe panchine e vari sistemi di seduta e sosta, unitamente alla creazione di punti di osservazione e possibili installazioni artistiche - inquadrati dai sistemi vegetazione - appositamente predisposti, consentono la concreta realizzazione di uno spazio sostenibile, innovativo e abitabile.

Descrizione dei materiali

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

L'acciaio Cor-Ten è utilizzato come rivestimento dei pannelli acustici presenti sullo sbalzo di 7.00 metri del tratto di galleria esistente e del prolungamento e come rivestimento di muri di chiusura e di contenimento delle varie vasche verdi.

La lamiera stirata in alluminio verniciato alterna il ritmo delle bucatore del muro della galleria esistente che dà sull'autostrada.

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

A garantire l'ombreggiamento delle tre piazze si prevedono grandi "teli" in listelli di legno composito tesi tra cavalletti metallici che in corrispondenza delle tre risalite ricoprono anche le rampe e le scale per marcare ulteriormente i punti di accesso.

12.7.3. CAVALCAVIA

Cavalcavia Via Benazza – Via Del Terrapieno

Il progetto architettonico

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

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

La proposta definisce quindi un'immagine unitaria per i diversi cavalcavia a campata unica dal punto di vista strutturale, e delle loro finiture architettoniche. La trave metallica reticolare tridimensionale,

elemento strutturale principale, e le reti stirate che la involucrano diventano gli elementi caratterizzanti che definiscono la forma ed il carattere architettonico di questa serie di opere d'arte. Lungo tutto il cavalcavia la proposta prevede l'istallazione di una pannellatura continua in rete tesata all'interno della travatura metallica e su entrambe i lati atta a garantire la sicurezza rispetto al lancio degli oggetti dal cavalcavia. La tipologia di pannelli e la dimensione della "maglia" della rete sarà identica a quella usata per le barriere fonoassorbenti.



Figura 16: Nuovo cavalcavia di Via del Terrapieno.

La ricerca di un'immagine coerente, nelle diverse condizioni del giorno e della luce, si completa con l'istallazione di un sistema di illuminazione che caratterizza un'immagine notturna del cavalcavia molto differente da quella diurna, ma con una continuità stilistica.

Descrizione dei materiali

I parapetti laterali saranno realizzati con sottostruttura in acciaio zincato vincolate agli impalcati. Il materiale di rivestimento dei parapetti laterali è costituito da una rete metallica normalmente prodotta per realizzare i nastri trasportatori industriali. Essa ha spirali contigue rese solidali tra loro da tondini del medesimo metallo; tale conformazione permette un sistema di aggancio, che lavora sul solo tensionamento della rete alle sue estremità.

Per la finitura delle spalle laterali del cavalcavia si utilizzeranno delle matrici con finitura superficiale effetto muratura.

Cavalcavia Via Cristoforo Colombo

Il progetto architettonico

Il progetto prevede la demolizione e ricostruzione, con adeguamento a norma della sezione stradale e la riqualifica delle barriere di sicurezza del cavalcavia di Via Cristoforo Colombo.

Il progetto architettonico, come per gli altri cavalcavia, prevede un nuovo sistema di barriere di sicurezza realizzato in rete metallica tesata.

Descrizione dei materiali

I parapetti laterali saranno realizzati con sottostruttura in acciaio zincato vincolate agli impalcati. La forma architettonica scelta, per dare uniformità e dinamicità a questo elemento, si sviluppa lungo delle direttrici sempre mutevoli, per accompagnare in un unico segno la dinamicità planimetrica stessa del tracciato stradale.

Il materiale utilizzato per i parapetti laterali è una rete metallica normalmente prodotta per realizzare i nastri trasportatori industriali costituita da spirali contigue rese solidali tra loro da tondini del medesimo metallo; tale conformazione permette un sistema di aggancio, che lavora sul solo tensionamento della rete alle sue estremità e, grazie alla presenza della spirali che rendono possibili all'interno della loro ampiezza una compressione o un tensionamento che permette un gioco di alcuni cm, la rete è in grado di assecondare l'andamento della superficie. E' poi presente un puntone rettilineo centrale, la cui giacitura è differente in ogni tratto per poter realizzare la forma architettonica amorfa voluta, che realizza la piegatura centrale e la sezione angolare della veletta stessa.



Figura 17: Nuovo cavalcavia di Via Colombo.

Cavalcavia Viale Europa – Via di San Donato – Parapetti laterali

Il progetto architettonico

I cavalcavia stradali esistenti di Via San Donato svincolo 9 (progr. km 17+039) e il cavalcavia di svincolo Viale Europa (progr. km 16+417), la cui luce può essere resa compatibile con l'ampliamento attraverso interventi di placcaggio delle spalle, non saranno ricostruiti.

In corrispondenza delle opere, è prevista, la rimozione e sostituzione delle barriere esistenti con barriere di sicurezza in rete metallica tesata.

I montanti verticali con passo 5.00 m portano internamente ed esternamente la rete metallica mediante due tubolari agganciati superiormente ed inferiormente, mentre la piega centrale esterna della rete è determinata da un profilo il cui andamento è fissato da puntoni disposti in sequenza via via a scendere e poi, raggiunto il punto di flesso della piega, a salire.

Descrizione dei materiali

I parapetti laterali saranno realizzati con sottostruttura in acciaio zincato, vincolate agli impalcati. La forma architettonica scelta, per dare uniformità e dinamicità a questo elemento, si sviluppa lungo delle direttrici sempre mutevoli, per accompagnare in un unico segno la dinamicità planimetrica stessa del tracciato stradale.

Il materiale utilizzato per i parapetti laterali è una rete metallica normalmente prodotta per realizzare i nastri trasportatori industriali costituita da spirali contigue rese solidali tra loro da tondini del medesimo metallo; tale conformazione permette un sistema di aggancio, che lavora sul solo tensionamento della rete alle sue estremità e, grazie alla presenza della spirali che rendono possibili all'interno della loro ampiezza una compressione o un tensionamento che permette un gioco di alcuni cm, la rete è in grado di assecondare l'andamento della superficie. E' poi presente un puntone rettilineo centrale, la cui giacitura è differente in ogni tratto per poter realizzare la forma architettonica amorfa voluta, che realizza la piegatura centrale e la sezione angolare della veletta stessa.

12.7.4. ARREDO URBANO

Gli interventi di riqualificazione dello spazio pubblico (Porte, Parchi, Passaggi, Percorsi) saranno poi caratterizzati da un sistema integrato e coerente di elementi di arredo urbano.

13. IMPIANTI TECNOLOGICI

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

Illuminazione dell'asse della tangenziale

Lungo tutto il tratto di tangenziale oggetto di progetto è attualmente presente l'illuminazione completa della tangenziale. Il presente progetto prevede pertanto il mantenimento dello stesso livello di servizio e quindi l'illuminazione completa della viabilità di tangenziale secondo quanto previsto dalla UNI 11248 per strade extraurbane principali

Illuminazione delle rampe degli svincoli autostradali e della tangenziale

Le vie di accesso all'autostrada ed alla tangenziale verranno adeguatamente illuminate per consentire agli utenti di accedere in sicurezza all'infrastruttura. Ogni rampa di accelerazione o decelerazione di interconnessione tra la viabilità urbana e la tangenziale così come tra viabilità ed autostrada sarà opportunamente riqualificata nel nuovo progetto di ampliamento ed opportunamente illuminata mediante l'adozione di corpi illuminanti led ad alta efficienza energetica

Sistema di informazione all'utenza

E' prevista la ricollocazione dei pannelli a messaggio variabile posizionati ed implementazione degli stessi sia in sede autostradale sia in tangenziale.

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

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

In merito alla tangenziale, volendo fornire una infrastruttura moderna e multimediale, è stato previsto di potenziare il trasferimento di informazioni relative al territorio; inoltre al fine di rendere più fruibile il sistema tangenziale anche nelle ore di maggior traffico è stata ipotizzata la gestione della corsia di sinistra della stessa come corsia preferenziale da dedicare al "car-sharing", oppure al "traffico verde", oppure al "trasporto pubblico".

Illuminazione dei tratti di viabilità ordinaria interferita

a) Intersezioni a raso o rotoatorie (illuminazioni ove previste dal progetto civile);

Le rotonde oggetto di ampliamenti o rifacimenti completi verranno dotate di illuminazione led ad alta efficienza energetica.

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

b) Sottovia e cavalcavia;

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

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

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

Infrastrutture longitudinali composte da cavidotti per impianti elettrici e di telecomunicazione

Contestualmente alle opere di allargamento in sede, lungo l'intero sviluppo della tratta, si procederà alla realizzazione di nuova infrastruttura realizzata sul margine destro delle complanari e composta, per ogni senso di marcia, da n°4 tubi da 110mm per gli impianti (impianti elettrici e luci) e n.2 tritubi da 50mm per gli impianti dati (rete geografica e rete locale in asse sud, rete locale e O.T. in asse nord). Tali infrastrutture accoglieranno sia i nuovi impianti sia il ricollocamento delle dorsali dati esistenti siano esse in rame (7bcp) o in F.O. (48/24 fibre).

Impianti elettromeccanici della nuova galleria fonica San Donnino

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

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

- alimentazione elettrica normale e di emergenza;
- illuminazione di base, di rinforzo, di emergenza e di esodo;
- ventilazione delle vie di fuga: pressurizzazione delle 2 vie di fuga presenti;
- rilevazione incendio mediante impianto lineare su tutta l'estensione della galleria;
- videosorveglianza dell'approccio alla galleria, della galleria nel suo complesso;
- sistema AID (automatic incident detection) che con l'ausilio delle telecamere consente di individuare veicoli fermi, in contromano, traffico congestionato e bloccato, presenza di fumi;
- trasmissione radio a servizio del gestore e dei servizi preposti alla gestione degli eventi incidentali;

- armadi SOS previsti in galleria, ai portali, nelle piazzole e nelle vie di fuga;
- gestione traffico mediante impianto di canalizzazione delle corsie e PMV;
- segnaletica luminosa adeguata alla segnalazione degli apprestamenti di sicurezza presenti in galleria;
- allestimento delle vie di fuga protette;
- telecontrollo e supervisione di tutti gli apprestamenti installati;
- reti di trasmissione dati;
- rete antincendio.

Per la galleria di lunghezza pari a 499m, il fornice presente sull'autostrada in direzione Sud, sono necessari i seguenti impianti elettromeccanici per il corretto esercizio in sicurezza del traffico veicolare e per assicurare un buon livello di comfort di guida agli utenti:

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

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

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

Impianti a servizio della vasca di sollevamento acque reflue

In corrispondenza dello svincolo 5 verrà realizzata la vasca di sollevamento acque; data la potenza delle pompe elettriche si rende necessaria la realizzazione di una cabina elettrica M.T./b.t.

Stazioni meteo ed impianti radio in itinere.

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

13.1. IL PROGETTO INTEGRATO “ITS”

La trasformazione digitale delle infrastrutture di trasporto, come suggerito anche dagli ultimi strumenti di pianificazione nazionale dei trasporti, rappresenta la possibilità di migliorarne la qualità, la sicurezza, l'utilizzo e di farne strumenti per generare dati e servizi che agevolino la mobilità di persone e merci, facilitando e semplificando il trasporto.

Le strade intelligenti, ovvero sostenibili, di qualità, innovative e inclusive, sfruttano ed indirizzano il cambiamento trasformando il tradizionale rapporto tra veicoli, guidatori ed ambiente stradale. Le nuove tecnologie già assistono i guidatori in molti compiti e rappresentano un comodo ausilio per la sicurezza ed il comfort di guida. La tendenza è di una progressiva sostituzione tecnologica del ruolo del guidatore quale mediatore tra veicolo e infrastruttura, nonché nel compito di reazione e controllo rispetto alle informazioni provenienti sia dall'ambiente interno (veicolo) sia dall'ambiente esterno (strada e traffico).

A partire da tali premesse, la dotazione tecnologica implementata per il Passante di Bologna ai fini della gestione della circolazione e dell'informativa all'utenza autostradale, in grado di raccogliere informazioni e diffonderle in maniera interattiva, è stata pensata nell'ottica del dialogo tra l'infrastruttura e lo spazio urbano connesso.

L'obiettivo, per gli utenti finali, è il miglioramento della customer experience sia nello spostamento, sia nell'integrazione con le attività e i servizi che costituiscono l'obiettivo dello spostamento, attraverso l'interazione digitale con l'infrastruttura.

Combinando le opportunità della infomobilità interattiva con i servizi di interscambio che il progetto prevede in corrispondenza dei principali svincoli della tangenziale, è possibile consentire agli utenti della strada di scegliere rapidamente il mezzo di spostamento più idoneo per “l'ultimo miglio”, rendendo più agevole e sostenibile l'accessibilità al centro di Bologna.

UNA STRADA “CONNESSA”

Il modello implementato si propone di favorire l'incontro tra domanda e offerta di servizi digitali da parte del sistema delle imprese di Trasporto Multimodale a favore dei cittadini.

Tale modello ha dimostrato la propria validità in occasione di Expo2015 fornendo soluzioni integrate per il cittadino (Strade, Autostrade, Trasporto pubblico, Parcheggi...).

Abilitando la collaborazione applicativa in rete, infatti, è possibile sviluppare servizi digitali di valore per cittadini e imprese, utilizzando i contenuti informativi e le funzionalità messe a disposizione all'interno dell'ecosistema digitale.

Per un'area metropolitana, come quella di Bologna, favorire lo scambio di dati tra i soggetti che si occupano di Trasporti sia del mondo pubblico che privato significa raggiungere il cittadino con una pluralità di servizi completi e tempestivi, attraverso la diffusione delle informazioni sui principali navigatori di Bordo nelle Auto.

Un elenco di servizi che potrebbero essere abilitati sono:

- Integrazione delle informazioni multimodali sui Pannelli in Autostrada e in Tangenziale:
 - del Trasporto Pubblico
 - della disponibilità dei Parcheggi
 - segnalazioni di eventi particolari e/o disservizi all'interno della città
- Informazione del traffico in tempo reale per tutta l'area di Bologna sui servizi erogati dal Comune:
 - Siti web
 - App per il cittadino
 - Sistemi dedicati
- Informazioni sulla gestione del traffico/disagi in fase di cantierizzazione

14. CANTIERIZZAZIONE

14.1. AREE DI CANTIERE

In funzione delle attività e del personale medio presente in cantiere sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, due aree di cantiere, di seguito è riportata la descrizione.

14.2. AREA CB01

La prima area, denominata CB01, è stata localizzata a sud dell'intervento alla progr.15+400 tra la via Zambeccari e lo svincolo autostradale Bologna Fiera. L'area ha una superficie di circa 115.000 mq, è accessibile dalla viabilità ordinaria, dal piazzale dello svincolo autostradale e dalla tangenziale e ospiterà: il campo base, il cantiere operativo, il campo travi, l'area di produzione calcestruzzi, l'area di produzione cementati, l'area di frantumazione, l'area per la separazione e riduzione pezzatura galleria San Donnino e barriere fonoassorbenti non in calcestruzzo, l'area di deposito temporaneo dei materiali provenienti dagli scavi e l'area di deposito temporaneo del terreno di coltivo.

CAMPO BASE

Il campo base occuperà una superficie di circa 17.000 mq ed in esso troveranno collocazione i baraccamenti di cantiere. L'area è stata suddivisa in due porzioni distinte, una destinata ad ospitare gli alloggi e una dedicata agli uffici di cantiere.

In particolare nel campo saranno collocati:

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

CANTIERE OPERATIVO

Il cantiere operativo, di superficie pari a 14.000 mq, avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature.

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

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

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

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

CAMPO TRAVI

Il campo travi, di superficie pari a 12.000 mq avrà un'area dedicata a baraccamenti di vario genere e un'area dedicata allo stoccaggio di materiali e attrezzature.

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

Il campo travi ospiterà i seguenti apprestamenti:

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

- autogru;
- sollevatore;

AREA DI PRODUZIONE CALCESTRUZZI

L'area, di superficie pari a 6.000 mq, sarà dotata di:

- box ufficio;
- box locale spogliatoi e servizi igienici;
- parcheggi per autovetture;
- parcheggi per sosta mezzi di cantiere;
- impianto di betonaggio;
- zona per lo stoccaggio e scarico/carico degli inerti;
- cisterna acque industriali;
- impianto di lavaggio autobetoniere;
- vasca di sedimentazione acque industriali;
- officina;
- magazzino;
- pala.

AREA DI PRODUZIONE CEMENTATI

L'area, di superficie pari a 7.000 mq, sarà dotata di:

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

AREA DI FRANTUMAZIONE

L'area, di superficie pari a 6.000 mq, sarà dotata di:

- zona per accumulo materiale da demolire;
- zona di demolizione;
- zona di accumulo materiale demolito;
- frantoio mobile;
- zona di accumulo materiale frantumato di varie pezzature;
- escavatori dotati di benna, martellone e pinza.

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

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

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

AREA DI DEPOSITO TEMPORANEO MATERIALI PROVENIENTI DAGLI SCAVI

L'area di deposito temporaneo avrà una superficie pari a 13.000 mq e verrà utilizzata per lo stoccaggio temporaneo dei materiali provenienti dagli scavi. All'interno dell'area saranno presenti:

- escavatori;
- pala;
- vasca lavaggio gomme.

AREE DI DEPOSITO TERRENO DI COLTIVO

Le tre aree di deposito del terreno di coltivo avranno una superficie pari a 10.000 mq, 1.000 mq e 4.000. Le prime due saranno destinate al deposito temporaneo del terreno di coltivo (di proprietà di terzi) proveniente dallo scotico dell'area di cantiere, la terza sarà destinata al deposito del terreno di coltivo proveniente dagli scavi dell'intero intervento e destinato al ricoprimento della galleria San Donnino. Nella prima area, sarà depositato il terreno di coltivo proveniente dalla zona di cantiere posta a nord della viabilità interna al cantiere stesso, avente direzione est-ovest. Nella seconda area, sarà depositato il terreno di coltivo proveniente dalla zona di cantiere posta a sud della viabilità sopraccitata interna al cantiere.

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere, oltre ad essere depositato nelle prime due aree di deposito sopra descritte sarà collocato anche nelle dune ai margini del cantiere. La realizzazione delle dune a Nord della viabilità interna di cantiere, avente direzione est-ovest, avverrà utilizzando materiale proveniente dall'area posta a nord della viabilità citata. Analogamente per la realizzazione delle dune poste a sud sempre della viabilità sopraccitata, sarà utilizzato materiale proveniente dall'area di cantiere posta anch'essa a sud della viabilità interna al cantiere.

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

14.3. AREA CO01

La seconda area, denominata CO01, è stata localizzata a nord dell'intervento alla progr.16+900 a ridosso dello svincolo via S.Donato della tangenziale. L'area ha una superficie di circa 20.000 mq (15.000 campo travi+cantiere operativo e 5.000 dune), è accessibile sia dalla viabilità ordinaria che dalla tangenziale e ospiterà il campo travi e il cantiere operativo, da utilizzare per la realizzazione della galleria fonica.

La zona campo travi ospiterà i seguenti apprestamenti:

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

Il cantiere operativo ospiterà i seguenti apprestamenti:

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

Il terreno proveniente dallo scotico dell'area di cantiere (di proprietà di terzi) sarà utilizzato per la realizzazione delle dune poste a margine del cantiere. Al termine dei lavori sarà utilizzato per il ripristino dell'area stessa allo stato originale.

Oltre le aree CB01 e CO01 sono state individuate delle aree di supporto in adiacenza o nelle vicinanze delle opere maggiori. Le aree verranno utilizzate per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature necessarie alla realizzazione di quest'ultime. Tali aree sono rappresentate nelle tavole CAP0200-0201.

14.4. FASIZZAZIONE DEI LAVORI

Suddivisione dell'intervento in tratte di cantierizzazione

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

- tratta A da inizio intervento (progr.8+500) allo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+100 circa)
- tratta B dallo Svincolo di Castelmaggiore (progr.14+100 circa) allo Svincolo della Fiera (progr.16+150 circa)
- tratta C allo Svincolo della Fiera (progr.16+150 circa) a fine intervento (progr.21+620)

Fasi di traffico

L'ampliamento del corpo stradale avverrà tutto all'interno della prima fase, per la cui realizzazione saranno solamente sopresse le corsie di emergenza della tangenziale, nelle successive fasi secondarie sarà realizzato il risanamento delle corsie di emergenza della tangenziale, saranno posizionate le barriere definitive e sarà completata l'idraulica, durante queste fasi secondarie saranno sempre garantite due corsie per ogni senso di marcia (sia per la tangenziale che per l'autostrada).

14.5. DIAGRAMMA DEI LAVORI

Le tempistiche di realizzazione dei lavori e le relazioni temporali tra di essi sono riportate nel "Diagramma dei lavori" allegato al progetto, i tempi totali della realizzazione dell'opera sono pari a 42 mesi.

15. ARCHEOLOGIA

Il presente lavoro ha come scopo l'analisi e definizione dell'impatto archeologico nelle aree interessate dalla realizzazione del Progetto Definitivo "A14 Bologna-Bari-Taranto. Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna fra Borgo Panigale e San Lazzaro".

Tale studio archeologico rientra nelle attività di "Verifica preventiva dell'interesse archeologico" (come previsto dall'art. 25 del D.Lgs. n. 50/2016), ed è finalizzato ad una definizione quanto più precisa possibile delle conoscenze archeologiche del territorio, in modo da poter prevedere, per quanto sia possibile, l'impatto dell'opera sulla relativa componente archeologica.

La metodologia applicata per lo svolgimento del lavoro, concordata con gli ispettori della Soprintendenza Archeologica dell'Emilia Romagna territorialmente competenti e finalizzata a quanto esposto precedentemente, ha previsto le seguenti fasi:

- Raccolta dei dati:
 - ricerca bibliografica;
 - consultazione dei dati archivistici conservati presso la Soprintendenza per i Beni Archeologici territorialmente competente, di concerto con i funzionari di zona interessati;
 - consultazione dei relativi piani urbanistici, in modo da verificare l'esistenza di vincoli archeologici disposti dall'ente di tutela;
- analisi geomorfologica del territorio, quale indicatore della presenza di possibili insediamenti antichi;
- analisi dell'ambiente antropico antico: valutazione delle modalità di popolamento specificatamente all'area interessata dai lavori;
- analisi dei dati concernenti le indagini geognostiche;
- analisi e sintesi dei dati, valutazione del potenziale archeologico.

Data la presenza nell'area interessata dal progetto di ingenti riporti alluvionali che non consentono una lettura ottimale delle superfici, sono state invece considerate inutili le ricognizioni.

Tale ricerca, come di consueto, non ha riguardato solo l'area di progetto ma è stata estesa anche alle zone immediatamente limitrofe calcolando, d'accordo con i funzionari della Soprintendenza, un buffer territoriale di almeno 500 m, in modo tale da avere un quadro più esaustivo possibile della conoscenza del territorio.

15.1. SINTESI STORICO-ARCHEOLOGICA DELLE AREE OGGETTO DEI LAVORI

Il comparto territoriale attraversato dal cosiddetto Passante di Bologna presenta interessanti e molteplici testimonianze archeologiche pertinenti ad epoche diverse, indice di un'occupazione territoriale continua nel tempo.

Da Bologna provengono le attestazioni più antiche, ossia rinvenimenti superficiali di materiale litico riferibili al Paleolitico Inferiore ed un livello antropizzato del Mesolitico ritrovato a 6 m di profondità.

La maggior parte delle evidenze archeologiche riferibili all'Eneolitico sono attestate a S. Lazzaro e riguardano il rinvenimento di livelli antropici; l'unica attestazione bolognese si riferisce al rinvenimento di un fondo di capanna, trovato a m 1,60 di profondità presso la Cava due Madonne.

L'Età del Bronzo è documentata a San Lazzaro solamente dal ritrovamento di livelli antropizzati, a m 1,20 di profondità, presso Caselle.

A Bologna sono state individuate durante la realizzazione dell'edificio Macron Store strutture del Bronzo Medio, riferibili ad attività produttive ed emerse ad una profondità di m 2,50; infine durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio si rinvennero, ad una profondità di m 4,00, tracce riferibili ad un insediamento dell'età del Bronzo.

L'Età del Ferro è riccamente testimoniata lungo tutta l'area occupata dal Passante: a San Lazzaro, oltre alla celebre necropoli di Caselle (VIII-VII sec. a.C.), si localizza un contesto abitativo con parte di una sepoltura in urna.

A Bologna, durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio, si rinvennero, ad una profondità di m 3,00-4,00, strutture di bonifica ed irreggimentazione acque del VII secolo: in quest'area doveva esserci un piccolo nucleo abitativo a cui dovrebbe riferirsi anche una tomba ad incinerazione datata al VI secolo. Altre interessanti testimonianze provengono da zona Fiera, con il rinvenimento di resti riferibili ad un villaggio villanoviano con necropoli a cremazione (IX-VIII sec. a.C.). Attestazioni più sporadiche provengono poi da via Stalingrado (livello antropizzato dell'età del Ferro), dal Villaggio Due Madonne (livelli protostorici a 2,50 m di profondità) e da via Due Madonne (notizia di una tomba di età protostorica rinvenuta durante i lavori di realizzazione dell'autostrada). Sempre durante i lavori dello svincolo di Arcoveggio si rinvennero delle tombe celtiche (IV-III secolo), relative ad una necropoli che va probabilmente collegata alla presenza di una piccola comunità rurale sorta in quella zona nello stesso periodo.

In età romana il comprensorio in questione entrò a far parte dell'area agricola centuriata posta a nord della colonia di *Bononia*. Proprio a questo periodo, ed in particolare ad una deduzione coloniarica di età triumvirale - augustea (I sec. a.C.), risale la strutturazione agraria del territorio, secondo porzioni quadrate (*centuriae*) di circa

710 m di lato, definite da assi viari e canalizzazioni di scolo. La ricostruzione centuriale proposta in questa sede è frutto delle rare sopravvivenze del sistema nell'attuale tessuto e paesaggio agrario di Bologna e S. Lazzaro (principalmente rinvenute nei PSC comunali e nella bibliografia specifica), completate con la proiezione degli assi centuriali individuati con certezza nei vicini comuni.

Due aree di frammenti fittili di età romana rinvenute a San Lazzaro potrebbero essere interpretate come edifici rustici o ville coerenti con la suddetta organizzazione centuriale; altre attestazioni si riferiscono ad un livello antropico rinvenuto a m 3,60 di profondità ed interpretato come demolizione di contesto abitativo, ai resti di edificio rustico in via Poggi e alle tracce di villa romana con fornace in località Borgatella. A Bologna si segnala un'area di frammenti fittili in via del Carpentiere ed il rinvenimento in via Larga, sotto depositi profondi m 2,30, dei resti di un impianto rustico romano. Infine, durante i lavori per lo svincolo Arcoveggio già citati, si rinvenne una strada glareata di età repubblicana coincidente con un asse intercisivo mediano rispetto a due decumani centuriali.

Considerando l'importanza dell'area centuriale, colpisce la scarsità del dato, che può tuttavia essere spiegata con la profondità della stratigrafia antica, in questa zona colmata spesso da ingenti riporti alluvionali.

Altre tracce di antropizzazione romana sono state rinvenute presso S. Lazzaro, dove si localizzano alcuni livelli antropico, uno dei quali rinvenuto a soli 95 cm di profondità.

A Bologna si segnalano livelli antropizzati presso via dell'Arcoveggio alla profondità di m 3,00, presso il Villaggio due Madonne, via Mattei (70 cm di profondità), il Centro direzionale di via Fanin. Infine si localizzano, sempre a Bologna, due pozzi: uno alla profondità di m 3,20 in via Scandellara, l'altro in via Lenin.

Rare, in generale, le attestazioni riferibili a necropoli: a San Lazzaro si segnala una necropoli riferibile all'età tardoantica, a Bologna la necropoli di zona Fiera rinvenuta ad una profondità di m 3,00.

L'area è infine particolarmente scarsa di attestazioni di età medioevale (l'unica nota è a Bologna in zona Fiera)

15.2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO

Al fine di avanzare una valutazione del potenziale archeologico, si evidenziano i seguenti aspetti:

- la verifica archeologica preventiva effettuata per i lavori di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna (2005-2006), quindi in aree assolutamente limitrofe a quelle in oggetto, non ha restituito elementi di interesse archeologico¹;
- gli interventi in progettazione prevedono adeguamenti ed allargamenti al sistema stradale esistente, con scavi profondi sino a m 1,00 (progr. 8+750-11+750, 12+750-16+400, 17+850-21+649), sino a m 5,00 (progr. 11+750-12+750, 16+400-17+850) ed oltre (opere d'arte con fondazioni)
- il territorio coinvolto da questi interventi è quindi caratterizzato dalla presenza di un importante asse stradale già esistente, il che indicherebbe una scarsa conservazione e forte depauperamento dell'eventuale bene archeologico individuato;
- in generale gli interventi si inseriscono in un comparto ricchissimo di testimonianze archeologiche di grande interesse, che permettono di evidenziare come tutta la zona sia stata sede preferenziale di occupazione dall'epoca preistorica in poi, senza soluzione di continuità;
- i pochi dati di scavo a disposizione permettono di ricostruire una stratigrafia costituita da ingenti riporti alluvionali, con livelli romani e villanoviani solitamente presenti fra m 1,00 e 3,00 di profondità.

In base a quanto detto il potenziale archeologico può essere così classificato:

- Svincoli, relativa viabilità ed aree di cantiere di: Arcoveggio-Interconnessione A13, Svincolo 7bis Parco nord, Svincolo 9 San Donato Fiera, Svincolo 11 Massarenti: il potenziale è *indiziato da ritrovamenti diffusi. Diversi ambiti di ricerca danno esito positivo. Numerosi rinvenimenti materiali dalla provenienza assolutamente certa. L'estensione e la pluralità delle tracce coprono una vasta area, tale da indicare la presenza nel sottosuolo di contesti archeologici* (Potenziale 8, Rischio alto).
- Allargamento autostradale km 19+408-21+649 (comprese aree di cantiere): il potenziale è *indiziato da ritrovamenti diffusi. Diversi ambiti di ricerca danno esito positivo. Numerosi rinvenimenti materiali dalla provenienza assolutamente certa. L'estensione e la pluralità delle tracce coprono una vasta area, tale da indicare la presenza nel sottosuolo di contesti archeologici* (Potenziale 8, Rischio alto).

¹ Segnalazione della dott.ssa Curina (non si è riusciti sfortunatamente a rinvenire la relativa documentazione di scavo).

Per tutte le altre lavorazioni, senza operare alcuna ulteriore distinzione, il potenziale può essere *indiziato da dati topografici o da osservazioni remote, ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali)*. Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale (Potenziale n. 6, Rischio medio).

Nel caso di richiesta, da parte della Soprintendenza Archeologica competente, di indagini archeologiche preliminari, queste potrebbero ragionevolmente essere localizzate nelle aree di maggior rischio archeologico ed in corrispondenza delle lavorazioni comportanti scavi maggiori e più impattanti (caratteristiche che combaciano in corrispondenza della progr. 16+400-17+850).

15.3. CONCLUSIONI

Nonostante gli interventi in progettazione ricadano in un'area ricca di elementi di interesse archeologico, di natura e tipologia diversa, stanti ad indicare un'occupazione dei luoghi senza soluzione di continuità, va evidenziato come i precedenti lavori di ampliamento autostradale, condotti fra il 2005 ed il 2006, non abbiano restituito elementi di interesse archeologico alcuno. È possibile quindi dire che l'area è stata già oggetto di precedenti indagini di verifica archeologica, aventi avuto tutte esito negativo.

Nonostante questo è possibile individuare delle aree in cui il rischio archeologico resta alto, in virtù di interferenze archeologiche note, di riferimenti centuriali certi, di evidenze archeologiche note non interferenti ma localizzate nelle immediate vicinanze. Si tratta degli svincoli e relativa viabilità di: Svincolo Arcoveggio-Interconnessione A13, Svincolo 7bis Parco nord, Svincolo 9 San Donato Fiera, Svincolo 11 Massarenti; Allargamento autostradale km 19+408-21+649.

Nelle restanti aree il rischio può essere ragionevolmente considerato medio.

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

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

In relazione all'inquadramento progettuale ed al sistema di cantierizzazione proposto con le diverse fasi di lavorazione, sono stati individuati 4 ambiti di scavo. Questi ambiti, identificati nel 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 4 ambiti individuati in fase di progetto sono:

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

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

16.2. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DA SCAVO

Criteri di ubicazione dei punti d'indagine

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

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

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

- omogeneità litologica, riferita specialmente alla presenza continua di depositi alluvionali, costituiti principalmente da sabbie, ghiaie e limi;
- tipologia delle aree interferite;
- particolarità e tipologia delle opere previste nei diversi ambiti, caratterizzate da una certa continuità riferita soprattutto alla disposizione dei diversi rilevati stradali.

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

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

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

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

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

Piano di indagine per la caratterizzazione ambientale

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

I 20 punti di indagine mancanti sono riferiti unicamente al nuovo svincolo di Lazzaretto (1 punto) ed alle 2 aree di cantiere (19 punti), il cui materiale di scavo, costituito dal solo scotico, viene comunque riutilizzato all'interno delle medesime aree. Questi siti saranno oggetto di una campagna di indagine ambientale in una successiva fase esecutiva.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tratta		pk	carr	Codice sito di indagine	X coord (Gauss-Boaga) m	Y coord (Gauss-Boaga) m	N° di prelievi	Profondità prelievo (m da p.c.)
C	33	21+580	N	PZ-PB13	1692255,9	4928368,7	2	0,0-0,3; 0,3-1,0

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

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

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

I punti per il completamento del piano di caratterizzazione ambientale sono riferiti al tratto delle rampe del nuovo svincolo di Lazzaretto e alle 2 aree di cantiere: infatti sono stati punti o siti indisponibili perchè interferenti con aree in parte ricoperte da fitta vegetazione o con aree coltivate, oppure per la non reperibilità o divieto di accesso dei proprietari, o per la presenza di sottoservizi o viabilità, per cui non è stato possibile utilizzare tecniche invasive di indagine.

Si ribadisce che 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 l'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.

Il punto di indagine lungo il tratto in progetto del nuovo svincolo del Lazzaretto è 1 ed è prossimo all'incrocio ed all'intersezione delle rampe di svincolo con la viabilità locale:

Tratta	Codice sito di indagine	X coord (Gauss- Boaga)	Y coord (Gauss- Boaga)	N° di prelievi	Profondità prelievo
		m	m		m da p.c.
A	PBSV01	1683372,0	4932765,9	4	0,0-1,0; 4,0-6,0; 8,0-10,0; 15,00- 18,00

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

Tabella 6 Aree di cantiere non investigate in fase progettuale

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

Metodica di campionamento

La quantità di prelievi su ciascun punto di indagine individuato ha seguito le indicazioni dell'allegato 4 del DM 161/2012, ponendo attenzione alle effettive condizioni del sito, agli orizzonti stratigrafici interessati, alle profondità massime di scavo da p.c. previste da progetto in ciascun punto e della

possibilità di accesso o di interferenza dei punti stessi. Lo scavo di un pozzetto esplorativo ha consentito la verifica:

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

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

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

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

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

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

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

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

Analisi chimiche di laboratorio

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

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

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

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

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

16.3. CARATTERISTICHE CHIMICHE PER LA QUALIFICAZIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

Sintesi dei risultati delle caratterizzazioni

La tabella seguente riporta in sintesi le quantità di siti individuati e prelievi ambientali sottoposti ad analisi chimica effettuati ai sensi del D.M. 161/2012 per la caratterizzazione ambientale finalizzate alla definizione di sottoprodotto delle terre e rocce da scavo.

Tabella 7 Riepilogo della campagna di caratterizzazione ambientale ai sensi del D.M. 161/2012

		Campagna 2016 D.M.161/2012	
Ambiti di scavo e riutilizzo	lunghezza in ml	Punti di indagine	Prelievi
Tratta A	~ 6000	14	34
Tratta B	~ 2050	5	11
Tratta C	~ 5500	14	34

Totale ~ 13550		33	79
Area di cantiere	mq	Punti di indagine	Prelievi
CB01	115000	16	16

I risultati analitici, riportati in allegato, permettono di definire che:

- a) Il 100% dei 95 campioni analizzati in laboratorio, ai sensi del D.M. 161/2012, risulta conforme ai limiti di cui alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) della colonna B, della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06, indicata come riferimento per la destinazione d'uso dei siti di intervento;
- b) Il 95% dei campioni prelevati lungo il tracciato lineare (79 campioni) risulta avere tenori al di sotto dei limiti di CSC riferiti alla destinazione di uso residenziale o agricola, indicati in colonna A della tabella 1, allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.;
- c) I superamenti rilevati nei terreni con valori al di sopra delle soglie di colonna A si riferiscono a 4 campioni (su 95) per concentrazioni di idrocarburi pesanti (in 2 campioni), Zinco (in 3), Piombo (in 1), nel dettaglio si può notare che:
 - a. sono tutti prelievi ubicati lungo il tracciato lineare e riferiti alla parte superficiale e comunque nel primo metro da p.c., ovvero l'orizzonte che subisce maggior influenza dall'agente esterno, sia atmosferico sia antropico;
 - b. si tratta di situazioni puntuali, diversamente distribuite lungo il tracciato;
 - c. in generale tali elementi e le relative concentrazioni anomale sono sintomatici in prossimità di una struttura viaria con intenso traffico veicolare, perché riconducibili ad usura degli asfalti ed al degrado di alcune parti meccaniche e gomme dei mezzi di trasporto;
- d) in nessun caso si segnala una concentrazione anomala in composti "indicatori" di potenziali criticità ambientali, quali composti organici aromatici o policiclici aromatici; il 100% dei 95 campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme, per tali parametri, ai limiti di CSC di colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06;
- e) per quanto riguarda la presenza di fibre amiantifere, in coerenza con la natura geologica dei terreni, il 100% dei campioni analizzati in laboratorio e prelevati nelle aree di scavo risulta conforme ai limiti della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV - Titolo V del D.Lgs. 152/06.

Tabella 8 Riepilogo sintetico degli esiti analitici di laboratorio e del numero di superamenti rilevati nell'indagine ambientale eseguita ai sensi del D.M. 161/2012

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
Tratta A	33	1	34
Tratta B	11	0	11
Tratta C	31	3	34

Totali campioni	75	4	79
------------------------	----	---	----

% su intero intervento			
Tratta A	41,8	1,3	43,0
Tratta B	13,9	0,0	13,9
Tratta C	39,2	3,8	43,0

Totali	94,9	5,1	100,0
---------------	------	-----	-------

% sul parziale di tratta			
Tratta A	97,1	2,9	100
Tratta B	100,0	0,0	100
Tratta C	91,2	8,8	100

Ambito/Campioni	CSC		Totale
	A	B	
CB01	16	0	16

Tabella 9 Sintesi delle analisi chimiche per la classificazione ambientale delle terre

Tratta	Numero	Sigla	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica	Tratta	Numero	Sigla	pk di prelievo	carr	Prof (m da p.c.)	Soglia	evidenza chimica
		campione								campione					
A	1	PB1	8+100	N	0,0-2	B	C>12	C	46	PZAMB8	16+400	S	0,0-0,3	B	Zn e Pb
	2				15-17	A			47				0,3-1,0	B	Zn
	3				33-35	A			48	0,0-0,3	A				
	4	PZ-PB1	8+500	N	0,0-0,3	A			49	PZPB8	16+850	N	0,3-1,0	A	
	5				0,3-1,0	A			50	PB21bis	17+400	N	0,0-2	B	C>12, Pb e Zn
	6	PZ-AMB1	9+100	N	0,0-0,3	A			51				25,5-29	A	
	7				0,3-1,0	A			52				47-49	A	
	8	PZ-PB2	9+700	N	0,0-0,3	A			53	PB22	17+800	S	0,0-1	A	
	9				0,3-1,0	A			54				16,5-18	A	
	10	0,0-2	A		55	32-34	A								
	11	PB6 DH	10+100	N	18-20	A			56	PZAMB9	18+300	N	0,0-0,3	A	
	12				38-40	A			57				0,3-1,0	A	
	13	PZ-PB3	10+600	N	0,0-0,3	A			58	PB24 DH	18+670	S	0,0-1	A	
	14				0,3-1,0	A			59				20-21	A	
	15	0,0-2	A		60	31-33	A								
	16	PB7	10+800	S	dic-14	A			61	PB25	19+100	N	0-1	A	
	17				23-25	A			62				13-15	A	
	18	PB8	11+300	S	0,0-2	A			63	33,5-34,7	A				
	19				dic-14	A			64	PZPB10	19+650	N	0,0-0,3	A	
	20	23-25	A		65	0,3-1,0	A								
	21	PZAMB2	11+850	N	0,0-0,3	A			66	PZPB11	20+050	S	0,0-0,3	A	
	22				0,3-1,0	A			67	0,3-1,0	A				
	23	0,0-2	A		68	PZAMB10	20+250		N	0,0-0,3	A				
	24	PB10 DH	12+300	N	18-20					A		69	0,3-1,0	A	
	25				33-35	A			70	PB27	20+822	N	0,2-1,2	A	
	26	0,0-2,0	A		71	16-18	A								
	27	PB12 DH	12+500	S	18-20	A			72	33-35	A				
	28				38-40	A			73	PZ-PB12	20+830	S	0,0-0,3	A	
	29	PZAMB3	12+850	S	0,0-0,3	A			74	0,3-1,0	A				
	30				0,3-1,0	A			75	PB29	21+350	S	0,0-2,0	A	
	31	PZAMB4	13+900	N	0,0-0,3	A			77				15,5-17,50	A	
	32				0,3-1,0	A			78	32-34	A				
	33	PZ-PB6	13+600	N	0,0-0,3	A			79	PZ-PB13	21+580	N	0,0-0,3	A	
	34				0,3-1,0	A			80				0,3-1,0	A	
B	35	PB17 bis	14+300	S	0,2-1,5	A		81	SMCN01			0,0-0,4	A		
	36				26-28	A		82	SMCN02			0,0-0,4	A		
	37				47-48	A		83	SMCN03			0,0-0,4	A		
	38	PZAMB5	14+800	S	0,0-0,3	A		84	SMCN04			0,0-0,4	A		
	39				0,3-1,0	A		85	SMCN05			0,0-0,4	A		
	40	PZAMB6	15+125	S	0,0-0,3	A		86	SMCN06			0,0-0,4	A		
	41				0,3-1,0	A		87	SMCN07			0,0-0,4	A		
	42	PZ-PB7	15+400	S	0,0-0,3	A		88	SMCN08			0,0-0,4	A		
	43				0,3-1,0	A		89	SMCN09			0,0-0,4	A		
	44	PZAMB7	16+050	N	0,0-0,3	A		90	SMCN10			0,0-0,4	A		
	45				0,3-1,0	A		91	SMCN11			0,0-0,4	A		
								92	SMCN12			0,0-0,4	A		
								93	SMCN13			0,0-0,4	A		
								94	SMCN14			0,0-0,4	A		
								95	SMCN15			0,0-0,4	A		

Sulla base degli esiti analitici emersi lungo il tracciato dai dati puntuali, è possibile proporre una suddivisione delle 3 tratte, identificate secondo il D.M. 161/2012, per un inquadramento dei materiali di scavo in sub-tratte secondo una CSC principale di riferimento.

Questo approccio parte dalla definizione, descritta in premessa, di uniformità delle condizioni al contorno, come il contesto litologico e territoriale, la tipologia della pressione antropica presente e le tipologie delle lavorazioni all'aperto. Perciò, in relazione alla densità dei punti di indagine ed alla loro posizione lungo il tracciato, la suddivisione in subtratte è effettuata individuando una pk equidistante tra 2 siti di indagine sottoposti ad analisi. Questa progressiva rappresenta il limite di una sub-tratta, a cui appartengono tutti i siti di scavo e riutilizzo ivi compresi. Questa sub tratta è appunto caratterizzata da una CSC principale di riferimento riscontrata in fase di analisi. Pertanto su tale criterio, il tracciato risulta così suddiviso:

Tabella 10 Criterio di suddivisione del tracciato e delle tratte
in parti caratterizzate da una CSC di riferimento

Tratta	dalla pk	a pk	CSC	Punti di indagine	
A	8100	8300	B	PB1	
	8300	14100	A	PZ-PB1	
				PZ-AMB1	
				PZ-PB2	
				PB6 DH	
				PZ-PB3	
				PB7	
				PB8	
				PZAMB2	
				PB10 DH	
				PB12 DH	
				PZAMB3	
				PZ-PB6	
				PZAMB4	
B	14100	16150	A	PB17 bis	
				PZAMB5	
				PZAMB6	
				PZ-PB7	
				PZAMB7	
C	16150	16225	A	PZAMB8	
	16225	16625	B		
	16625	17125	A		
	17125	17600	B		
	17600	21620	A		PB21bis
					PB22
					PZAMB9
					PB24 DH
					PB25
					PZPB10
					PZPB11
					PZAMB10
					PB27
PZ-PB12					
PB29					
PZ-PB13					

Conclusioni

Complessivamente tali risultati consentono, quindi, di affermare che:

- 1) data l'assenza di superamenti dei limiti di Concentrazione Soglia di Contaminazione di cui alla colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/06, **tutti i materiali e i terreni da scavo di interesse progettuale sono riutilizzabili**;
- 2) tutti i materiali scavati possono essere reimpiegati per la realizzazione di rinterri, rilevati e terrapieni di rimodellamento nell'ambito delle opere in progetto, essendo queste assimilabile ai siti a destinazione d'uso industriale/commerciale cui fa riferimento la colonna B sopra citata;
- 3) la maggior parte dei materiali (sulla base delle analisi con concentrazioni al di sotto dei valori soglia della colonna A) può essere riutilizzato in siti a destinazione verde o residenziale;

- 4) **per tutti i materiali sono soddisfatti i requisiti di compatibilità ambientale**, in relazione alla corrispondenza dei siti di utilizzo e dei siti di destinazione, così come segnalato nel paragrafo seguente.

Per la sintesi dei risultati delle analisi di laboratorio e per i relativi certificati sulla caratterizzazione preventiva delle opere ai sensi del DM. 161/2012, si rimanda all'elaborato specifico allegato al Piano di Utilizzo.

16.4. COMPATIBILITÀ AMBIENTALI DEI MATERIALI DA SCAVO NEI SITI DI UTILIZZO

I siti di utilizzo negli ambiti individuati sono sostanzialmente coincidenti con i siti di produzione previsti nei medesimi. Pertanto, al netto di ulteriori indagini di caratterizzazione rimandate ad una 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.

16.5. BILANCIO DEI MATERIALI

Ai fini della quantificazione dei volumi, sono stati considerati:

- il volume di scavo derivante dalla bonifica dei rilevati e di opere stradali suddiviso in scotico e scavo vero e proprio;
- il fabbisogno di materiali per 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 esuberanti dagli scavi da gestire a rifiuto.

È stata quindi eseguita una valutazione delle volumetrie delle terre originarie dagli scavi differenziando le seguenti categorie:

- a) materiali per rilevati;
- b) materiali per rintocchi, 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 come sottoprodotti ai sensi del D.M. 161/2012:

Tabella 11 Sintesi dei volumi di materiali movimentati

BILANCIO MATERIALI		Volumi	di cui ai sensi del DM 161/2012
		mc	
A	SCAVO		
	SCAVO SCOTICO VEGETALE	57.490,99	57.490,99
	SCAVO DI SBANCAMENTO, FONDAZIONE E PREPARAZIONE	865.287,05	769.987,78
	SCAVI DA PERFORAZIONI	68.712,37	--
	SCOTICO AREE DI CANTIERE	39.000,00	39.000,00
	TOTALE	1.030.490,41	866.478,77
B	FABBISOGNO		
	PER SISTEMAZIONE RILEVATI, OPERE E GRADONATURE	725.204,32	
	PER RIEMPIMENTI	72.004,21	
	PER RICOPRIMENTO SAN DONNINO	66.000,00	
	PER RIMODELLAMENTO A DUNA	60.000,00	
	PER SISTEMAZIONE A VERDE CON VEGETALE	57.490,99	
	SISTEMAZIONE AREE DI CANTIERE	39.000,00	
	TOTALE	1.019.699,52	
C	RIUTILIZZI SCAVI		
	RICOPRIMENTO SCARPATE E CIGLI	57.490,99	57.490,99
	RIEMPIMENTI	46.373,31	46.373,31
	PER RICOPRIMENTO SAN DONNINO	32.643,78	32.643,78
	RILEVATO CORPO STRADALE	630.970,69	630.970,69
	PER RIMODELLAMENTO A DUNA	60.000,00	60.000,00
	SCOTICO AREE DI CANTIERE	39.000,00	39.000,00
	TOTALE	866.478,77	866.478,77
D=B-C	APPROVVIGIONAMENTO		
	FORNITURA ESTERNA	127.589,85	
	FORNITURA da CAVA	25.630,90	
	TOTALE	153.220,75	
E=A-C	SMALTIMENTO IN DISCARICA O IMPIANTO	164.011,64	

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 1.030.490,41 mc. Il fabbisogno complessivo per la realizzazione dell'intervento, escluse le aree di cantiere (circa 39.000 mc di scotico), è pari ad un totale di circa 980.700 mc, di cui 725.200 mc destinati al rilevato ed alla sistemazione delle opere, mentre la sistemazione finale dei cigli e delle scarpate è completata dalla porzione di terreno vegetale escavato pari a circa 57.500 mc. Il volume residuo (circa 255.500 mc) è costituito dalle quote di riempimenti e sistemazioni, con il ricoprimento della Galleria fonica San Donnino e il rimodellamento a duna, previsto all'interno dell'omonimo parco.

Le lavorazioni considerano un riutilizzo complessivo di 866.478,77 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 153.200 mc). Tale approvvigionamento è previsto da cava, per la fornitura di materiale arido (circa 25.600 mc), e da altre iniziative sul territorio del Proponenti, quali la riqualifica e dismissione del tratto autostradale A1, presso la località Vado nel comune di Monzuno (BO). Tale previsione è in linea con le buone pratiche in materia ambientale con la disposizione di un riutilizzo di materiali originatesi da interventi presenti nella stessa provincia, limitando i volumi di esuberanti da gestire in discarica.

Pur possedendo i requisiti di compatibilità ambientale, parte degli scavi non hanno caratteristiche tecniche idonee alla formazione a rilevato, pertanto un volume di circa 164.000 mc, compreso quello proveniente dalle attività di perforazione dei pali, dovrà essere smaltito in discarica o destinato ad impianto di recupero autorizzato. Tenendo conto che le litologie sono costituite, soprattutto, da sabbie, limi e argille, è previsto il ricorso alla procedura di stabilizzazione a calce su parte dei volumi di scavo, per il miglioramento delle caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera e quindi per conferire al materiale le geotecniche necessarie al suo riutilizzo, anche in termini di umidità.

Sono previsti circa 221.000 mc provenienti dalle attività di demolizione di manufatti, di pavimentazione e di fondazione stradale. Questi volumi dovranno essere gestiti a rifiuto in impianti autorizzati con gli esuberanti provenienti dagli scavi.

Tabella 12 Volumi provenienti dalle demolizioni

BILANCIO MATERIALI da ATTIVITA' DI DEMOLIZIONE	Volumi
	mc
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI CLS / C.A.	28.239,38
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI	64.508,80
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONI BIANCHE	111.222,08
MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI FABBRICATI	16.226,00
TOT. A DISCARICA o RECUPERO	220.196,26

Complessivamente i volumi, da destinare ad operazioni di smaltimento o recupero, come indicato nella Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 s.m.i., sono circa 384.200 mc.

16.6. DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI MATERIALI DA SMALTIRE A DISCARICA OD 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 esposte per il riutilizzo in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti", ai sensi dell'art. 183 comma 1 lett. a) del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. Le seguenti tipologie di materiali di scavo, alla luce degli approfondimenti conoscitivi del territorio per la redazione del progetto con le indagini geognostiche e di caratterizzazione effettuate, sono direttamente identificati quali rifiuto e quindi opportunamente gestiti (impianti di trattamento e recupero o smaltimento in discarica):

- i fanghi di risulta derivanti da perforazioni per la realizzazione di pali e dalla eventuale bagnatura per l'abbattimento delle polveri durante gli scavi;
- 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. ESPROPRI

Il presente progetto definitivo evidenzia anche, con una apposita sezione, le aree da doversi impegnare per la realizzazione delle opere in esame da doversi realizzare nei tenimenti dei Comuni di Bologna e San Lazzaro di Savena della provincia di Bologna.

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).

Il piano particellare è redatto secondo i seguenti titoli di occupazione:

- aree da doversi espropriare per la nuova sede dell'autostrada;
- aree da doversi espropriare per le deviazioni o nuove viabilità e fossi esistenti;
- aree da espropriare per deviazione linee ferroviarie;
- aree da doversi espropriare per le sistemazioni ambientali;
- aree da doversi asservire per la risoluzione delle interferenze;
- aree da doversi asservire per servitù di passo e di drenaggio;
- aree da doversi espropriare per le piste ciclabili;
- aree da doversi occupare per la cantierizzazione delle opere.

La parte descrittiva contiene l'elenco delle ditte catastalmente intestatarie dei fondi da doversi espropriare. Per ciascuna ditta vengono 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).

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, sono stati 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.

Le aree interessate dalle opere sono azzonate nel PSC del Comune di Bologna e San Lazzaro di Savena in agricole o non edificate, edificate, zone di consolidamento, edificabili, zone da consolidare ed infine a standard per infrastrutture.

Le principali Leggi in materia espropriativa a cui è stato fatto riferimento sono:

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

In particolare vengono stimate le indennità di espropriazione applicando le seguenti disposizioni legislative del testo unico sulle espropriazioni e sentenze della Corte Costituzionale:

- ❖ per i terreni edificabili o edificati in base agli articoli 37, 38 e 39 ed in base alla sentenza della Corte Costituzionale n. 348/2007;
- ❖ per i terreni non edificabili in base agli articoli 40 comma 1 e 42.
- ❖ per i terreni espropriati parzialmente anche in base all'art. 33;
- ❖ per i beni non espropriati che a causa della realizzazione dell'opera pubblica siano gravati da servitù o subiscano una diminuzione di valore in base all'art. 44;
- ❖ per l'occupazione temporanea preordinata all'espropriazione e non in base agli art. 49 e 50.

17.1. ESPROPRIO DELLE AREE AGRICOLE O NON EDIFICABILI

Con la sentenza n. 181 del giugno 2011 la Corte Costituzionale ha dichiarato costituzionalmente illegittimo il criterio indennitario basato sul valore agricolo medio in quanto esso prescinde dall'area oggetto del procedimento espropriativo, ignorando ogni dato valutativo inerente ai requisiti specifici del bene.

Il dispositivo in particolare ha dichiarato incostituzionale i commi 2 e 3 dell'art 40 del D.P.R. 327/2001 e s.m.i..

E' stato, invece fatto salvo il comma 1 del sempre art. 40 il quale con riguardo alle aree effettivamente coltivate, prevede che l'indennizzo debba essere determinato tenendo conto delle colture praticate effettivamente sul fondo e del valore dei manufatti legittimamente realizzati, anche in relazione all'esercizio dell'azienda agricola.

Pertanto da tale sentenza si determinano le indennità secondo l'insegnamento giurisprudenziale in attesa che venga riempito il vuoto normativo dopo la sopra citata abrogazione.

Vengono anche conteggiate le indennità aggiuntive per il coltivatore diretto o imprenditore agricolo e per l'affittuario.

17.2. ESPROPRIO DELLE AREE EDIFICABILI, EDIFICATE E DELLE CORTI

La sentenza n. 348 del 24 ottobre 2007 della Corte Costituzionale ha sancito che il valore delle aree edificabili ai fini espropriativi deve essere equiparato al valore venale. Per quanto attiene ai valori unitari di mercato degli immobili è stato ricercato il più probabile valore sul libero mercato e successivamente confrontato con i dati statistici indicati dai tradizionali istituti di ricerca. Uno dei nuovi riferimenti in materia è senz'altro l'Osservatorio Immobiliare di recente istituzione (1993). Si tratta di una banca dati continuamente aggiornata dall'Agenzia del Territorio (ex catasto) attraverso indagini di mercato ed estimazioni puntuali.

I dati inseriti negli archivi informatici si riferiscono ai valori medi degli immobili registrati sulla base di una preventiva suddivisione del territorio in zone omogenee nelle quali si riscontra una certa uniformità di gradimento del mercato.

Tali dati garantiscono una buona attendibilità poiché le fonti dell'analisi di mercato sono costituite da una ricerca dei prezzi effettivi di compravendite, da indagini dirette, da informazioni reperite dai vari operatori privati, tutti elementi successivamente esaminati ed ordinati a cura di un'apposita commissione istituita presso ciascun ufficio periferico.

Si assume infine che tutte le aree edificabili siano anche di proprietà di coltivatori diretti che coltivano il fondo ovvero condotte da fittavoli, cui spetta un indennizzo corrispondente al valore agricolo medio della coltura in atto.

17.3. ALTRI INDENNIZZI

La valutazione delle indennità di esproprio è anche comprensiva dei pregiudizi arrecati sia ai beni espropriati parzialmente sia a quelli non espropriati ma che per effetto della costruzione dell'opera pubblica subiranno una diminuzione del valore (rispettivamente art. 33 e 44 Dpr 327/2001) ed in particolare:

1. per i terreni agricoli espropriati parzialmente è previsto un indennizzo per la riduzione della consistenza fisica dell'azienda o per la formazione di corpi aziendali separati derivanti da eventuale intersecazione con l'opera.

Considerata la natura delle opere (ampliamento dell'autostrade e di strade preesistenti) si ritiene che l'incidenza di tali danni sarà piuttosto bassa poiché non risulteranno occupate vere e proprie aziende agricole bensì piccole particelle per di più di proprietà differenti. In questa fase del procedimento non

risulta quindi possibile un'analisi puntuale, che richiederebbe la conoscenza delle effettive consistenze immobiliari delle eventuali aziende agricole presenti sul territorio.

Invece per le aree edificabili si deve conteggiare il rischio di quantificare delle aree pertinenziali al fabbricato con valori venali di aree non edificabili e quindi irrilevanti rispetto al vero danno, per l'abbattimento di alberi pregiati, l'estirpazione di siepi ben sviluppate, diminuendo il valore caratteristico estetico di un edificio oltre che abbattere la barriera naturale e un peggioramento della fruibilità della proprietà residua.

Quindi per la particolare attenzione che si deve porre ai negativi effetti economici prodotti sulle aziende o alle proprietà edificate ed edificabili, si deve considerare una incidenza in percentuale sull'ammontare dell'indennità di espropriazione, proprio per avere delle risorse necessarie per la stima delle indennità del citato articolo del T.U. *“Nel caso di esproprio parziale di un bene unitario, il valore della parte espropriata è determinato tenendo conto della relativa diminuzione di valore.”*

2. ai sensi dell'art. 44 del dpr 327/2001 per gli edifici esistenti e prossimi alla realizzazione dell'opera che a causa della stessa subiranno un deprezzamento oggettivamente riscontrabile sono stati conteggiati gli indennizzi per la riduzione del loro valore commerciale e, nel caso di insediamenti produttivi, per ridotta funzionalità dei piazzali di manovra.

Rientrano in questi danni anche le eventuali demolizioni dei piccoli manufatti che si trovano nei pressi della nuova opera quali recinzioni metalliche, cordoli, recinzioni in muratura ecc, di cui con la fase esecutiva delle espropriazioni sarà cura dell'Ente Espropriante verificare la legittimità.

3. Per fabbricati urbani ed industriali o commerciali come il giusto prezzo in libera contrattazione di compravendita ai sensi dell'art. 39 del T.U.

La stima è redatta con il sistema sintetico – comparativo, nella misure del vuoto per pieno, secondo il più probabile valore di mercato degli immobili in esame, mediante comparazione diretta di beni analoghi e svolgendo una indagine dei valori immobiliari tipici della zona prendendo a riferimento anche le principali pubblicazioni sui valori immobiliari (determinando il prezzo unitario).

Importante per la redazione della stima è prendere in esame anche la valutazione della consistenza dell'immobile per la quale abbiamo utilizzato i coefficienti estimativi per destinazione nella prassi stabiliti e le caratteristiche quali l'ubicazione, lo stato di manutenzione, la tipologia costruttiva e la qualità dei materiali usati.

17.4. INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE

L'esecuzione dei lavori chiede l'utilizzo di superfici di proprietà privata e pubblica per le viabilità e lo stoccaggio di materiali. Infatti il progetto contiene l'elenco delle superfici da occupare temporaneamente

strettamente funzionali e preventivabili con certezza al fine di consentire l'accantieramento dell'opera, senza però sostituirsi all'Appaltatore nel reperimento di aree strumentali all'organizzazione del lavoro.

I proprietari di dette aree subiscono con la dichiarazione di pubblica utilità, seppur anche se non un esproprio, comunque una compressione temporanea della loro facoltà di godimento sul bene.

Il Testo Unico sulle Espropriazioni ha disciplinato espressamente l'occupazione temporanea di aree da non espropriare, ma necessarie alla corretta esecuzione dei lavori.

L' indennità di occupazione temporanea di cantiere è pari, per ogni anno, ad un dodicesimo di quanto sarebbe dovuto nel caso di esproprio dell'area; per ogni mese o frazione di mese, è pari ad un dodicesimo dell'indennità annua di occupazione.

Vengono infine calcolati gli importi per le occupazioni temporanee di cantiere, per gli asservimenti, per il frazionamento della proprietà, per i costi tecnici della procedura espropriativa e per le imposte.

18. INTERFERENZE

Nella previsione del piano finanziario vengono 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 e riportate nelle tavole di censimento.

Gli oneri per la risoluzione delle interferenze vengono indicati, 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 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 l'onere di eventuali spostamenti o adeguamenti richiesti.