



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001 CIG 652449686B



GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA

ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850

PROGETTO DEFINITIVO

ASSE STRADALE PRINCIPALE

ELABORATI GENERALI

GENERALE

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

CODICE PROGETTO			CODICE ELABORATO					SCALA	DATA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev		
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	T 0 0	E G 0 1	G E N	R E 0 1	F	-	30/11/2019

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.



Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Paolo Cucino

INDICE

1	INTRODUZIONE	7
1.1	Descrizione dell'iter progettuale.....	7
1.1.1	Progetto Preliminare.....	7
1.1.2	Messa in gara del Progetto Preliminare	8
1.1.3	Fase di Approvazione del Progetto Definitivo.....	9
1.2	Inquadramento generale dell'intervento	10
1.3	Inquadramento geografico territoriale.....	12
1.4	Caratteristiche generali dell'infrastruttura	13
2	CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	17
2.1	Normative di riferimento.....	17
2.1.1	Normative generali	17
2.1.2	Normative stradali	17
2.1.3	Normative strutture.....	17
2.1.4	Normative ambientali.....	18
2.1.5	Normative impianti.....	20
2.2	Fasi progettuali precedenti e Revisioni.....	23
3	ASPETTI GEOLOGICI, GEOTECNICI e SISMICI.....	24
3.1	Dati geologici del Progetto Preliminare a base di gara	24
3.2	Studi geologici integrativi	24
3.3	Modello geotecnico del Progetto Definitivo.....	25
3.4	Caratterizzazione sismica.....	26
4	STUDI E RILIEVI.....	28
4.1	Studio di inserimento paesaggistico - ambientale.....	28
4.2	Studio di compatibilità idraulica	32
4.2.1	Strumenti Urbanistici – Ambito Idraulico.....	33
4.2.2	Stato di fatto	34
4.2.3	Interventi di progetto.....	35
4.3	Studi ed indagini ambientali – S.I.A.	38
4.3.1	Monitoraggio acustico	38

4.4	Gestione Terre e Rocce da scavo	39
4.4.1	Scavi e fabbisogni del Lotto I	39
4.4.2	Bilancio del Lotto 1	42
4.4.3	Scavi e fabbisogni del Lotto II	44
4.4.4	Bilancio del Lotto 2	47
4.5	Trattamento dei materiali e altri possibili utilizzi	49
4.5.1	Trattamento dei materiali	49
4.5.2	Siti di provenienza e siti di conferimento	49
4.5.3	Caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo	51
4.5.4	Eventuali siti di deposito intermedio	52
4.5.5	Percorsi previsti per il trasporto	52
4.6	Censimento e risoluzione delle interferenze	53
4.7	Espropri	53
4.8	Rilievi topografici utilizzati	54
5	PROGETTO STRADALE	55
5.1	Andamento piano-altimetrico	56
5.1.1	Andamento planimetrico e verifiche	56
5.1.2	Andamento altimetrico	56
5.2	Distanze e allargamenti per visibilità	57
5.3	Allargamenti in curva	57
5.4	Piazzole di sosta	58
5.5	Sezione tipo	58
5.6	Barriere stradali	59
5.6.1	Asta principale ed SS 131	59
5.6.2	Rampe di svincolo e complanari	60
5.6.3	Rampe di svincolo	60
5.6.4	Complanari e viabilità secondarie	60
5.7	Svincoli	61
5.7.1	Svincolo SV08 – SS.131dir “Quadrifoglio”	61
5.7.2	Svincolo SV01 – Baracca Manna	62
5.7.3	Svincolo SV09 SS.125	63

5.7.4	Svincolo SV02, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07	65
5.7.5	Viabilità di servizio e complanari	65
5.7.6	Percorsi ciclo-pedonali	66
5.8	Pavimentazione stradale	66
5.8.1	Asta principale ed SS 131	67
5.8.2	VIABILITA' SECONDARIA (rampe, complanari e rotonde):	67
5.9	Analisi di Sicurezza.....	67
5.9.1	Metodologia di analisi.....	68
5.10	Sintesi comparativa	68
5.11	Analisi dei flussi di traffico.....	69
5.11.1	Flussi di traffico allo stato di fatto	70
5.11.2	Flussi di traffico allo stato di progetto.....	70
5.11.3	Confronto scenari.....	71
5.12	Smaltimento delle acque di piattaforma.....	73
5.12.1	Adozione del sistema di smaltimento acque di tipo "chiuso"	73
5.12.2	Definizione del sistema di regimazione delle acque	74
5.12.3	Impianti di Prima Piovra	74
6	OPERE D'ARTE PRINCIPALI	76
6.1	Viadotti.....	76
6.1.1	Viadotto Monserrato	76
6.1.2	Viadotto Selargius Ovest.....	79
6.1.3	Viadotto Selargius Centro	81
6.1.4	Viadotto Selargius Est.....	82
6.1.5	Viadotto Quartucciu.....	85
6.2	Ponti sull'asse principale	87
6.2.1	Viadotto Cungianus	87
6.2.2	Ponte Rio Salius deviato (progr. 5+300)	89
6.2.3	Ponte Rio Salius (progr. 5+422).....	91
6.2.4	Prolungamento sottovia ferroviario (progr. 6+825).....	93
6.3	Ponti sugli svincoli e viabilità secondarie.....	94
6.3.1	Ponte su rampa 5 svincolo SS.125	95

6.3.2	Prolungamento sottovia stradale su svincolo SS.131	97
6.3.3	Ponte Rio Salius su viabilità secondaria AV04.....	99
6.3.4	Ponte Rio Nou su complanare S4	101
6.3.5	Ponte Rio Nou su complanare S5	102
6.3.6	Ponte Rio Cungianus su complanare S8.....	104
6.3.7	Ponte Rio Cungianus su complanare S9.....	105
6.4	Sottovia dell'asse principale	106
6.4.1	Sottovia alla progr. 11+638	106
6.5	Sottovia sugli svincoli e viabilità secondarie	108
6.5.1	Sottovia ramo B svincolo SS.125	108
6.6	Cavalcavia	110
6.6.1	Cavalcavia Svincolo SS.131	111
6.6.2	Cavalcavia Svincolo Baracca Manna	113
6.6.3	Cavalcavia Svincolo SS.125 – rampa 2	117
7	OPERE D'ARTE SECONDARIE	121
7.1	Tombini idraulici.....	121
7.1.1	Tombini dell'asse principale	122
7.1.2	Tombini sugli svincoli e viabilità secondarie	123
7.1.3	Realizzazione a spinta sotto sede stradale	126
7.1.4	Realizzazione a spinta sotto linea ferroviaria	126
7.2	Muri sull'asse principale.....	127
7.3	Muri su svincoli e viabilità di servizio	129
7.4	Passerella Ciclo-pedonale Rio Salius.....	129
7.5	Sottovia ciclo-pedonale alla progressiva 10+300	131
7.6	Sottovia su svincolo Baracca Manna.....	132
8	DEMOLIZIONI	133
8.1	Pavimentazione esistente.....	133
8.2	Barriere stradali esistenti	134
8.3	Opere d'arte maggiori in c.a.	134
8.4	Passerelle pedonali esistenti	135
8.5	Elementi lungolinea	136

8.6	Edifici.....	138
9	OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE	139
9.1	Opere di Mitigazione Acustica	139
9.2	Opere di Mitigazione Atmosferica.....	140
9.3	Opere a verde.....	140
9.3.1	Inerbimento	142
9.3.2	Fascia arboreo - arbustiva di mitigazione.....	142
9.3.3	Macchia arbustiva	143
9.3.4	Filare arboreo singolo (alberi II grandezza).....	143
9.3.5	Filare arboreo singolo (alberi I grandezza).....	143
9.3.6	Esemplari arborei isolati.....	144
10	IMPIANTI.....	145
10.1	Illuminazione.....	145
10.2	Distribuzione elettrica	146
10.3	Impianti meccanici	147
11	CANTIERIZZAZIONE E SICUREZZA	148
11.1	Aree di cantiere	148
11.1.1	Cantiere base (C1 Lotto 01 e C6 Lotto 02).....	148
11.1.2	Cantieri operativi.....	151
11.1.3	Area di deposito e stoccaggio.....	151
11.1.4	Area di cantiere di linea	151
11.2	Organizzazione del cantiere	151
11.2.1	Macrofasce di intervento e indicazioni generali	152
11.3	Gestione del traffico in fase di cantiere.....	153
11.3.1	Gestione del traffico sulla sede SS.554	153
11.3.2	Gestione del traffico sullo svincolo SS.131dir.....	156
11.3.3	Gestione del traffico sugli svincoli con rotatoria.....	157
11.4	Gestione del traffico sullo svincolo SS.125.....	158
11.5	Sicurezza.....	158
11.6	Aspetti ambientali legati alla cantierizzazione.....	159
11.6.1	Rumore in fase di cantiere	159

11.6.2	Atmosfera in fase di cantiere	160
11.7	Cronoprogramma.....	161

1 INTRODUZIONE

1.1 Descrizione dell'iter progettuale

La presente Relazione Tecnica Illustrativa costituisce parte integrante del Progetto Definitivo dell'appalto definito "Nuova SS 554 "Cagliaritana": adeguamento dell'asse attrezzato urbano ed eliminazione delle intersezioni a raso dal km. 1+500 al km. 11+850".

La progettazione definitiva, nella revisione descritta nella presente relazione, è il risultato di un iter progettuale che si configura, allo stato attuale, in modo già piuttosto articolato, come viene nel seguito brevemente riepilogato.

1.1.1 Progetto Preliminare

La prima fase di progettazione è costituita dal Progetto Preliminare, ed è stata elaborata da ANAS SpA, in qualità di Stazione Appaltante (emissione finale nel 2015).

L'intervento in oggetto è inserito nell'Appaltabilità ANAS 2015 (Altre Fonti) e nell'APQ Sardegna "Fondo Sviluppo e Coesione 2007-2013 – 1° Atto Integrativo - Interventi di rilevanza strategica regionale nel settore della viabilità" - Delibere CIPE n. 50/2014 (risorse FSC riassegnate ai sensi de l punto 2.3 della delibera CIPE 21/2014) e n. 31/2015 come rimodulata dalla delibera CIPE n. 96/2015 - datato 20 Novembre 2015.

Le soluzioni progettuali definite nel progetto preliminare, redatto sulla base di uno studio di funzionalità dell'asse principale e di un progetto preliminare degli svincoli redatto da professionisti incaricati dalla Regione Sardegna, sono state individuate anche nell'ambito delle sedute di un tavolo tecnico coordinato dalla regione Sardegna, cui hanno preso parte, oltre ad ANAS, la provincia di Cagliari e tutte le amministrazioni comunali interessate. Le risultanze di tali incontri hanno consentito di pervenire alla stipula di un accordo di programma finalizzato alla localizzazione delle opere così come progettate.

Nello specifico, in data 4 Luglio 2008 è stato sottoscritto un primo Accordo di Programma tra Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Cagliari, Comune di Monserrato, Comune di Quartu Sant'Elena, Comune di Selargius e ANAS.

Successivamente in data 24 Gennaio 2013 si è insediato un Tavolo Tecnico, cui hanno preso parte, oltre ANAS e Regione, la Provincia di Cagliari e i Comuni di Cagliari, Monserrato, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Selargius. All'esito dei lavori del Tavolo Tecnico il Comune di Cagliari con deliberazione del Consiglio Comunale n. 8/2015 del 25.02.2015, il Comune di Monserrato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 16 del 25.02.2015, il Comune di Quartu Sant'Elena con deliberazione del Consiglio Comunale n. 19 del 24.02.2015, il Comune di Quartucciu con deliberazione del Consiglio Comunale n. 13 del 26.02.2015, il Comune di Selargius con deliberazione del Consiglio Comunale n. 4 del 24.02.2015, hanno approvato lo schema di un Nuovo Accordo di Programma e adottato le rispettive varianti urbanistiche collegate a detto Nuovo Accordo di Programma, dando mandato ai Sindaci di procedere, successivamente alla positiva conclusione dell'iter della verifica di coerenza delle varianti urbanistiche ai sensi dell'art 31 della L.R. 7/2002, alla stipula del Nuovo Accordo di Programma e ai successivi provvedimenti necessari alla sua attuazione.

La Giunta Regionale con deliberazione n. 9/36 del 10.03.2015 ha approvato lo schema del Nuovo Accordo di Programma tra Regione Autonoma della Sardegna, ANAS S.p.A., Provincia di Cagliari, Comune di Cagliari, Comune di Monserrato, Comune di Quartu Sant'Elena, Comune di Selargius e Comune di Quartucciu.

La Provincia di Cagliari, Settore Ecologia, ha sottoposto a Verifica di Assoggettabilità a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) le varianti urbanistiche dei Comuni di Cagliari, Monserrato, Quartu Sant'Elena, Quartucciu e Selargius correlate al Nuovo Accordo di Programma, stabilendo, rispettivamente con determinazione n. 22 del 07.04.2015, n. 21 del 07.04.2015, n. 18 del 07.04.2015, n. 20 del 07.04.2015 e n. 19 del 07.04.2015, di non assoggettare le varianti urbanistiche a VAS.

Il Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna ha rilasciato il proprio parere con prescrizioni sulle varianti urbanistiche dei Comuni di Cagliari, Monserrato, Quartu Sant'Elena, e Quartucciu e Selargius con determinazione n. 5019/119 del 06.05.2015.

Il Comune di Cagliari con deliberazione del Consiglio Comunale n. 25 del 12.05.2015, il Comune di Monserrato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 33 del 12.05.2015, il Comune di Quartu Sant'Elena con deliberazione del Consiglio Comunale n. 28 del 11.05.2015, il Comune di Quartucciu con deliberazione del Consiglio Comunale n. 16 del 08.05.2015, il Comune di Selargius con deliberazione del Consiglio Comunale n. 18 del 08.05.2015, hanno approvato ai sensi della Legge Regionale n. 45/1989 in via definitiva le rispettive varianti urbanistiche collegate agli interventi oggetto del Nuovo Accordo di Programma;

Successivamente in data 15 Maggio 2015 è stato sottoscritto il Nuovo Accordo di Programma, da Regione Autonoma della Sardegna, Provincia di Cagliari, Comune di Cagliari, Comune di Monserrato, Comune di Quartu Sant'Elena, Comune di Quartucciu, Comune di Selargius e ANAS, adottato con decreto n. 57 del 26 Maggio 2015 del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna e pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Autonoma della Sardegna (BURAS n. 24 del 28.05.2015).

La sottoscrizione dell'Accordo di Programma ha comportato inoltre, ex art. 34 comma 6 del D.Lgs. 18 agosto 2000, n. 267 - Testo Unico Ordinamento Enti Locali - la dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità e urgenza delle opere previste.

A seguito delle progettazioni degli interventi di sistemazione idraulica, successive al 15 Maggio 2015, condivise in sede di Tavolo Tecnico, è in corso di adozione l'integrazione al Nuovo Accordo di Programma e, a cura delle Amministrazioni Comunali coinvolte, l'adozione delle nuove varianti urbanistiche al fine di recepire i contenuti di dette ulteriori progettazioni.

1.1.2 Messa in gara del Progetto Preliminare

L'iter progettuale descritto in precedenza è proseguito con la **messa in gara del Progetto Preliminare in regime di Appalto Integrato** da parte della stessa Stazione Appaltante nel 2016, richiedendo la redazione di un Progetto Definitivo che è stato sviluppato in fase di Offerta Tecnica con riferimento a quanto previsto dal Disciplinare di Gara bandito da ANAS S.p.a. (CUP: F2602000340001, CIG: 652449686B), al capitolo D.

Nella fattispecie, con bando di gara del 28.12.2015 Anas S.p.A. ha indetto una procedura per affidamento per appalto integrato complesso (ex art 53 comma 2 lettera c del D.lgs. 163/2006) relativa alla progettazione esecutiva e successiva esecuzione dell'"adeguamento dell'asse attrezzato urbano ed eliminazione delle intersezioni a raso" sulla S.S. 554 dal km 1+500 al km 7+100 ("primo intervento"), previa acquisizione in sede di offerta del progetto definitivo dell'intero intervento ricompreso tra le pk 1+500 e 11+850.

Sono inoltre comprese nel medesimo affidamento: le attività espropriative con esclusione di quelle riservate per legge alla Stazione Appaltante (DPR 327/01 e smi), la rimozione delle interferenze, l'esecuzione del monitoraggio ambientale, l'esecuzione delle indagini archeologiche, la bonifica da ordigni bellici, nonché i servizi e le forniture del solo primo intervento funzionale.

L'offerta di Astaldi S.p.A. è stata presentata in data 21.04.2016; successivamente ai sensi dell'art. 79 del D.lgs. 163/06 è stata disposta in data 02.11.2016 l'aggiudicazione definitiva dell'affidamento a favore di Astaldi.

In data 13.09.2017, con propria nota prot CDG-0459898, ANAS SpA ha comunicato la piena efficacia, con decorrenza immediata, del provvedimento n. 198 (del 02.11.2016) relativo all'aggiudicazione definitiva. Le opere in appalto e il Progetto Definitivo offerto sono state aggiudicate in data 13.09.2017 dalla Stazione Appaltante all'impresa Astaldi, con SWS Engineering mandataria dell'ATI di progettazione composta dalla stessa SWS Engineering, Astaldi ed Ing. Francesca Leo.

1.1.3 Fase di Approvazione del Progetto Definitivo

A valle di tale disposizione è stata dunque avviata, ai sensi di quanto disciplinato in "allegato D" del bando di gara, **l'attività di verifica istruttoria sul progetto definitivo offerto** condotta da parte di ANAS SpA ai fini del successivo avvio delle procedure autorizzative (fase di acquisizione dei pareri).

La fase istruttoria al progetto definitivo è stata avviata dalla Stazione Appaltante nel settembre 2017 e si è conclusa con l'ultima trasmissione progettuale prodotta da Astaldi in data 05 agosto 2018. Le istruttorie formulate dalla stazione appaltante nel corso di questa fase hanno riguardato nella fattispecie: richieste di carattere tecnico – progettuale, aggiornamento normativo del progetto ai sensi del DPR 120-17 (nuova normativa vigente in materia di "gestione delle terre e rocce da scavo"), inserimento di nuove opere d'arte e modifiche progettuali al fine di adempiere alle determinazioni di cui all'"accordo di Programma" stipulato da ANAS, Regione Sardegna e Amministrazioni Locali nel 2015.

Rispetto alla fase di gara, il progetto è stato dunque aggiornato per rispondere alle richieste sopra riassunte; la modifica di maggior impatto di carattere tecnico-operativo-economico è rappresentata dal necessario adeguamento alla nuova normativa vigente in materia di gestione delle terre e delle rocce da scavo intervenuta con DPR 120-2017; l'eliminazione dei trattamenti di stabilizzazione a calce dei materiali da scavo al fine del successivo riutilizzo, non più contemplata tra le "normali pratiche industriali" nel nuovo quadro normativo.

Il progetto Definitivo, adeguato in conformità alle richieste sopra esposte, è stato quindi trasmesso alla Stazione Appaltante, al fine dell'espletamento delle azioni di competenza di avvio delle procedure autorizzative in data 30.07.2018.

Anas procede quindi **all'avvio delle procedure autorizzative mediante trasmissione del Progetto Definitivo al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** in data 10.10.2018.

Il progetto definitivo è stato quindi esaminato durante tre sedute dello stesso Consiglio (20.10.2018, 31.01.2019, 27.06.2019) nelle quali sono state richieste integrazioni e modifiche progettuali oggetto di specifiche trasmissioni da parte di Astaldi.

Nello specifico, lo stesso CSLLPP si è espresso con una nota “Affare 80/2018: S.S. 554 Cagliaritano. Progetto Definitivo I° e II° intervento funzionale” prot. A.0070825.06-02-2019 del 6/02/2019, contenente una richiesta di chiarimenti ed integrazioni al Progetto Definitivo, necessarie per l’approvazione dello stesso, e da recepire entro 90 giorni.

A seguito della presentazione delle integrazioni progettuali suddette lo stesso CSLLPP si è nuovamente espresso con propria nota M_INF.CSLP.REGISTRO UFFICIALE.U.0007980.16-09-2019 del 16/09/2019 “Affare 80/2018: S.S. 554 Cagliaritano. Progetto Definitivo I° e II° intervento funzionale. Trasmissione del Progetto Definitivo ai sensi del D.M. 2013/2015”, rilasciando un parere con prescrizioni di ulteriori necessità di recepimento da riproporre al Consiglio prima della contrattualizzazione dell’opera (entro il termine dell’iter progettuale del PD).

Il parere finale è stato quindi emesso e trasmesso ad ANAS SpA in data 16.09.2019 (a seguito dell’ultima adunanza del 27.06.2019) ed è trasmesso ad Astaldi in data 08.11.2019.

Tale parere prescrive una serie di integrazioni e modifiche al progetto che dovranno essere riproposte all’approvazione della stessa commissione prima della contrattualizzazione dell’opera e della progettazione esecutiva e realizzazione del lotto dell’intervento. Le prescrizioni hanno avuto come oggetto principale un adeguamento del tracciato plano-altimetrico stradale dell’asse principale e di alcune direttrici di svincolo e di viabilità di servizio, con l’introduzione di allargamenti per visibilità, di due nuove complanari di servizio, e alcune modifiche della livelletta.

L’adeguamento alle prescrizioni formulate ha comportato anche alcune variazioni, seppur minimali, ad alcune opere d’arte sul tracciato principale e sugli svincoli, che sono state implementate all’interno delle ultime due revisioni progettuali.

In occasione della stessa trasmissione la S.A. ha chiesto formalmente di ritornare all’originario progetto con realizzazione dei rilevati tramite stabilizzazione a calce in ragione delle determinazioni riportate nella recentissima Delibera (n. 54/2019) del Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (SNPA) recante “Linee guida sull’applicazione della disciplina per l’utilizzo delle terre e rocce da scavo”, con la quale sembrerebbe essere chiarito l’aspetto relativo alla stabilizzazione a calce (o cemento) quale normale pratiche industriali.

Il progetto definitivo, al termine della procedura istruttoria condotta dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, verrà trasmesso agli Enti competenti coinvolti in Conferenza dei Servizi e alla Commissione Tecnica per la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

La fase istruttoria sopradescritta si concluderà quindi con l’acquisizione dei pareri definitivi degli Enti coinvolti in Conferenza dei Servizi necessari all’approvazione del Progetto Definitivo da parte del consiglio di Amministrazione della S.A. e conseguente dichiarazione di Pubblica Utilità.

1.2 Inquadramento generale dell’intervento

L’infrastruttura oggetto del presente Progetto Definitivo, è costituita da un tratto di strada assimilabile al tipo B extraurbana di lunghezza pari a circa 10340 m, che si svilupperà in corrispondenza della attuale sede della SS.554, con direzione Ovest - Est, nella zona a Nord del centro abitato di Cagliari.

Il presente documento viene redatto ai sensi del DPR n°207/2010 (Art. 25 – Relazione Generale del Progetto Definitivo), allo scopo di descrivere in termini generali gli studi condotti a supporto dell’attività di progettazione, ed in modo generale senza dettagli di calcolo, le caratteristiche delle opere facenti parte dell’Appalto.

Le opere comprese nel Progetto Definitivo sono suddivise, secondo il bando ANAS in due distinti lotti funzionali:

- I° Lotto funzionale (da progr. 1+500 a progr. 7+100): sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, da parte dell'aggiudicatario della gara;
- II° Lotto funzionale (da progr. 7+100 a progr. 11+850): non sarà oggetto dell'Appalto di esecuzione e di progettazione esecutiva, ma soltanto della fase di progettazione definitiva in gara.

Il tracciato stradale principale verrà realizzato per adeguamento in sede dell'attuale infrastruttura, con allargamento della sezione stradale esistente SS554, dalla progressiva iniziale fino alla progressiva 10+500 circa, dove la direzione principale per Villasimius e la Sardegna sud – orientale, verrà indirizzata per i rimanenti 1350 m compresi nel lotto, sulla attuale strada statale SS.125, riconfigurando l'ultimo tratto della attuale SS.554 come svincolo in uscita verso la direzione Poetto/Quartu Sant'Elena.

La sezione tipologica dell'asse principale prevede una piattaforma stradale con corsie di dimensioni ridotte di 3,50 m, anziché 3,75 m previsti dalla sezione tipo esecutiva del DM 05/11/2001 per strade di categoria B.

Tale scelta è stata operata, unitamente all'adozione di un intervallo di velocità di progetto è tra 70 km/h e 100 km/h (anziché tra 70 km/h e 120 km/h), con la motivazione principale di dare un'organizzazione della sede stradale, che sia commisurata alle velocità di progetto, con lo scopo di dissuasione nei confronti degli utenti rispetto ad una velocità di percorrenza maggiore, rispetto a quelle di progetto, che potrebbe essere indotta da una corsia più larga e dimensionata per velocità leggermente maggiori.

Tale possibilità è contemplata peraltro anche dal testo *"Strade e Ferrovie – Tecniche Progettuali e costruttive per le infrastrutture terrestri"* di Mario Servetto, *Il Sole 24 ore, Settembre 2006*, che viene usualmente adottato come riferimento per quanto riguarda il tema dell'adeguamento delle strade esistenti. Come è noto infatti, questa casistica veniva lasciata temporaneamente in sospeso nel DM 2001, seppur trattato in una successiva Bozza 21/03/2006 "norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" mai ufficialmente emanata.

Il citato riferimento bibliografico, nel caso di adeguamenti di infrastrutture esistenti, indica la possibilità di adottare un modulo pari a quello previsto per la categoria inferiore, ed in questo caso i 3,50 m, previsti per la categoria C2, per la quale la velocità di progetto massima è pari a 100 km/h. Tale assunzione è coerente con l'impostazione concettuale della CNR '73 che prevede proprio un modulo da 3,5 m per strade con velocità di progetto massima pari a 100 km/h.

Il progetto comprende anche 8 svincoli principali, con l'eliminazione di tutte le intersezioni a raso esistenti, con la realizzazione di svincoli su piani sfalsati; sono previste inoltre 9 viabilità di servizio complanari, e numerosi tratti di adeguamento della viabilità esistente, nelle adiacenze dell'infrastruttura principale.

Sono previste inoltre importanti opere idrauliche a salvaguardia della nuova infrastruttura, quali canali idraulici e sistemi di vasche di laminazione, dimensionati allo scopo di abbattere la pericolosità idraulica, che risulta allo stato attuale molto elevata su lunghi tratti del tracciato principale.

Tutte le opere in oggetto al presente PD, sono previste in realizzazione con il mantenimento in esercizio del traffico della SS.554 nelle configurazioni di potenzialità attuali, per quanto riguarda l'asse stradale principale e le direttrici di svincolo principali.

Come già introdotto in precedenza, il presente Progetto Definitivo, è stato redatto in prima revisione nell'ambito di un'offerta tecnica, all'interno della quale era prevista **la possibilità di sviluppare proposte migliorative** rispetto alle soluzioni progettuali del Progetto Preliminare posto a base di gara.

In particolare, il bando di gara prevedeva 5 elementi di valutazione, a loro volta suddivisi in vari sub – elementi, ciascuno con un proprio ambito di riferimento ricadente sulla progettazione.

All'interno del documento in oggetto troveranno dunque spazio, parallelamente ad una descrizione generale del progetto infrastrutturale, anche cenni ai principali aspetti migliorativi che sono stati introdotti rispetto al progetto preliminare a base di gara, integrandoli nella progettazione definitiva.

Va evidenziato che la progettazione è stata condotta con preciso riferimento al Progetto Preliminare posto in gara dalla stazione appaltante e nel pieno rispetto dei vincoli da essa posti all'interno del Disciplinare di Gara, o nelle risposte ai questi formulati dai concorrenti in fase di gara, mantenendone inalterate le caratteristiche peculiari dell'infrastruttura, integrandole in modo coordinato con le proposte migliorative sviluppate secondo la traccia proposta dall'Amministrazione stessa nei documenti di bando.

1.3 Inquadramento geografico territoriale

L'infrastruttura in oggetto è collocata nell'entroterra cagliaritano a nord della città e si sviluppa con direzione Ovest – Est, andando a lambire a Nord anche gli abitati dell'area sub-urbana di Cagliari, cioè i centri abitati di Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena (si veda la vista aerea generale riportata in Figura 1).

Si tratta di una zona di periferia urbana di una cintura molto rilevante dal punto di vista della densità di popolazione, costituita, oltre che da Cagliari (155.000 abitanti), da Monserrato (20.000 abitanti), Selargius (29.000 abitanti), Quartucciu (13.000 abitanti) Quartu Sant'Elena (71.000 abitanti).

Le quote altimetriche della zona sono principalmente pianeggianti con variabilità tra un minimo di 9,50 msm. In corrispondenza dell'inizio lotto, fino a circa 45 ms.m. nelle progressive finali; lungo tutto il tracciato le quote si attestano quasi sempre tra i 20 e i 30 ms.m.

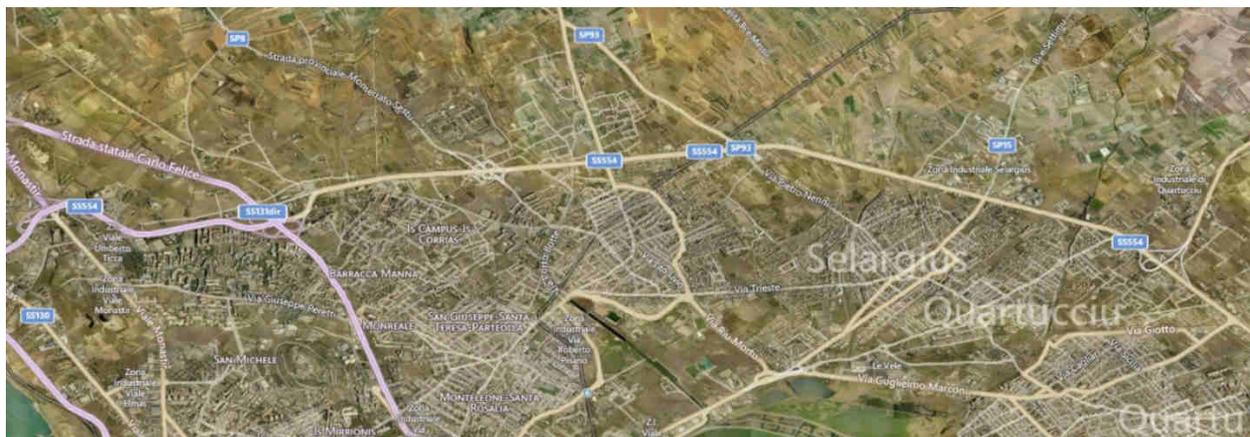


Figura 1 – Vista dell'area oggetto dell'intervento

Attualmente esiste una viabilità, la SS.554, caratterizzata da una sezione a doppia carreggiata con spartitraffico centrale, in molti tratti senza banchina laterale; sono presenti numerose immissioni a raso, con o senza regolazioni semaforiche, che risultano molto impattanti sul traffico e sulla sicurezza stradale, considerando che l'asse stradale è caratterizzato da un traffico molto elevato, con valori di TGM superiori ai 70.000 veicoli.



Figura 2 – Vista dell'infrastruttura attuale. Sezione con banchina laterale (a sinistra, km.4 circa) e senza banchina laterale (a destra, km.7 circa)

Le principali intersezioni stradali, tutte con direzione Nord – Sud, lungo il tracciato sono quelle di seguito elencate:

- Strada Statale SS.131dir, che si collega alla direttrice SS.131 Cagliari – Oristano (Strada Statale Carlo Felice), al km.3+050;
- Strada Provinciale SP.8 “Monserrato – Sestu” al km.5+100;
- Strada Statale SS.387 “Cagliari – Dolianova” al km. 5+900;
- Strada Provinciale SP.93 al km. 7+100;
- Strada Provinciale SP.15 al km. 8+500;
- Strada Statale SS.125 al km. 10+500.

L'asse principale interseca inoltre la linea ferroviaria Cagliari – Tortoli alla progressiva 6+825 circa.

1.4 Caratteristiche generali dell'infrastruttura

La nuova Strada Statale SS.554 oggetto dell'appalto assumerà la configurazione di una strada tipo B extraurbana, quindi a doppia corsia per ciascuna carreggiata (larghezza standard in rilevato pari a 20,30 m), progettata per un valore di Traffico Giornaliero Medio (TGM) pari a 70.000 veicoli.

Il Progetto Definitivo si articola secondo la seguente suddivisione, che è stata mantenuta inalterata, rispetto alla struttura prevista dal Progetto Preliminare a base di gara:

- **Asse principale SS.554.** E' caratterizzata da una lunghezza di circa 10.350 m, con la sezione stradale sommariamente descritta in precedenza. Le principali opere d'arte previste sull'asse principale sono:
 - i) Viadotto Monserrato (12 campate lunghezza 416 m);

- ii) Viadotto Selargius Ovest (8 campate lunghezza 288 m);
- iii) Viadotto Selargius Centro (12 campate lunghezza 423 m);
- iv) Viadotto Selargius Est (10 campate lunghezza 320 m);
- v) Viadotto Cungianus (1 campata lunghezza 30 m);
- vi) Viadotto Quartucciu (10 campate lunghezza 352 m);

Sono previsti lungo il tracciato delle leggere modifiche planimetriche, e allargamenti al tracciato stradale della SS.554, allo scopo di portare la velocità di progetto nel range 70 – 100 km/m, che non era sempre rispettato nel Progetto Preliminare.

Lungo la direttrice principale sono previsti un certo numero di muri di sostegno lungolinea, tombini idraulici, alcuni ponti secondari ad una campata ed il prolungamento su due lati di un sottopasso ferroviario.

- **Svincolo SS.131dir.** Si prevede il rifacimento dello svincolo “a quadrifoglio” esistente, interferente con la SS.554, costituito da 8 rampe di interconnessione tra le due direttrici. E’ previsto un rifacimento di circa 1300 m di lunghezza della direttrice principale, con un potenziamento sia della SS.554 che della SS.131dir a 4+4 corsie. E’ prevista la realizzazione di 3 cavalcavia ad una campata affiancati, con luce circa 50 m e con spalle comuni, in corrispondenza dell’intersezione tra le due viabilità, in sostituzione della struttura esistente.



Figura 3 – Vista del primo tratto dell’infrastruttura (progr.1+500 – 4+000) con svincolo SS.131dir “Quadrifoglio”

- **Svincolo Baracca Manna.** E’ una nuova intersezione due livelli, ubicata alla progressiva 4+000, che collega via Is Corrias a Sud alla zona rurale Su Pezzu Mannu a nord della SS.554; la viabilità interferente sarà caratterizzata da una corsia per senso di marcia, con un cavalcavia a 5 campate (lunghezza totale 138 m), e rampe di interconnessione tra l’asse principale e il secondario, in tutte le direzioni di svolta possibili.
- **Svincolo Monserrato.** L’attuale incrocio con la SP 387, con regolazione semaforica situato alla progressiva 5+900, verrà sostituito da un nuovo svincolo a due livelli, con la SS.554 in viadotto multi-campata, e la viabilità interferita al livello inferiore caratterizzata da una grande rotonda di diametro 75 m, e la realizzazione di 4 viabilità complanari (S1, S2, S3 e viabilità AV03) per l’interconnessione principale – secondaria.

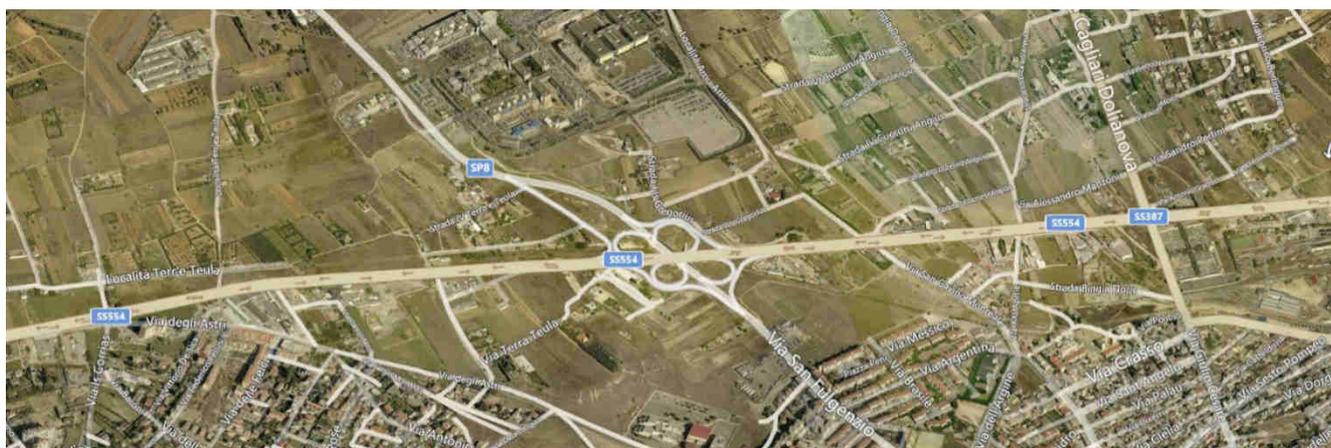


Figura 4 – Vista del secondo tratto dell'infrastruttura (progr.4+000 – 6+000) con svincolo SP.8 e intersezione con SS.387

- **Svincolo Selargius Ovest.** L'attuale incrocio con la SP 93, con regolazione semaforica situato alla progressiva 7+100, verrà sostituito da un nuovo svincolo a due livelli, con le stesse caratteristiche del precedente. La rotatoria avrà un diametro di 79 m, e la realizzazione di 4 viabilità complanari (S2, S3, S4, S5) per l'interconnessione principale – secondaria.
- **Svincolo Selargius Centro.** Uno svincolo con caratteristiche analoghe ai precedenti verrà realizzato alla progressiva 8+500 in sostituzione di una serie di incroci a raso. La rotatoria avrà un diametro di 76,5 m, e la realizzazione di 4 viabilità complanari (S4, S5, S6, S7) per l'interconnessione principale – secondarie.



Figura 5 – Vista del terzo tratto dell'infrastruttura (progr.6+000 – 8+000) con l'intersezione con SP.8 e la linea FS Cagliari – Tortoli

- **Svincolo Selargius Est.** L'attuale incrocio con la SP 15, con regolazione semaforica situato alla progressiva 9+250, verrà sostituito da un nuovo svincolo a due livelli, con le stesse caratteristiche dei precedenti. La rotatoria avrà un diametro di 47 m, e la realizzazione di 4 viabilità complanari (S6, S7, S8, S9) per l'interconnessione principale – secondaria.
- **Svincolo Quartucciu** L'attuale incrocio con via Mandas, con regolazione semaforica situato alla progressiva 10+030, verrà sostituito da un nuovo svincolo a due livelli, con le stesse caratteristiche dei precedenti. La rotatoria

avrà un diametro di 77 m, e la realizzazione di 2 viabilità complanari (S8, S9) per l'interconnessione principale – secondaria. Lo svincolo sarà collegato anche al nodo stradale successivamente descritto con la SS.125.

- **Svincolo con SS.125.** Il progetto prevede una pesante riconfigurazione dello svincolo esistente, tra la SS.554 e la SS.125, costituito da 4 rampe di interconnessione tra le due direttrici. Nello stato di progetto sono previste 7 rampe di svincolo e una serie di adeguamenti stradali locali. Sono previste tre opere d'arte di una certa rilevanza:
 - i) Cavalcavia multi-campata su rampa 2 (7 campate lunghezza 219 m);
 - ii) Sottovia scatolare su ramo B (lunghezza 207,50 m);
 - iii) Impalcato a campata unica su rampa 5.



Figura 6 – Vista del terzo tratto dell'infrastruttura (progr.8+000 – 11+500) con l'intersezione con SP.15 e svincolo con SS.125

Molte delle viabilità secondarie, oltre agli svincoli stessi, prevedono un certo numero di opere d'arte secondarie quali muri di sostegno e tombini.

Le viabilità di servizio complanari avranno sul loro tracciato alcuni ponti ad una campata, per risolvere le intersezioni con il reticolo idrografico esistente.

2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Nel seguito si riportano i principali riferimenti normativi utilizzati per la progettazione delle opere oggetto dell'appalto.

2.1 Normative di riferimento

2.1.1 Normative generali

In generale sono da considerarsi come normative di riferimento generali in materia di lavori pubblici:

1. *D.lgs. n. 163/2006 nonché le norme della legislazione statale ancora vigenti, in forza dell'articolo 253 del D.lgs. n. 163/2006, in materia di opere pubbliche, per quanto applicabili nell'ordinamento provinciale.*
2. *DPR n. 207/2010 Regolamento di attuazione ed esecuzione del D.Lgs 12 aprile 2006 n°163 recante "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture" – Art. 38 – Piano di Manutenzione dell'opera e sue parti.*

2.1.2 Normative stradali

1. *D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285 e s.m.i.: "Nuovo Codice della Strada";*
2. *D.P.R. 16 dicembre 2001, n.6792 e s.m.i.: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";*
3. *D.M. 19 aprile 2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", pubblicato sulla G.U. n.170 del 24.07.06;*
4. *D.M. 18 febbraio 1992 n. 223: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";*
5. *D.M. 3 giugno 1998, n.3256: "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";*
6. *D.M. 11 giugno 1999, n. 3606: "Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";*
7. *D.M. 21 giugno 2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";*
8. *Circolare 21.07.2010 protocollo n. 62032: "Applicazione uniforme delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".*

2.1.3 Normative strutture

Le normative di riferimento considerate in materia di strutture sono:

1. *Decreto Ministeriale 14.01.2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"*
2. *Circolare 02.02.2009 n°617/C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.*

3. EN 1992-1-1: 2005 “Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
4. EN 1997-1: 2005 “Eurocodice 7: Progettazione geotecnica, Parte 1: Regole generali”;
5. EN 1998-1: 2005 “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
6. EN 1998-5: 2005 “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
7. Legge 5 novembre 1971 n°1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
8. D.M. 11.03.1988 e s.m. – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
9. D.M. Min. LL.PP. 14 febbraio 1992 – “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
10. D.M. Min. LL.PP. 9 gennaio 1996 – “ Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
11. Circolare Min. LL.PP. 15 ottobre 1996 n°252 AA.GG. – “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996”.

2.1.4 Normative ambientali

Per la redazione dello Studio di Impatto Ambientale sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

1. DECRETO MINISTERIALE 52/2015
2. Linee guida per la verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale dei progetti di competenza delle Regioni e Province Autonome. (Allegato IV alla Parte seconda del D.Lgs 152/2006)
3. Decreto legislativo 29 giugno 2010, n. 128
4. Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69.
5. Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4
6. Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale
7. Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 7 Marzo 2007 Modifiche al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 settembre 1999, recante: 'Atti di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'articolo 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n.146, concernente disposizioni in materia di impatto ambientale'
8. Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (ABROGATI TITOLO II, ALLEGATI I-V)

Norme in materia ambientale

9. *Decreto Ministeriale 1 Aprile 2004*
10. *Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale.*
11. *Circolare Ministero dell'ambiente 30 marzo 1990*
12. *Assoggettabilità alla procedura dell'impatto ambientale dei progetti riguardanti i porti di seconda categoria classi II, III, e IV, ed in particolare, i "porti turistici". Art. 6, comma 2, della legge 8 luglio 1986, n. 349 e Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377.*
13. *D.P.C.M. 27 dicembre 1988*
14. *Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377.*
15. *D.P.R. 13 giugno 2017, n.120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164"*
16. *Delibera Consiglio SNPA 54/2019*

Per lo Studio Acustico sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

1. *Legge 26 ottobre 1995, n. 447*
2. *Legge quadro sull'inquinamento acustico*
3. *D.C.P.M. 14 novembre 1997*
4. *Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*
5. *D.P.R. 30 Marzo 2004 n. 142*
6. *Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447.*
7. *DPR 18 novembre 1998 n. 459*
8. *Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario.*
9. *D.M.A. 29 Novembre 2000 n. 142*
10. *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.*

Per la progettazione delle opere a verde sono stati considerati i seguenti riferimenti normativi:

Distanza impianti vegetali ai bordi autostradali e stradali

1. *D.P.R. 495/1992 Titolo II Costruzione e tutela delle strade.*
2. *D.P.R. 495/1992 Titolo II Art 26 Fasce di rispetto fuori dai centri abitati.*
3. *D.L. 30 aprile 1992, n. 285 e relativo aggiornamento del 14.02.2013, Nuovo Codice della strada .*

Visuale libera stradale

1. Decreto 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
2. Decreto 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

Specie vegetali di riferimento

1. Legge 22 maggio 1973, n. 269 "Disciplina della produzione e del commercio di sementi e piante da rimboschimento"
2. Decreto legislativo 10 novembre 2003, n. 386, Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione.
3. Decreto ministeriale 9 agosto 2000 del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, "Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del decreto legislativo 19 maggio 2000, n. 151".
4. D. Lgs 214/2005 "Attuazione della direttiva 2002/89/CE concernente le misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali".
5. Decreto 1 dicembre 2005 DEL Ministero Delle Politiche e Forestali, "Disciplina della commercializzazione di sementi di varietà, per le quali e' stata presentata domanda d'iscrizione ai registri nazionali (deroga di cui all'articolo 37, comma 2, della legge 25 novembre 1971, n. 1096, e dell'articolo 3-bis, comma 2, della legge 20 aprile 1976, n. 195). Attuazione della decisione 2004/842/CE, della Commissione, del 1° dicembre 2004.
6. Legge Regionale 7 agosto 2014, n. 16 "Norme in materia di agricoltura e sviluppo rurale: agrobiodiversità, marchio collettivo, distretti".

2.1.5 Normative impianti

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le principali norme applicabili sono:

1. UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
2. UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo
3. UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
4. UNI 11248:2012 Illuminazione stradale .- Selezione delle categorie illuminotecniche
5. UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
6. UNI EN 13201-2:2004 Illuminazione stradale .- Parte 2: Requisiti prestazionali
7. UNI EN 13201-3:2004 Illuminazione stradale .- Parte 3: Calcolo delle prestazioni
8. UNI EN 13201-4:2004 Illuminazione stradale .- Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

9. *UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.*
10. *CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*
11. *CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow*
12. *CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas*
13. *CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto.*
14. *CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica*
15. *CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore.*
16. *CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione.*
17. *CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.*
18. *CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata.*
19. *CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito.*
20. *CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.*
21. *CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.*
22. *CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).*
23. *CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore.*
24. *CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.*
25. *CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici.*
26. *CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.*
27. *CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.*
28. *CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).*
29. *CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).*
30. *CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).*
31. *CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).*
32. *CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.*

33. CEI 17-71 *Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali.*
34. CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, *relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.*
35. CEI 20-21 *Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).*
36. CEI 20-40 *Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.*
37. CEI 20-67 *Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.*
38. CEI 23-51 *Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare*
39. CEI 64-7 *Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie*
40. CEI 64-8 *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";*
41. CEI 64-12 *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.*
42. CEI 64-14 *Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.*
43. CEI 70-1 *Grado di protezione degli involucri (Codice IP).*
44. *Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli.*
45. CEI 81-10/1 *Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.*
46. CEI 81-10/2 *Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.*
47. CEI 81-10/3 *Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.*
48. CEI 81-10/4 *Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.*
49. CEI EN 60598-1:2009 *Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove*
50. CEI EN 60598-2-3:2003 *Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale*
51. CEI UNI 70029:1998 *Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza*
52. CEI UNI 70030:1998 *Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa*
53. *Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.*
54. *Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV.*

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

1. *Direttiva Presidenza Consiglio Ministri 3/3/99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";*
2. *DM 21 Marzo 1988, n°449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne";*
3. *DM 5 novembre 2001 e s.m.i. "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";*

4. DM 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”
5. DPR 495/92 e s.m.i. “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”;
6. Legge n° 186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici costruiti “a regola d’arte”.
7. Legge n° 791 del 18.01.1977 Attuazione della Direttiva n° 73/23/CEE (abrogata dalla Direttiva n° 2006/95/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere impiegato entro alcuni limiti di tensione.
8. Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
9. D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada
10. D.lgs. n°81/2008 e s.m.i. “Testo Unico sulla Sicurezza”.

Le direttive applicabili sono:

1. 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione.
2. 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica

N.B.

L’elenco dei cui sopra è stato fatto includendo anche leggi e norme superate che andranno prese solo come riferimento a carattere generale

2.2 Fasi progettuali precedenti e Revisioni

Unica fase progettuale precedente è il Progetto Preliminare “SS 554 Cagliaritano adeguamento alla sezione stradale cat.B “extraurbana principale” ed eliminazione delle intersezioni a raso”, redatto da ANAS SpA nel novembre 2015.

La presente revisione del progetto definitivo (dicembre 2019) viene redatta a seguito dell’istruttoria ANAS (prot.n. CDG-0503643-P del 06/10/2017), emessa sul Progetto Definitivo redatto in gara nell’aprile 2016, e delle richieste di integrazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici richieste dal documento prot. A.0070825.06-02-2019 del 6/02/2019, ed integrate con M_INF.CSLP.REGISTRO UFFICIALE.U.0007980.16-09-2019 del 16/09/2019 con prescrizione di ulteriori necessità di recepimento da riproporre al Consiglio prima della contrattualizzazione dell’opera.

La revisione corrente contiene inoltre una modifica sostanziale al progetto della gestione delle terre e rocce da scavo, alla luce della Delibera SNPA 54/2019 del 9 maggio 2019, che contiene alcuni chiarimenti in merito alla possibilità di riutilizzo del materiale da scavo previa stabilizzazione a calce o a cemento.

3 ASPETTI GEOLOGICI, GEOTECNICI e SISMICI

3.1 Dati geologici del Progetto Preliminare a base di gara

Il progetto preliminare a base gara è stato basato su dati desunti da bibliografia, derivanti soprattutto dalla banca dati ISPRA e da indagini eseguite per la realizzazione di opere prossime all'asse viario in esame, e da dati acquisiti ex novo a seguito della campagna geognostica del 2015.

In dettaglio:

- i sondaggi derivanti dalla Banca dati (ISPRA) sono stati effettuati principalmente a scopi irrigui, ad uso domestico e/o industriale, e risalgono al periodo temporale compreso tra il 1986 ed il 2005;
- i sondaggi derivanti da opere prossime all'asse viario sono stati eseguiti per la realizzazione dell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Cagliari e per la realizzazione del Serbatoio di Selargius e risalgono al periodo temporale compreso tra il 1984 ed il 2012;
- i sondaggi per la campagna geognostica del progetto preliminare sono stati eseguiti nel 2015.

Sulla base dei dati esistenti ed acquisiti è stato quindi ricostruito l'assetto superficiale e profondo dell'area, caratterizzato dalla presenza di diffuse ed importanti coperture quaternarie che ricoprono in maniera pressochè continua il substrato miocenico costituito da due formazioni: Arenarie di Pirri e Marne di Gesturi.

3.2 Studi geologici integrativi

Nell'ambito della presente progettazione sono stati utilizzati tutti i dati derivanti dalle documentazioni bibliografiche disponibili (pubblicazioni scientifiche e carte geologiche esistenti) e dalle campagne geognostiche eseguite per la redazione del progetto preliminare

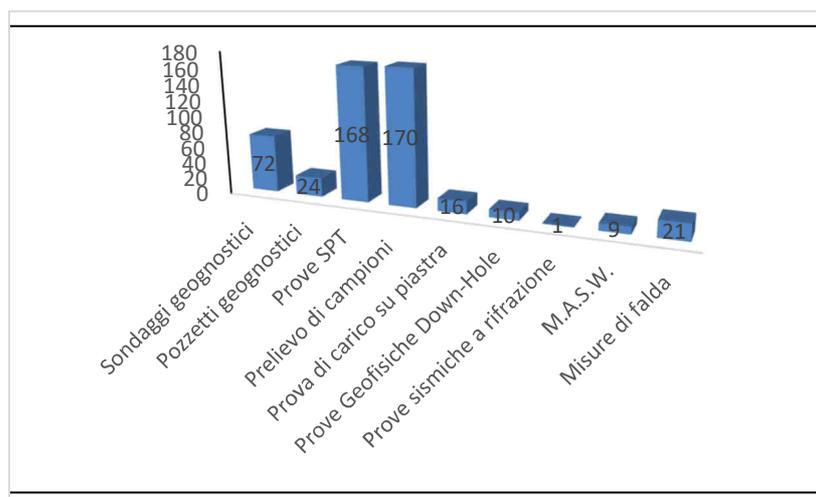


Figura 7 – Indagini utilizzate per la definizione del modello geologico di riferimento

La campagna geognostica per la Progettazione Definitiva è stata eseguita nel mese di febbraio 2016 ed è stata concepita in modo da integrare i dati e le conoscenze già acquisite durante la fase di Progettazione Preliminare.

La Figura 7 riporta schematicamente le indagini utilizzate per la definizione del modello geologico di riferimento del Progetto Definitivo.

3.3 Modello geotecnico del Progetto Definitivo

Il modello geotecnico è stato definito dall'insieme di informazioni desunte dai risultati delle campagne di indagine pregresse e della campagna integrativa (2016).

I dati raccolti dalle campagne precedenti riguardano:

- n. 61 sondaggi geotecnici a carotaggio continuo;
- n. 10 pozzetti geognostici prove SPT in foro;
- n. 10 prospezioni geofisiche tipo down-hole;
- n. 9 profili da indagini sismiche MASW.

Il comportamento a rottura e in esercizio dei terreni sciolti è stato caratterizzato, prevalentemente, mediante l'interpretazione delle prove effettuate in sito ed in laboratorio.

Si riportano nella seguente tabella, le unità geotecniche individuate e la loro corrispondenza con le unità geologiche.

Unità geotecniche		Unità geologiche		
G	Ghiaia prevalente	Da - ba	Depositi alluvionali	ghiaie da medie a molto grossolane prevalenti, con lenti e sottili livelli di sabbia
		Dt - bna	Depositi alluvionali terrazzati	ghiaie grossolane prevalenti, con lenti e livelli di sabbie e ghiaie fini a stratificazione incrociata
S	Sabbia prevalente	Da - bb	Depositi alluvionali	sabbie prevalenti
		Dt - bnb	Depositi alluvionali terrazzati	sabbie prevalenti
b2	Coltri eluvio-colluviali Ripoto	b2	Coltri eluvio-colluviali	Detriti grossolani immersi in matrice sabbioso siltosa....
LA	Limo e argilla prevalente	Da - bc	Depositi alluvionali	limi e argille prevalenti
		Dt - bnc	Depositi alluvionali terrazzati	limi e argille prevalenti
ADP	Arenarie di Pirri	ADP	Arenarie di Pirri	Banchi, da decimetrici a metrici, ben cementati di arenarie e sabbie quasi incoerenti
GST	Marne di Gesturi	GST	Marne di Gesturi	Marne arenacee e siltitiche
GST Alterate	Marne di Gesturi – alterazione substrato	GST	Marne di Gesturi – Alterazione substrato	Marne arenacee e siltitiche. Alterazione parte superficiale

In merito alle componenti lapidee, il comportamento d'ammasso è stato caratterizzato mediante l'utilizzo del modello costitutivo proposto da Hoek-Brown, definendo le proprietà del materiale roccia intatto dalle prove di laboratorio disponibili (prove di compressione monoassiale) e definendo poi le condizioni di fratturazione ed alterazione.

3.4 Caratterizzazione sismica

La microzonazione sismica consiste nell'individuazione delle risposte sismiche locali e si ottiene definendo la presenza di terreni dinamicamente instabili (quelli che in caso di sollecitazione sismica possono essere soggetti a deformazioni permanenti, quali frane, liquefazione, addensamento, etc.) e stimando in maniera qualitativa le accelerazioni che si possono determinare sui terreni dinamicamente stabili.

Per definire l'azione sismica di progetto si deve valutare la risposta sismica locale che è definita come l'azione sismica che emerge in "superficie" a seguito delle modifiche di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido.

La risposta sismica locale è funzione delle caratteristiche del sottosuolo (tipo di terreno, variazioni dello stesso in profondità, spessore, etc.) e delle condizioni topografiche, che possono favorire o meno i fenomeni di amplificazione (si veda tabella seguente):

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e 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 e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente ad densati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)

E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La definizione della categoria del sottosuolo necessita di indagini che permettano di effettuare una opportuna caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo. La classificazione si ottiene sulla base dei valori misurati della velocità equivalente (V_{s30}) di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità ed in base a questi valori si distinguono 5 categorie di sottosuolo.

Nella fattispecie le opere strutturali interessate dalla presente progettazione definitiva possono essere classificate dal punto di vista della superficie topografica come T1 mentre per quanto riguarda il tipo di terreno in generale esso è classificabile prevalentemente come categoria B, con alcuni tratti ricadenti in categoria C.

Nella seguente Tabella si riportano i range di progressivazione lungo l'asse principale, per le due categorie sismiche individuate, e le principali opere d'arte in esse ricadenti.

progr.in	progr.in	categoria	Opere principali
1+500	4+900	B	Cavalcavia Sv. SS.131dir, Baracca Manna
4+900	5+140	C	Nessuna
5+140	6+900	B	Viadotto Monserrato, Ponti Rio Salius
6+900	9+000	C	Viadotti Selargius Ovest, Selargius Centro, Ponti Rio Nou, Muri di sostegno
9+000	11+500	B	Viadotti Cungianus, Quartucciu, Ponti Cungianus, Sottovia, Muri di sostegno, cavalcavia Sv.SS.125

Tabella 1 – Categorie sismiche considerate e principali opere d'arte.

4 STUDI E RILIEVI

4.1 Studio di inserimento paesaggistico - ambientale

Al fine di ottimizzare l'inserimento paesaggistico – ambientale del progetto stradale in fase di progettazione definitiva sono stati messi punti una serie di interventi che hanno riguardato:

- le sistemazioni a verde;
- la definizione di un nuovo disegno delle opere d'arte e dei manufatti.;
- la realizzazione di un parco urbano in zona Quartucciu.

Le sistemazioni a verde svolgono varie funzioni:

- sono tese a perseguire l'eliminazione/contenimento delle potenziali interferenze rilevate nel corso delle analisi ambientale condotta in sede di redazione dello Studio di Impatto Ambientale, al fine di perseguire nuove strategie di organizzazione e strutturazione ambientale e paesistica;
- svolgono la funzione di integrare l'infrastruttura di progetto all'interno del contesto di intervento perseguendo al contempo la definizione di un nuovo spazio che, non occultando il manufatto stradale, conformi e caratterizzi il contesto attraversato;
- sono tese a cogliere il potenziale di riqualificazione ambientale insito in ogni intervento di modificazione umana del territorio, che oltre ad essere subordinato al massimo rispetto dell'ambiente, deve tendere alla determinazione degli effetti di recupero e valorizzazione delle risorse ambientali e culturali.

Per quanto attiene le opere d'arte ed i manufatti l'obiettivo paesaggistico che si è voluto raggiungere è stato quello di realizzare strutture coerenti con i caratteri del contesto al contorno e finalizzate al miglioramento dell'inserimento paesaggistico con particolare riferimento al controllo degli impatti visivi. Da un lato si è lavorato sulla "forma" delle opere d'arte per individuare una soluzione strutturale che si integri con il contesto di intervento; dall'altro lato è stata sviluppata un'analisi di dettaglio dei caratteri paesaggistici dell'area di intervento al fine di valutarne le condizioni percettive e valutare i cromatismi dei singoli elementi del contesto; la finalità dell'analisi è stata quella di realizzare la coerenza cromatica tra le varie opere d'arte ed il suo contesto. In particolare le migliorie introdotte sulla "forma" delle opere d'arte riguardano: l'arretramento delle spalle dei viadotti con l'aggiunta di una campata laterale per ogni lato; la realizzazione di sottostrutture con pila unica a telaio; un' unica pila centrata all'interno della rotatoria; la realizzazione di impalcati in acciaio. Le migliorie introdotte comportano i seguenti vantaggi:

- maggiore permeabilità delle opere dal punto di vista paesaggistico, con massima altezza dei muri andatori sempre inferiore a 6 m, configurazione della pila centrale più snella, riduzione del numero delle velette;
- riduzione occupazione suolo (pila viadotto in luogo del rilevato);
- riduzione dell'apporto di materiale necessario ai riempimenti (riduzione lunghezza e altezza dei rilevati).

Alle opere d'arte è stato correlata la sistemazione delle rotatorie che insieme ai viadotti costituiscono un unico sistema. L'intervento è proposto in sostituzione di quanto definito dal Progetto a base di Gara che per le rotatorie prevede in maniera

pedissequa l'inerbimento e la piantumazione di essenze arbustive senza considerare, peraltro, che al di sotto dei viadotti la crescita delle piante potrà essere limitata dall'ombreggiamento del viadotto. La proposta progettuale intende caratterizzare le rotonde Monserrato, Selargius Ovest, Selargius Centro, Selargius Est, Rotatoria Quartucciu, quali "Porte di accesso" alla città. Gli interventi proposti mediante la messa in opera di allestimenti ed arredi dell'isola centrale delle rotonde assumono la valenza di valorizzazione dello spazio stradale e di spiccata connotazione urbanistica e paesaggistica dei luoghi. Quella che può essere definita come la leggibilità della rotonda definisce un insieme di fattori inconfondibili e peculiari di visibilità che concorrono al riconoscimento dell'intersezione da parte dei conducenti. Le singole rotonde sono state, pertanto, caratterizzate tenendo conto sia dei caratteri dell'intervento proposto sia del contesto al contorno. A tal fine sono stati individuati alcuni elementi del progetto che rappresentano l'elemento guida delle sistemazioni proposte, in particolare: la pila del viadotto; l'asse del viadotto; la verticalità delle pile del viadotto; la circonferenza dell'isola; la centralità dell'isola.

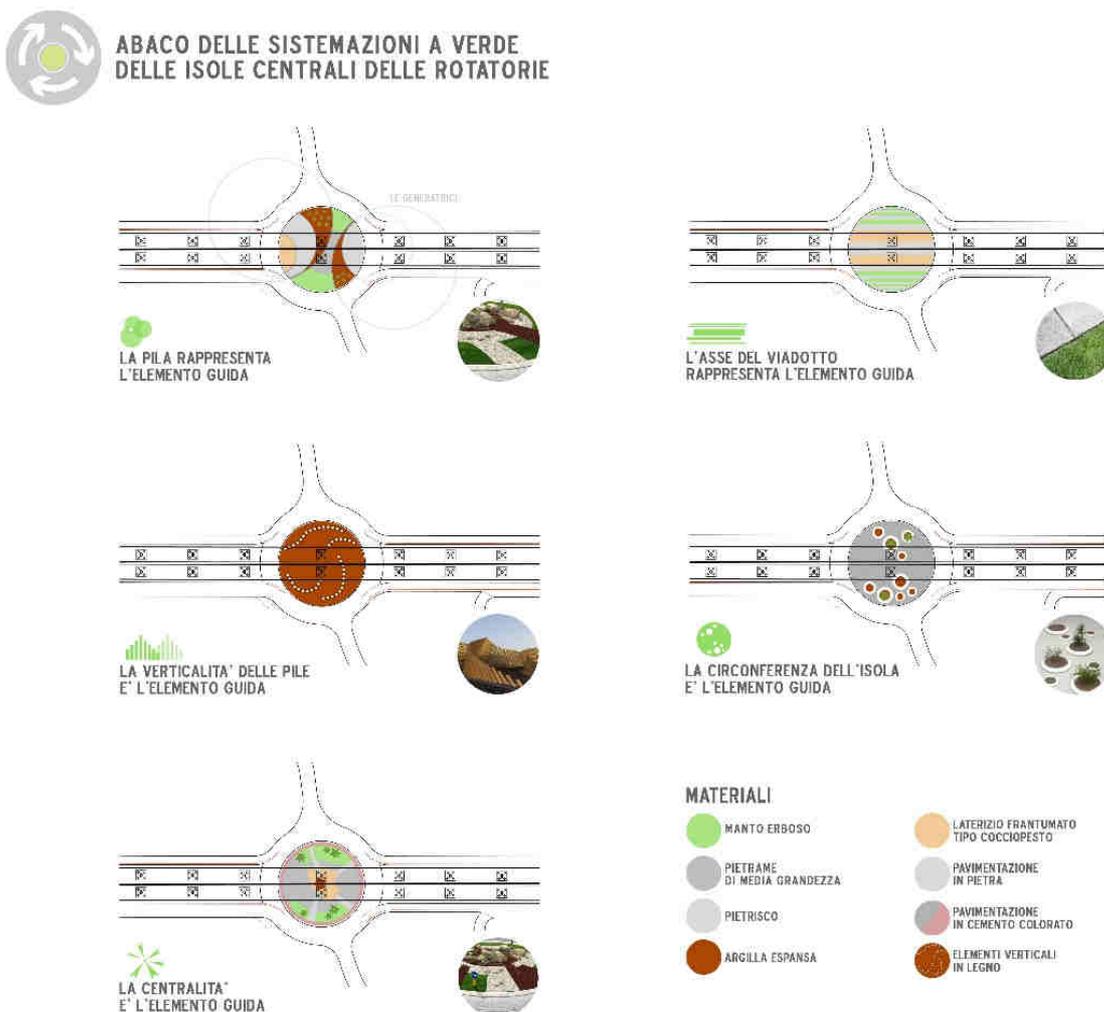


Figura 8: Interventi tipologici negli svincoli in rotonda

L'intervento di realizzazione del parco urbano in zona Quartucciu è proposto in sostituzione di quanto definito dal Progetto a base di Gara che prevede per il ripristino della trombetta di svincolo il solo intervento di inerbimento. In considerazione della presenza di una vasta area a destinazione residenziale in adiacenza alla trombetta di svincolo si propone la realizzazione di un parco urbano.

All'interno dell'area oggetto di intervento sarà realizzata una sistemazione a verde che comprende, oltre l'inerbimento, la piantumazione di essenze arboree in forma di filare, di siepi arbustive e di macchia arbustiva. E' previsto il mantenimento delle essenze arboree presenti attualmente all'interno dell'area di svincolo.

Il parco sarà attrezzato con un percorso pedonale che condurrà alle aree attrezzate per la sosta ed il riposo, per il pic nic ed il gioco dei bambini.

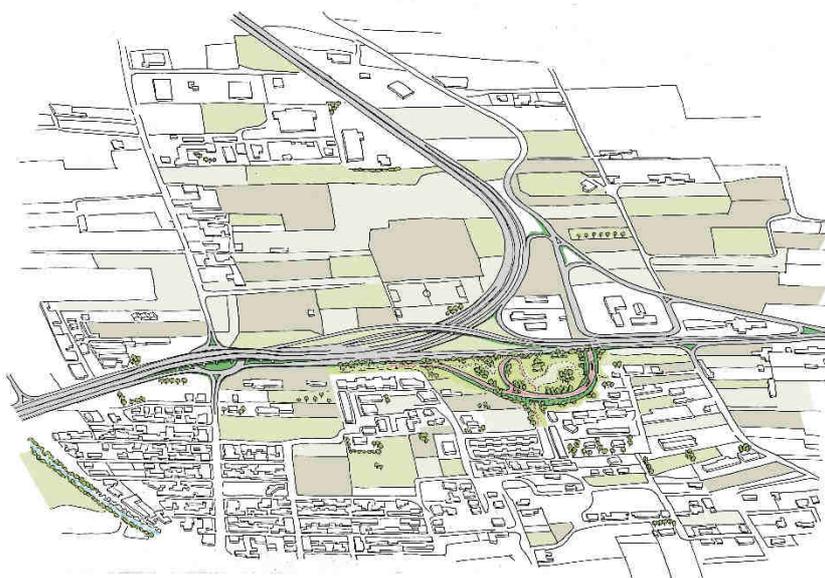


Figura 9: Inquadramento del Parco urbano nel contesto di intervento

Al fine di testimoniare il livello di ottimizzazione dell'inserimento paesaggistico – ambientale perseguito nel corso della progettazione definitiva Sono stati elaborati alcuni foto simulazioni volte a rappresentare le modalità con cui le migliori hanno ottimizzato l'inserimento paesaggistico ambientale del progetto.

Per la definizione delle viste da considerare si è lavorato due livelli: in primo luogo nel corso dell'analisi ambientale condotta per la componente paesaggio nello Studio di Impatto Ambientale sono state definite le condizioni di percezione dell'ambito interessato dal tracciato di progetto. L'analisi condotta ha posto in evidenza una qualità percettiva molto scarsa ed un evidente esigenza di riordino urbano lungo il tracciato dell'infrastruttura, a cui contribuiscono il progetto di adeguamento e gli interventi di inserimento paesaggistico ambientali previsti. In particolare si può considerare una visibilità possono considerare una visibilità medio entro i limiti massimi di 100 m dal tracciato, distanza che si riduce ulteriormente fino ad annullarsi nelle aree fortemente urbanizzate, che nella zona sud del progetto si sviluppano proprio a ridosso della statale. La visibilità diventa bassa, se non nulla, allontanandosi dal tracciato stradale.

L'altra componente considerata è relativa agli elementi progettuali che compongono il progetto: i temi più significativi sono rappresentati dagli svincoli per cui sono individuabili tre configurazioni progettuali: gli svincoli esistenti (SS131 e 125) oggetto di adeguamento; il nuovo svincolo di Baracca Manna ed il sistema delle rotonde.

Incrociando tali elementi sono stati definiti i punti per cui sono state sviluppate le fotosimulazioni; i punti considerati sono:

- svincolo SS131;
- svincolo Baracca Manna;
- svincolo n. 3 – Monserrato
- svincolo SS125.

Le foto simulazioni pongono a confronto la soluzione del progetto preliminare e la soluzione del progetto definitivo e sono finalizzate a porre in evidenza le migliorie introdotte in fase di progettazione definitiva per ottimizzare l'inserimento paesaggistico – ambientale del progetto stradale. Il progetto è stato concepito con il riferimento alla progettazione "integrata", ovvero alla definizione di un progetto che non legga le sue componenti separatamente ma le comprenda in unico insieme tale da consentirne l'integrazione all'interno del contesto territoriale e paesaggistico di riferimento.

Le condizioni di percezione degli interventi sono nella maggior parte dei casi limitati all'immediato intorno e sono caratterizzate in alcuni casi da campi visuali di dimensione limitata.



Figura 10: Svincolo Monserrato: Foto-inserimento

4.2 Studio di compatibilità idraulica

Riveste molta importanza in relazione alla particolare sensibilità locale sul tema, a seguito dei recenti disastrosi accadimenti (esondazioni del 2008 e del 2013), le verifiche di compatibilità idraulica, che sono state condotte in relazione all'area sulla quale si inserirà l'infrastruttura di progetto.

Sono previste già nel progetto preliminare a base di gara importanti opere idrauliche a salvaguardia della nuova infrastruttura, quali canali idraulici e sistemi di vasche di laminazione, dimensionati allo scopo di abbattere la pericolosità idraulica, che risulta allo stato attuale molto elevata su rilevanti tratti del tracciato principale.

Da un punto di vista idraulico la zona dove si inserisce l'infrastruttura non è caratterizzata da interferenze con corsi d'acqua di grandi dimensioni in termini di lunghezze, portate o dimensioni dell'alveo, quanto piuttosto da una serie di interferenze con corsi d'acqua minori, caratterizzati da deflusso a carattere stagionale, se non addirittura occasionale, ma allo stesso tempo da portata anche piuttosto rilevanti.

In aggiunta ad essi bisogna evidenziare anche **fenomeni di esondazione occasionale**, anche lungo direttrici, che allo stato attuale non sono propriamente incanalate o regimate, ma che **in occasione degli eventi di piena, trasformano in zone di scorrimento elementi di canalizzazione quali strade e viabilità locali**, per trasferire portate meteoriche anche elevate lungo la direttrice Nord – Sud che dall'entroterra cagliaritano porta verso le zone costiere più densamente popolate. Il fenomeno appena descritto acquisisce particolare importanza in virtù del fatto che l'infrastruttura in oggetto è collocata nell'entroterra cagliaritano a nord della città e si sviluppa con direzione Ovest – Est, andando a lambire a Nord anche gli abitati dell'area sub-urbana di Cagliari, cioè i centri abitati di Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena (si veda la vista aerea generale riportata in Figura 1).

Si tratta di una zona di periferia urbana di una cintura molto rilevante dal punto di vista della densità di popolazione, come descritto già nei paragrafi introduttivi.

Le quote altimetriche della zona sono principalmente pianeggianti con variabilità tra un minimo di 9,50 msm. In corrispondenza dell'inizio lotto, fino a circa 45 ms.m. nelle progressive finali; lungo tutto il tracciato le quote si attestano quasi sempre tra i 20 e i 30 ms.m.

Sulla direttrice Nord Sud invece le quote sono digradanti verso il golfo di Cagliari e vedono una zona a nord della SS.554 caratterizzata da ambienti per lo più rurali e poco urbanizzati, ed una zona a Sud dell'infrastruttura caratterizzata dalla presenza dei centri urbani.

Sono stati individuate tre diverse casistiche, con due diversi approcci di verifica della compatibilità idraulica:

- 1) Interferenza con **corsi d'acqua allo stato attuale incanalati e regimati**, per i quali nella configurazione di progetto sono previste nuove opere di attraversamento o in alcuni casi prolungamenti delle opere esistenti. In questi casi è prevista un'analisi di compatibilità idraulica dei franchi di attraversamento rispetto ad un evento di piena con tempo di ritorno TR = 200 anni.
- 2) Aree soggette a pericolosità idraulica **dove allo stato attuale non sono presenti opere di raccolta e regimazione**, e gli eventi di piena generati dai bacini a monte della strada SS 554 si manifestano con fenomeni di ruscellamento ed esondazione estesi sul territorio. In ragione della maggior pericolosità idraulica attuale,

proprio per i casi riconducibili a questa tipologia, nella configurazione di progetto è prevista la realizzazione di importanti manufatti di protezione idraulica, quali nuovi canali di regimazione/protezione, vasche di laminazione, sistemazioni idrauliche. In questi casi è prevista, oltre all'analisi di compatibilità idraulica dei franchi di attraversamento rispetto ad un evento di piena con tempo di ritorno TR = 200 anni, anche la verifica degli interventi di abbattimento della pericolosità idraulica.

- 3) Aree non soggette a pericolosità idraulica dove la realizzazione delle opere di progetto necessita di **interventi di regimazione delle acque meteoriche esterne alla piattaforma stradale**. Raccoglie tutte le casistiche diverse dal caso precedente tra i bacini interferenti con la nuova infrastruttura di progetto.

Lo studio di compatibilità è stato condotto seguendo la duplice finalità di:

- Individuare le zone di interferenza tra le aree a rischio idraulico e l'infrastruttura, allo scopo di individuare le idonee opere di protezione della stessa nei confronti dei fenomeni di esondazione;
- Per le zone di interferenza di cui al punto precedente, verificare che le opere di progetto non comportino elementi di incompatibilità rispetto al deflusso delle acque meteoriche durante gli eventi di piena, andandone a modificare in termini peggiorativi le dinamiche di drenaggio e smaltimento verso i corpi idrici recettori.

4.2.1 Strumenti Urbanistici – Ambito Idraulico

Durante la fase di progettazione definitiva, sono stati analizzati gli strumenti urbanistici della pianificazione territoriale regionale attinenti il rischio idrogeologico. In particolare sono stati trattati:

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSSF);
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA);
- Piano di Gestione Distretto Idrografico della Sardegna;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);

in corrispondenza della zona in esame.

Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSSF) e Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

L'area di intervento risulta esterna sia al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSSF) che al Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna

Per quanto riguarda il Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna i contenuti del documento non sono concernenti i rischi connessi all'esondabilità dei corpi idrici.

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

E' stato analizzato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006. Il PAI rappresenta uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del PAI delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Si rimanda alla relazione di Compatibilità Idraulica per l'analisi degli strumenti urbanistici idraulici e le loro ricadute sul progetto dell'infrastruttura.

4.2.2 Stato di fatto

Nel seguito vengono descritti i bacini interferenti con l'infrastruttura stradale, precisandone l'appartenenza alle tre casistiche individuate in precedenza, e di conseguenza gli studi che sono stati condotti nella fase di Progetto Definitivo. Si tratta in quasi tutti i casi di bacini che si estendono a Nord della SS.554, l'intersezione con la quale rappresenta la sezione di chiusura di ciascun bacino che asseconda la naturale pendenza Nord – Sud delle aree di studio, ad eccezione del bacino Is Corrias che raccoglie acque anche dal versante Sud, grazie alla presenza di manufatti idraulici esistenti (benchè non sufficientemente dimensionati rispetto ad eventi di piena estremi).

Nella seguente Tabella 2 si riporta una sintesi dei casi analizzati, con i dati di estensione, corrivazione e portata duecentennale che sono stati desunti dallo studio idraulico del Progetto Preliminare.

Bacino	pk inizio	pk fine	L [km]	A [kmq]	tc [h]	Q ₂₀₀ [mc/s]	Tipologia	Analisi
Zona Is Corrias	1+500	4+600	5.5	6.75	1.2	47.94	Non regimata	Pericolosità idraulica
Rio Salius	4+600	5+500	10.2	15.79	1.8	56.22	Parziale regimazione	Pericolosità idraulica
Rio Mortu	5+500	7+100	4.6	3.4	1.4	24.42	Non regimata	Pericolosità idraulica
Rio San Lussorio	7+100	7+400	2.9	2.2	1.3	12.42	Non regimata	Pericolosità idraulica
Zona Sugoddu	7+400	8+300	2.6	1.48	1.5	6.96	Non regimata	Attraversamento
Rio Nou	8+300	8+800	10.3	18.9	2.2	93.99	Regimato	Attraversamento
Zona Selargius	8+800	9+800	3.2	1.84	0.9	24.26	Non regimata	Attraversamento
Rio Is Cungiaus	9+800	10+200	12.8	12.5	1.7	83.94	Regimato	Attraversamento
Zona Quartucciu	10+200	11+800	2.1	1.45	0.7	16.73	Non regimata	Attraversamento

Tabella 2 – Sintesi delle interferenze idrauliche – Stato di fatto

Le aree che risultano allo stato attuale più critiche sono senza dubbio la zona Is Corrias, nella prima metà del tracciato, e le zone Rio Salius, Rio Mortu e Rio San Lussorio, nella parte centrale.

Proprio in queste zone sono stato concentrati i maggiori sforzi in termini di opere di protezione idraulica.

4.2.3 Interventi di progetto

Il Progetto Definitivo proposto in offerta tecnica, riprende per quanto riguarda gli studi e le opere di difesa idraulica dell'infrastruttura di progetto, i principi generali introdotti dal Progetto Preliminare posto a base di gara, ed in particolare, lo Studio dell'Università di Cagliari (Centro interdipartimentale di Ingegneria e Scienza Ambientali) dal titolo "Modellazione idrologica e idraulica relativa alle principali interferenze con i deflussi superficiali delle opere previste nel Progetto Preliminare della SS.554 Cagliaritana".

I contenuti dello studio idraulico, integrati con l'altro documento del Progetto Preliminare "Relazione idraulica delle interferenze minori e del corpo stradale", sono stati raccolti in una trattazione che sviluppi in modo organico su tutto il tracciato, lo studio delle interferenze dell'infrastruttura con il reticolo di drenaggio delle acque superficiali, siano esse allo stato attuale regimate all'interno di corsi d'acqua dotati di alveo proprio (come nel caso dei rii Salius, Nou e Is Cungiaus), siano esse non regimate ed allo stato attuale causa di fenomeni di esondazioni diffuse sul territorio, come nei casi, di tutti i bacini interferenti con la SS.554.

All'interno Progetto Definitivo, sono state introdotte, per le zone ritenute più significative, alcune proposte migliorative, **allo scopo di rendere più efficace la protezione dell'infrastruttura dei fenomeni esondativi**, in risposta al punto b.2 del disciplinare, che richiede "proposte di soluzioni tecniche e tecnologiche finalizzate alla gestione dell'idraulica superficiale (di piattaforma e interferita) con particolare riferimento alla salvaguardia della infrastruttura da fenomeni alluvionali".

Nel seguito si riporta, come sintesi finale di tutte le analisi che sono state sviluppate e raccolte nel presente documento, un quadro di riepilogo del percorso progettuale:

- 1) Individuazione delle criticità per le singole zone/bacini;
- 2) Studio Idraulico condotto
- 3) Misure di protezione introdotte dal Progetto Preliminare
- 4) Misure di protezione integrative introdotte dall'Offerta Tecnica.

La Tabella 3 a fine paragrafo, riporta una sintesi delle situazioni di pericolosità idraulica riscontrabili allo stato di fatto, mentre la successiva Tabella 4 sintetizza le principali scelte progettuali del PP, e le integrazioni che sono state proposte per ciascuna area/bacino, nei quali è stato suddiviso lo studio di compatibilità idraulica.

Gli studi posti a base di gara sono stati inoltre integrati con modellazioni mono-dimensionali a moto permanente, per mezzo del software HEC-RAS, con riferimento ai principali corsi d'acqua intercettati e ai nuovi canali di protezione dell'infrastruttura

I principali elementi di miglioria, riepilogati in tabella vengono di seguito brevemente descritti:

- **Incremento della capacità di laminazione dei sistemi di vasche.** Per i sistemi Rio Mortu e Rio Lussoriu, vengono incrementati i volumi potenziali di laminazione, e diminuite le portate di piena al colmo, grazie ad una razionalizzazione delle quote delle vasche (rimanendo nei medesimi ingombri rispetto al PP). Per il Rio Mortu la riduzione della portata passa dal 28% (PP) al 35% (PD) in termini di portata e dal 40% al 30% in termini di volume laminato; Per il Rio San Lussoriu la riduzione della portata passa dal 50% (PP) al 78% (PD) in termini di portata e dal 27% al 61% in termini di volume.

- **Protezione del piede rampa.** In tutte le tratte dove allo stato attuale si verificano esondazioni, il grado di protezione e di sicurezza idraulica, vengono ulteriormente incrementati, proteggendo anche il piede rampa con una sistemazione a massi sciolti. Si tratta di un intervento per complessivi 4800 m circa;
- **Protezione delle sottostrutture negli attraversamenti.** In corrispondenza dei due attraversamenti principali di Rio Nou e Rio Is Cungiaus, verranno previste opere di protezione della fondazione, anti-scalzamento, a causa della possibile azione erosiva della corrente in occasione di ipotetici eventi di piena, oltre ad una cementazione dell'alveo.

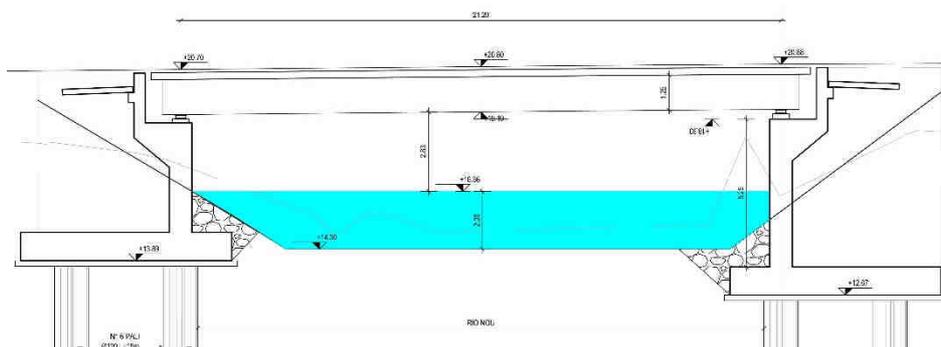


Figura 11 – Attraversamento Rio IS Nou - ponte secondario PO.05 su complanare S05

- **Protezione dell'ultimo tratto del canale Is Corrias.** Nel progetto preliminare, è prevista la realizzazione degli ultimi 350 m del canale Is Corrias, prima della sua confluenza nella zona di espansione, nei pressi della "vecchia masseria", con un grande canale terra. Si è ritenuto quanto mai opportuno proteggere le sponde del canale con materassi anti-erosione tipo reno, in ragione di velocità che sono state calcolate fino a valori di 3 m/s in occasione di eventi di piena, che possono essere causa di fenomeni di erosione spondale.
- **Rettifica della pendenza del canale Rio Salius.** La zona allo stato attuale è caratterizzata da un canale con pendenze non costanti e piuttosto variabili localmente lungo lo sviluppo del profilo longitudinale. Si è pensato di ricreare una situazione di deflusso più regolare, a moto uniforme, con l'introduzione di un pendenza costante

Si evidenzia infine (non citato in tabella, in quanto miglioramento che non ricade sull'aspetto di salvaguardia dal pericolo idraulico, il miglioramento di funzionalità dei sistemi di vasche di laminazione, anche in ottica manutentiva.

Le tubazioni in uscita alle vasche sono state previste con funzionamento a pressione, tarato esattamente sulle portate e quote appena descritte, allo scopo di regolare le portate di uscita, in modo da non far defluire l'acqua di piena nella durata dell'evento meteorico.

Si riscontra infatti che la soluzione di PP, così come definita, cioè con canali a pelo libero, se funzionante a gravità (e non regolato da strumenti di regolazione artificiale (a funzionamento elettrico quali paratie con valvole o sensori di livello), lascerebbe comunque defluire delle portate residue, in base alle capacità dei canali di smaltimento.

Bacino	Sup (km ²)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	STATO ATTUALE		
			Configurazione	Pericolosità	Lunghezza tratto esondabile
Zona Is Corrias	6,75	47,94	Nessuna regimazione	Esondazione diffusa per TR<50anni	3000 m
Rio Salius	15,79	56,22	Alveo naturale (insufficiente)	Esondazione diffusa per TR<50anni Q _{max} =56,22 m ³ /s V _{max} =360.000 m ³	200 m
Zona Rio Mortu	3,40	24,42	Nessuna regimazione	Esondazione diffusa per TR<50anni Q _{max} =24,42 m ³ /s V _{max} =123.077 m ³	750 m
Zona Rio San Lussorio	2,20	12,42	Nessuna regimazione	Esondazione diffusa per TR<50anni Q _{max} =12,42 m ³ /s V _{max} =58.126 m ³	500 m
Zona Sugoddu	1,48	6,96	Nessuna regimazione	Esondazione localizzata per TR<50anni	300 m
Rio Nou	18,90	93,99	Alveo naturale (sufficiente)	Esondazioni limitate a monte e valle di SS.554	-
Zona Selargius	1,84	24,26	Nessuna regimazione	Esondazione localizzata per TR<50anni	50 m
Rio Is Cungiaus	12,50	83,94	Alveo naturale (sufficiente)	Nessuna pericolosità	-
Zona Quartucciu	1,45	16,73	Regimazione fossi stradali	Nessuna pericolosità	-

Tabella 3 – Bacini interferenti con il tracciato – Stato di fatto.

Bacino	Sup (km ²)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	PROGETTO PRELIMINARE			OFFERTA TECNICA		
			Misura di Protezione	Caratteristiche	Pericolosità residua	Miglioria	Caratteristiche	Pericolosità residua
Zona Is Corrias	6,75	47,94	Canale Is Corrias Tombini di permeabilità	Raccolta Q=47,94 Drenaggio da Sud verso Nord	Erosione canale in terra (v=3 m/s) Nessuna	Protezione d'alveo del tratto finale Protezione del piede rilevato	Protezione con materassi Reno Protezione con massi sciolti	Nessuna Nessuna
Rio Salius	15,79	56,22	Sistemazione Rio Salius Vasca di laminazione (comune)	Alveo trapezoidale (500m monte) Q _{max} =20,00 m ³ /s V _{max} =213.000 m ³	Nessuna a monte SS 554 Permanente a valle SS 554	Uniformata pendenza costante (0,90%) Protezione del piede rilevato	Caratteristiche di modo uniforme nel canale Protezione con massi sciolti	Nessuna Nessuna
Zona Rio Mortu	3,40	24,42	Nuovi canali di raccolta acque Vasche di laminazione	Alveo rettangolare (1400m) Q _{max} =15,20 m ³ /s V _{max} =88.000 m ³	Nessuna a monte SS 554 Permanente a valle SS 554	Protezione del piede rilevato Incremento capacità vasche	Protezione con massi sciolti Q _{max} =13,72 m ³ /s V _{max} =74.000 m ³	Nessuna Nessuna
Zona Rio San Lussorio	2,20	12,42	Nuovi canali di raccolta acque Vasche di laminazione	Alveo rettangolare (750m) Q _{max} =6,00 m ³ /s V _{max} =42.000 m ³	Nessuna a monte SS 554 Permanente a valle SS 554	Protezione del piede rilevato Incremento capacità vasche	Protezione con massi sciolti Q _{max} =2,80 m ³ /s V _{max} =22.000 m ³	Nessuna Nessuna
Zona Sugoddu	1,48	6,96	Tombini di permeabilità	12 tombini Nord - Sud	Nessuna a monte SS 554	Protezione del piede rilevato	Protezione con massi sciolti	Nessuna
Rio Nou	18,90	93,99	Nessuna	2 nuovi ponti complanari	Scalzamento fondazioni spalle	Protezione delle sottostrutture	Protezione con massi cementati	Nessuna
Zona Selargius	1,84	24,26	Nessuna	2 nuovi tombini	-	Protezione del piede rilevato	Protezione con massi sciolti	Nessuna
Rio Is Cungiaus	12,50	83,94	Nessuna	1 nuovo ponte SS 554 + 2 nuovi ponti	-	Protezione delle sottostrutture (spalle)	Protezione con massi cementati	Nessuna
Zona Quartucciu	1,45	16,73	Canale di fine lotto	Alveo rettangolare (1400m)	-	-	-	Nessuna

Tabella 4 – Interventi di protezione e pericolosità residue – scenario Progetto Preliminare e scenario Progetto Definitivo

4.3 Studi ed indagini ambientali – S.I.A.

4.3.1 Monitoraggio acustico

Si fa riferimento ad una campagna di indagini sperimentali presso due postazioni della durata di 24 ore in continuo effettuata in corrispondenza della SS554 illustrata in Allegato 1 al Quadro di riferimento Ambientale, elaborato Componente Rumore – Monitoraggio, cod. elaborato DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-RE-02-A.

Le indagini fonometriche sono state finalizzate a diagnosticare il reale impatto dell'infrastruttura stradale in adeguamento, in postazioni prevalentemente esposte alle SS 554 e SS125 (infrastrutture stradale delle quali per l'appunto è previsto l'adeguamento), che definisce il clima acustico dell'area.

I rilievi acustici hanno una doppia finalità:

- taratura del modello previsionale
- definizione dei livelli acustici ante operam

Di seguito si riporta l'elenco dei punti di misura sopra menzionati

Postazione	Durata	Strada	Ubicazione
20 092109 PV1 014	24 ore	SS554	SS554 Km 5+800 – Monserrato (CA)
20 092105 PV1 022	24 ore	SS125	SS125 Km 9+500 – Quartucciu (CA)

Le schede di monitoraggio, riportanti lo stralcio planimetrico con l'indicazione della postazione di misura, la catena di misura, l'evoluzione temporale dei livelli acquisiti, i dati di traffico e la documentazione fotografica, sono riportate nell'elaborato Allegato 1 sopra menzionato.

4.4 Gestione Terre e Rocce da scavo

Per la gestione delle terre e rocce da scavo è stato redatto il Piano di Utilizzo Terre, secondo il DPR 120/2017, revisionando una prima versione progettuale che era stata elaborata, in temi precedenti rispetto all'entrata in vigore del nuovo DPR, applicando il precedente DM 10 agosto 2012 n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo". Tale procedura è stata indicata direttamente ad ANAS dagli enti competenti, ed in particolare da ARPAS (rif prot Astaldi 3306-17 del 28.10.2017, rif nota ANAS CDG 0653850 del 22.12.2017, rif nota ARPAS prot. 3352/2018 del 31.01.2018, rif nota ANAS CDG-0066721 del 07.02.2018, rif CDG-0119072- del 06.03.2018).

Nell'ambito della corrente revisione progettuale del Progetto Definitivo, è stata rivista la procedura di gestione delle terre e rocce da scavo, alla luce della possibilità (chiarita dalla delibera SNPA 54/2019) di un riutilizzo del materiale scavato in eccedenza, per la formazione dei nuovi rilevati, previa stabilizzazione.

Il Piano di Utilizzo Terre ha lo scopo di indicare le modalità con cui saranno gestiti e/o eventualmente riutilizzati, i materiali da scavo prodotti durante la realizzazione delle opere in progetto. È stato redatto un unico piano per i due lotti in cui è diviso il presente Progetto Definitivo, mantenendo però divise le analisi quantitative per i due tratti, che verranno realizzati in tempi diversi. Nella successiva fase di PE, verrà operata la suddivisione del documento nelle due parti relative a ciascun lotto in appalto.

Di seguito si riassumono i dati più significativi contenuti nel P.U.T.

4.4.1 Scavi e fabbisogni del Lotto I

Il sito di produzione è tutto il cantiere dell'infrastruttura. Data la vastità dell'area, si è suddivisa l'opera nelle sue parti principali, delle quali si è proceduto ad effettuare un accurato bilancio materie.

Si riportano nelle seguenti Tabelle una sintesi dei bilanci suddivisi per i due lotti in cui è articolato l'intervento: i volumi di scavo e fabbisogno vengono riportati considerando opportuni coefficienti di rigonfiamento (per lo scavo) e di compattazione (per il riutilizzo a rilevato), differenziati in base alle caratteristiche dei terreni considerati.

Lotto I	Scavo totale	Rifiuto	Scotico	Asfalto riutilizzato	Fondazione stradale	Roccia	A3	Alluvioni e coltri	Scavo totale in mucchio senza rifiuto
Coefficiente di rigonfiamento		1,15	1,25	1,15	1,15	1,54	1,19	1,33	
RI01	11.349	1.075	1.565	1.075	2.579	1.415		3.640	13.178
RI02	11.679	1.436	1.980	1.436	3.447			3.381	12.586
RI03	17.941	2.500	2.754	2.500	5.998			4.189	18.787
RI04	32.478	3.729	3.355	3.729	8.949	636		12.081	35.820
RI05	2.258	365	465	365	878			185	2.257
RI06	6.428	1.082	1.669	1.082	2.596				6.315
Viabilità secondarie - AV - CM Complanari e adeguamenti	46.317	1.399	13.799	1.399	3.357			26.364	57.782
SV01 - Svincolo Barracca Manna	13.363	148	6.503	148	2.561			4.003	16.569
SV02 - Svincolo Policlinico / Università	3.213		231					2.982	4.255
SV03 - Svincolo Monserrato	2.711		195					2.516	3.590
SV04 - Svincolo Selargius Ovest	2.262		162					2.100	2.995
SV08 - Adeguamento svincolo SS 131 dir	80.064	3.340	14.492	3.340	9.559	4.933	7.400	36.999	98.561
Viadotto Monserrato	2.606		187					2.419	3.451
Opere d'arte minori (sottovia - ponticelli - opere di sostegno)	16.886		1.212					15.674	22.361
Sistemazione idraulica nuovo canale Is Corrias	113.950		5.150			5.440	2.176	101.184	151.979
Vasche e sistemazioni idrauliche minori	100.950		11.300					89.650	133.360
Tombini	12.905		926					11.979	17.090
Compensazioni e mitigazioni ambientali	2.458		176					2.282	3.255
Totale in banco [mc]	479.819	15.073	66.121	15.073	39.923	12.425	9.576	321.628	-
Totale in mucchio [mc]	-	17.333	82.650	17.333	45.912	19.134	11.395	427.766	604.192

Tabella 5 – Volumi di scavo e fabbisogno terre – Lotto 1

Nel Lotto I è prevista la produzione di circa 480.000 mc in banco di materiale di scavo di cui:

- 15.000 mc in banco provenienti da asfalti non riutilizzabili e allontanati come rifiuti;
- 55.000 mc in banco provenienti da asfalti e fondazioni stradali. Tali volumi verranno riutilizzati nell'ambito della realizzazione dell'intervento in progetto;
- 410.000 mc di terre e rocce da scavo in banco (pari a 541.000 mc in mucchio). Di questo quantitativo:
 - 66.000 mc di terreno di scotico saranno stoccati temporaneamente in cantiere e quindi riutilizzati all'interno del cantiere stesso;
 - 9.500 mc di terreno tipo A3 saranno stoccati temporaneamente in cantiere e quindi riutilizzati all'interno del cantiere stesso per i rilevati;
 - 12.500 mc di roccia, che andranno allontanati dal cantiere poiché non riutilizzabili direttamente all'interno del cantiere stesso per rinterri, se non dopo frantumazione;
 - 322.000 mc di alluvioni e coltri.

Per quanto riguarda invece i fabbisogni del cantiere, i quantitativi relativi ai riporti di ciascuna opera, si sono considerati i volumi geometrici maggiorati del (15%) al fine di tenere conto del successivo effetto di costipazione che verrà conferito al materiale grazie ad appositi macchinari durante la fase di riutilizzo del materiale stesso (effetto di riduzione volumetrica). Secondo quanto previsto dalla delibera SNPA 54/2019, a precisazione di quanto contenuto nel DPR 120/2017, è stato reintrodotta all'interno del bilancio terre il riutilizzo delle terre da scavo per la formazione dei rilevati stradali, previo trattamento di stabilizzazione a calce, in quanto non esplicitamente escluso dalle normali pratiche industriali previste in cantiere. Per questo motivo sia per il Lotto I sia per il lotto II il flusso di materiale verso discarica e proveniente da cave di prestito, risulta piuttosto limitato rispetto alle cubature previste dal progetto.

La seguente tabella mostra i quantitativi di materiale inerte di cui il cantiere necessita per la realizzazione delle opere di progetto in termini di rilevati, rinterri, ecc.

FABBISOGNI										
INTERVENTO	Inerti provenienti dal cantiere [mc]						Inerti provenienti da cava [mc]			
	Rinterri	Terreno vegetale	Fondaz. stradale	Strato base e sottob.	Rilevati materiale da stabilizz.	Fabbis. tot. in mucchio	Arido anticapill.	Rinterri drenanti	Usura e binder	Fabbis. tot. in mucchio
Coeff. rigonfiamento	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
RI01		1.755	4.592	3.207	4.970	16.703		88	1.116	1.385
RI02		779	6.468	4.546	1.600	15.402		443	1.602	2.352
RI03		661	10.950	7.999	24.569	50.805		506	2.805	3.807
RI04		3.153	13.549	9.326	1.221	31.336			3.266	3.756
RI05		66	1.402	1.127	9.917	14.389		1.705	1.177	3.314
RI06		250	5.081	3.868	6.346	17.877	902		1.343	2.581
VIAB. SECONDARIE - AV - CM Complanari e adeguamenti		6.028	18.094	4.821	73.596	117.919		4.859	4.296	10.528
SV01		2.812	7.441	1.851	31.750	50.431	5.559	3.623	1.830	12.664
SV02		285	800	267	3.990	6.143			267	307

FABBISOGNI										
INTERVENTO	Inerti provenienti dal cantiere [mc]					Inerti provenienti da cava [mc]				
	Rinterri	Terreno vegetale	Fondaz. stradale	Strato base e sottob.	Rilevati materiale da stabilizz.	Fabbis. tot. in mucchio	Arido anticapill.	Rinterri drenanti	Usura e binder	Fabbis. tot. in mucchio
SV03		1.603	1.020	340	2.332	6.089			340	391
SV04		226	1.445	480	1.000	3.624			480	552
SV08		12.665	26.422	11.891	132.076	210.513	14.490	2.685	6.598	27.338
Opera d'arte - Viadotto Monserrato	912					1.049				
Opere d'arte minori (sottovia - ponticelli - opere di sostegno)	5.675					6.526				
Sistemazione idraulica canale Is Corrias	19.000					21.850				
Vasche di laminaz. e sistemaz. idrauliche minori	8.020					9.223				
Tombini	2.581					2.968				
Compensazioni e mitigazioni ambientali	369	18.884				22.141				
TOT. banco [mc]	36.557	49.168	97.264	49.722	293.367		20.951	13.910	25.122	
TOT. mucchio [mc]	42.041	56.543	111.853	57.181	337.373	604.990	24.094	15.997	28.890	68.978

Tabella 6 – Fabbisogni relativi alla realizzazione delle opere in corrispondenza del lotto I.

I principali fabbisogni di materiale inerte (espressi in mucchio) sono da ricondursi alla realizzazione delle seguenti opere:

- tracciato stradale asse principale, secondarie e complanari: circa 292.000 mc;
- Svincolo SS131: circa 238.000 mc;
- Fondazione muri, tombini sottovia, svincoli e opere minori: circa 112.500 mc;
- canale Is Corrias: fabbisogno di circa 22.000 mc;
- vasche di laminazione: fabbisogno di circa 9.500 mc.

4.4.2 Bilancio del Lotto 1

Dai dati riportati nel paragrafo precedente si evince che gli scavi sono pari nel totale a circa mc 604.000 mc (esclusi i rifiuti) per il lotto 1 di questi in relazione alle caratteristiche litologiche dei terreni, sono state effettuate le valutazioni ai fini del recupero, con eventuale trattamento a calce e/o cemento e l'utilizzo per la formazione dei rilevati. Nella tabella sono esposti i valori come "riepilogo" del Bilancio delle terre.

Si riporta di seguito uno schema sintetico di come si intende procedere al riutilizzo del materiale per il Lotto 1.

Come si può evincere dalla tabella, il materiale in eccedenza per il lotto 1 è quantificato in circa 122.000 mc di materiale, da destinare a deposito definitivo, riqualificazione o discarica.

Sono da approvvigionare dall'esterno invece circa 175.000 mc di materiale per fondazione stradale, strato di base e binder per pavimentazione stradale, materiale di drenaggio o arido anti-capillare

SCAVI			FABBISOGNI			DATI DI BILANCIO DELLE TERRE		
Scavi totali (mc banco)			Fabbisogni eventualmente soddisfabili con materiale da scavo			BILANCIO MATERIE (mc mucchio)		
	479,819	mc banco	d)	604,990	mc mucchio	<i>Provenienza materiale</i>		
Scotico	66,121	mc banco		rinterri	42,041	<i>Da cantiere</i>	<i>Da Cava</i>	<i>Tipo materiale</i>
Asfalto riutilizzabile	15,073	mc banco		terreno vegetale	56,543	42,041		rinterri
Asfalto non riutilizzabile	15,073	mc banco		fondazione stradale	111,853	56,543		terreno vegetale
Fondazione stradale esistente	39,923	mc banco		strato di base	57,181	45,912	65,941	fondazione stradale
Scavo terre e rocce riutilizzabili	343,629	mc banco		rilevati da stabilizzare a calce	337,373	17,334	39,847	strato di base
c= a+b	621,525	mc mucchio				337,373		rilevati da stabilizzare a calce
						499,201	105,789	
Materiale Proveniente dagli scavi riutilizzabile			Fabbisogno materiale pregiato da cava					
	604,192	mc mucchio	e)	68,980	mc mucchio			174,769 Fornitura complessiva materiale da cava
a) scavo terre e rocce	458,295	mc mucchio		arido anticapillare	24,094			
scotico	82,651	mc mucchio		rinterri drenanti	15,997			
demolizioni	63,246	mc mucchio		usura e binder	28,890			
Materiale Proveniente dagli scavi NON riutilizzabile			Fabbisogno complessivo					
b)	17,334	mc mucchio	f=d+e	673,970	mc mucchio			
Scavi totali (mc mucchio)								
c= a+b	621,525	mc mucchio						122,324 A deposito definitivo, riqualificazione o discarica

Tabella 7 – Bilancio finale lotto I

4.4.3 Scavi e fabbisogni del Lotto II

In modo del tutto analogo è stato definito il bilancio terre del Lotto II, considerando le quantità di scavo in modo differenziato per WBS e per tipologia di materiale, stimato secondo i dati geotecnici provenienti dalle campagne di indagine.

Lotto II	Scavo totale in banco	Rifiuto	Scotico	Asfalto riutilizzato	Fondazione stradale	Roccia	A3	Alluvioni e coltri	Scavo totale in mucchio senza rifiuto
Coefficiente di rigonfiamento			1,25	1,15	1,15	1,54	1,19	1,33	
RI07 - asse principale - Rilevato da pk. 6+877 a pk. 7+382	5.549	1.136	1.112	1.136				2.165	5.576
RI08 - asse principale - Rilevato da pk. 7+382 a pk. 8+175	10.103	1.730	1.269	1.730				5.375	10.724
RI09 - asse principale - Rilevato da pk. 8+175 a pk. 8+814	6.084	1.629	1.022	1.629				1.804	5.550
RI10 - asse principale - Rilevato da pk. 8+814 a pk. 8+920	5.096	1.485	170	1.485	230			1.727	4.481
RI11 - asse principale - Rilevato da pk. 8+920 a pk. 9+499	2.327	230	926	230				941	2.674
RI12 - asse principale - Rilevato da pk. 9+499 a pk. 9+990	16.152	1.391	642	1.391	1.286			11.442	19.099
RI13 - asse principale - Rilevato da pk. 9+990 a pk. 10+673	4.172	1.305	1.237	1.305	83			243	3.465
Viabilità secondarie - AV - CM Complanari e adeguamenti	70.905		3.046					67.859	94.060
SV04 - Svincolo Selargius Ovest	13.083		843					12.240	17.333
SV05 - Svincolo Selargius Centro	6.436		415					6.021	8.526
SV06 - Svincolo Selargius Est	6.756		435					6.321	8.951
SV07 - Svincolo Quartucciu	6.756		435					6.321	8.951
SV09 - Adeguamento svincolo SS 125 dir	73.065		3.139				10.489	59.437	95.457
SV10 - Adeguamento sede SS 125	19.016		1.225				2.669	15.122	24.819
Viadotti	11.268		726					10.542	14.928

Lotto II	Scavo totale in banco	Rifiuto	Scotico	Asfalto riutilizzato	Fondazione stradale	Roccia	A3	Alluvioni e coltri	Scavo totale in mucchio senza rifiuto
Coefficiente di rigonfiamento			1,25	1,15	1,15	1,54	1,19	1,33	
Opere d'arte minori (sottovia - ponticelli - opere di sostegno)	30.804		1.985			3.600		25.218	41.566
Sistemazione idraulica fine lotto e sistemazioni idrauliche minori	24.740		1.594					23.146	32.777
Tombini	10.498		677					9.822	13.909
Compensazioni e mitigazioni ambientali	1.912		123					1.789	2.533
Totale	325.000	9.000	21.000	9.000	2.000	4.000	13.000	268.000	415.000

Tabella 8 – Volumi di scavo e fabbisogno terre – Lotto 2

Nel Lotto II è prevista la produzione di circa 224.000 mc di materiale di scavo di cui:

- 8.000 mc in banco provenienti da asfalti non riutilizzabili e allontanati come rifiuti;
- 29.500 mc in banco provenienti da asfalti e fondazioni stradali. Tali volumi verranno riutilizzati nell'ambito della realizzazione dell'intervento in progetto;
- 186.500 mc di terre e rocce da scavo in banco (pari a 246.000 mc in mucchio). Di questo quantitativo:
 - 42.000 mc di terreno di scotico saranno stoccati temporaneamente in cantiere e quindi riutilizzati all'interno del cantiere stesso;
 - 4.000 mc di terreno tipo A3 saranno stoccati temporaneamente in cantiere e quindi riutilizzati all'interno del cantiere stesso per i rilevati;
 - 3.500 mc di roccia, che andranno allontanati dal cantiere poiché non riutilizzabili direttamente all'interno del cantiere stesso per rinterri, se non dopo frantumazione;
 - 183.000 mc di alluvioni e coltri.

Il fabbisogno complessivo di terre e rocce per il lotto II è riassumibile come segue (valori in mucchio): saranno necessari in totale 642.000 mc di materiale inerte in mucchio.

INTERVENTO	FABBISOGNI									
	Inerti provenienti dal cantiere [mc]						Materiale pregiato [mc]			
	Rinterri	Terreno vegetale	Fondaz. stradale	Strato base e sottob.	Rilevati materiale da stabilizz.	Fabbis. tot. in mucchio	Arido anticapill.	Rinterri drenanti	Usura e binder	Fabbis. tot. in mucchio
Coeff. rigonfiamento	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
RI07 - asse principale - Rilevato da pk. 6+877 a pk. 7+382	848	72	1.462	1.153	15.156	21.494	106	9.810	958	12.505
RI08 - asse principale - Rilevato da pk. 7+382 a pk. 8+175		344	6.866	5.169	36.973	56.755	2.825		1.803	5.323

FABBISOGNI										
INTERVENTO	Inerti provenienti dal cantiere [mc]					Materiale pregiato [mc]				
	Rinterri	Terreno vegetale	Fondaz. stradale	Strato base e sottob.	Rilevati materiale da stabilizz.	Fabbis. tot. in mucchio	Arido anticapill.	Rinterri drenanti	Usura e binder	Fabbis. tot. in mucchio
RI09 - asse principale - Rilevato da pk. 8+175 a pk. 8+814	863	75	1.474	1.148	12.052	17.954	662	3.984	1.204	6.728
RI10 - asse principale - Rilevato da pk. 8+814 a pk. 8+920	806	37	836	671	1.948	4.942	322	497	237	1.214
RI11 - asse principale - Rilevato da pk. 8+920 a pk. 9+499		112	2.278	1.879	14.722	21.840	700	7.718	1.250	11.118
RI12 - asse principale - Rilevato da pk. 9+499 a pk. 9+990		495	4.68	3.603		10.096	1.547	126	1.261	3.374
RI13 - asse principale - Rilevato da pk. 9+990 a pk. 10+673	169	126	2.562	1.984	36.388	47.413		1.824	1.567	3.899
Viabilità secondarie - AV - CM Complanari e adeguamenti	22.869	7.189	22.602	4.944	91.561	171.541	7.792	1.415	5.019	16.360
SV04 - Svincolo Selargius Ovest	9.750	2.213			272	14.070		273		314
SV05 - Svincolo Selargius Centro		1.974	1.576	525	3.839	9.101			525	604
SV06 - Svincolo Selargius Est		608	360	120	47	1.305			120	138
SV07 - Svincolo Quartucciu		2.279	731	244	525	4.345			244	280
SV09 - Adeguamento svincolo SS 125 dir	1.237	4.954	10.525	2.714	43.960	72.899	5.289	3.216	2.915	13.129
SV10 - Adeguamento sede SS 125	581	1.894	10.868	7.568	4.708	29.462	3.981	1.668	2.637	9.530
Viadotti	2.254					2.592				
Opere d'arte minori (sottovia - ponticelli - opere di sostegno)	51.442					59.158				
Sistemazione idraulica fine lotto e sistemaz. idrauliche minori	4.948					5.690				
Tombini	2.100					2.415				
Compensazioni e mitigazioni ambientali	763	2.957				4.278				
TOT. banco [mc]	98.631	25.330	66.822	31.721	262.151		23.223	30.532	19.741	
TOT. mucchio [mc]	113.425	29.129	76.845	36.479	301.474	557.352	26.706	35.112	22.702	84.518

Tabella 9 – Fabbisogni relativi alla realizzazione delle opere in corrispondenza del lotto II.

I principali fabbisogni di materiale inerte (espressi in mucchio) sono da ricondursi alla realizzazione delle seguenti opere:

tracciato stradale asse principale, secondarie e complanari: circa 412.500 mc;

- Svincolo SV09: circa 86.000 mc;
- Svincolo SV10: circa 39.000 mc;
- Svincoli restanti: circa 30.000 mc;
- Rinterri in corrispondenza delle opere d'arte: 62.000 mc;
- Sistemazione idraulica di fine lotto, tombini e interventi di compensazione ambientale: circa 12.500 mc.

4.4.4 Bilancio del Lotto 2

Dai dati riportati nel paragrafo precedente si evince che gli scavi sono pari nel totale a circa mc 415.000 mc (esclusi i rifiuti) per il lotto 2 di questi in relazione alle caratteristiche litologiche dei terreni, sono state effettuate le valutazioni ai fini del recupero, con eventuale trattamento a calce e/o cemento e l'utilizzo per la formazione dei rilevati. Nella tabella sono esposti i valori come "riepilogo" del Bilancio delle terre.

Si riporta di seguito uno schema sintetico di come si intende procedere al riutilizzo del materiale per il Lotto 2

Come si può evincere dalla tabella, il materiale in eccedenza per il lotto 1 è quantificato in circa 32.500 mc di materiale, da destinare a deposito definitivo, riqualificazione o scarica.

Sono da approvvigionare dall'esterno invece circa 385.000 mc di materiale per fondazione stradale, strato di base e binder per pavimentazione stradale, materiale di drenaggio o arido anti-capillare

SCAVI			FABBISOGNI			DATI DI BILANCIO DELLE TERRE		
Scavi totali (mc banco)			Fabbisogni eventualmente soddisfabili con materiale da scavo			BILANCIO MATERIE (mc mucchio)		
	224,490.58	mc banco	d)	557,352.17	mc mucchio	<i>Provenienza materiale</i>		
Scotico	41,971.15	mc banco	rinterri	113,425.21	mc mucchio	<i>Da cantiere</i>	<i>Da Cava</i>	rinterri
Asfalto riutilizzabile	8,178.69	mc banco	terreno vegetale	29,129.24	mc mucchio	113,425.21		terreno vegetale
Asfalto non riutilizzabile	8,178.69	mc banco	fondazione stradale	76,845.38	mc mucchio	29,129.24	52,556.40	fondazione stradale
Fondazione stradale esistente	21,120.85	mc banco	strato di base	36,478.62	mc mucchio	24,288.98	27,073.13	strato di base
Scavo terre e rocce riutilizzabili	145,041.21	mc banco	rilevati	301,473.89	mc mucchio	9,405.49	221,809.93	rilevati
c= a+b	288,653.06	mc mucchio				m) 255,912.87	301,439.47	g)
Materiale Proveniente dagli scavi riutilizzabile			Fabbisogno materiale pregiato da cava					
			e)	84,520.38	mc mucchio	385,959.85 <i>Fornitura complessiva materiale da cava</i>		
a)	279,247.58	mc mucchio	arido anticapillare	26,706.36	mc mucchio			
scavo terre e rocce	193,089.17	mc mucchio	rinterri drenanti	35,111.97	mc mucchio			
scotico	52,463.94	mc mucchio	usura e binder	22,702.05	mc mucchio			
demolizioni	33,694.47	mc mucchio						
Materiale Proveniente dagli scavi NON riutilizzabile			Fabbisogno complessivo					
b)	9,405.49	mc mucchio	f= d+e	641,872.55	mc mucchio			
Scavi totali (mc mucchio)								
c= a+b	288,653.06	mc mucchio				32,740.19 <i>A deposito definitivo, riqualificazione o discarica</i>		

Tabella 10 – Bilancio finale lotto II

4.5 Trattamento dei materiali e altri possibili utilizzi

4.5.1 Trattamento dei materiali

Il volume dei materiali provenienti dagli scavi il cui utilizzo è previsto mediante trattamento a calce è pari a circa:

- 340.000 mc di materiale in mucchio per il lotto I;
- 80.000 mc in mucchio per il lotto II.

Per quanto riguarda il primo lotto circa l'80% di tale materiale proviene dallo scavo del canale Is Corrias (152.000 mc in mucchio) e delle vasche di laminazione (133.000 mc).

In corrispondenza di tali opere sono stati eseguiti i sondaggi sulla base dei quali i terreni (riconducibili per caratteristiche geologiche al litotipo "depositi alluvionali terrazzati") risultano appartenere al gruppo A6, A7-6 secondo la classificazione AASHTO.

Nell'ambito delle prove di laboratorio svolte sono state condotte indagini per valutare la trattabilità del litotipo proveniente dallo scavo mediante stabilizzazione a calce.

Dai risultati fino adesso ottenuti si evince comunque che il litotipo presenta caratteristiche chimico fisiche idonee per il trattamento a calce.

4.5.2 Siti di provenienza e siti di conferimento.

Nel paragrafi precedenti si sono definiti, per ciascun lotto i quantitativi di terre e rocce da scavo prodotti e riutilizzati. La seguente tabella riepiloga i bilanci.

	Lotto I	Lotto II	Totale
Terre e rocce da scavo in esubero – in mucchio	122.000	32.500	154.500

Tabella 11 – Terre e rocce da scavo in esubero [mc]

Nell'ambito del progetto viene previsto il riutilizzo delle terre e rocce da scavo in esubero per la realizzazione di interventi di ripristino ambientale di cave limitrofe e l'allontanamento del materiale anche in siti di discarica e/o trattamento degli inerti. Tali siti sono stati individuati e descritti nella relazione "Piano di gestione materie" (DPCA06-D-1501-T00-CA-06-CAN-RE-01) alla quale si rimanda per i dettagli.

È stata condotta un'analisi territoriale sufficientemente estesa al fine di individuare, al momento, i siti estrattivi e gli impianti di smaltimento e/o recupero più idonei all'approvvigionamento di materiali e al conferimento/recupero dei materiali non riutilizzabili nell'ambito del progetto.

Nel seguito vengono indicate la localizzazione e le caratteristiche dei siti selezionati e ritenuti, allo stato attuale, più idonei in termini di vicinanza al sito e capacità produttiva.

Nella tabella di seguito riportata si elencano gli impianti di approvvigionamento del materiale necessario alla realizzazione dell'opera.

NOME IMPIANTO	COMUNE	VOLUMI DISPONIBILI [mc]
Cava Monte Arrubiu	Sarroch (CA)	650.000
Cava La Guardia Calcestruzzi SPA	Uta (CA)	1.003.000
Cava Ganny	Quartu Sant'Elena	900.000
Cava sa Grutta e su Sparau - Calcestruzzi Spa	Serdiana	3.000.000
Cava Bellavista CA GI MA srl	Sinnai (CA)	1.500.000
Cava sa Perdia Setzia - Donori Granulati srl	Donori (CA)	1.000.000
Cava Predi Casu di Scalas Panfilo in località Guardia	Uta (CA)	350.000

Tabella 12 – Sintesi siti approvvigionamento inerti individuati

Le disponibilità di materiale delle cave individuate permette di definire già allo stato attuale che non ci saranno problemi per l'approvvigionamento degli inerti necessari alla realizzazione dell'opera.

In corrispondenza dei seguenti siti:

- Cava La Guardia Calcestruzzi;
- Cava sa Grutta e su Sparau;
- Cava Predi Casu.

E' inoltre possibile conferire materiale inerte derivante dall'attività di scavo dell'opera in progetto, per la realizzazione di interventi di ripristino ambientale.

Si riporta di seguito l'elenco dei siti di conferimento del materiale di risulta distinti tra:

cave per cui sono disposti progetti di sistemazione ambientale;

- impianti di riciclo inerti;
- impianti di smaltimento.

NOME IMPIANTO	COMUNE	Codici CER	
Cava La Guardia Calcestruzzi SPA	Uta (CA)		Ripristino ambientale
Cava sa Grutta e su Sparau - Calcestruzzi Spa	Serdiana		Ripristino ambientale
Cava Predi Casu di Scalas Panfilo in località Guardia	Uta (CA)		Ripristino ambientale
S.M.T.	Sarroch (CA)	170101, 170102, 170103, 170107, 170504	Impianto recupero
ECOTEC GROUP	Assemini (CA)	170101, 170102, 170107, 170302, 170504, 170904	Impianto recupero
Soc. Scavi Lecis A.P. e F.II snc	Assemini (CA)	170101, 170102, 170103, 170107, 170504, 170904	Impianto recupero
RER Rifiuti Edili Recycle	Quartucciu (CA) località Is Seddas	170101, 170102, 170103, 170107, 170802, 170901-04, 101201, 101206, 101208, 170302, 170504;	Impianto recupero
SMT	Sarroch (CA)	170101, 170102, 170103, 170107, 170604	Impianto smaltimento inerti
Scalas Panfilo	Assemini (CA)	170101, 170102, 170103, 170107, 170604	Impianto smaltimento inerti
Ecoserdiana Spa	Serdiana (CA)	1701001, 170102, 170103, 170106, 170107, 170301, 170302, 170503, 170604	Impianto smaltimento rifiuti speciali

Tabella 13 – Sintesi siti conferimento materiali di risulta

NOME IMPIANTO	Estremi autorizzazione	Quantitativi annui autorizzati
S.M.T.	Determinazione n. 7 del 22.07.2009 per l'attività di recupero e Determinazione del Dirigente Prov. Cagliari n. 48 del 19.04.2008 e s.m.i. per la discarica	Terre e rocce da scavo 1.000 t/a (per recupero) e 36.800 mc/a (a discarica)
ECOTEC GROUP	Determinazione n. 94 del 25.11.2015	102.000 t/a
Soc. Scavi Lecis A.P. e F.lli snc	Iscriz. n. 180 prot. 8434ISEC del 26.02.2003, Determinazione Dirigenziale n. 41 del 07.04.2008	60.000 t/a
RER Rifiuti Edili Recycle	Determinazione n. 297 del 23.12.2009 e s.m.i.	900.000 ton/anno
Scalas Panfilo	Provvedimento Dirigenziale Prov. Cagliari n. 36 del 03.03.2010	78.000 mc in 10 anni
Ecoserdiana Spa	Provvedimento Dirigenziale Prov. Cagliari n. 65 del 21.04.2011 e s.m.i.	300.000 mc

Tabella 14 – Autorizzazioni e volumetrie disponibili per i siti di conferimento materiali di risulta individuati

Compatibilmente con le caratteristiche litologiche e ambientali dei materiali di scavo verrà preferito il conferimento del materiale di scavo presso le cave per cui risulta approvato un progetto di ripristino ambientale.

L'individuazione dei siti riportati si è basata sulle informazioni attualmente disponibili nel Piano Regionale delle Attività Estrattive PRAE; inoltre si sono contattate direttamente le aziende operanti nel settore.

I materiali provenienti dalle demolizioni potranno essere inviati al recupero per la produzione di materie prime secondarie oppure smaltiti come rifiuto ai sensi del D.lgd. 152/06 e s.m.i. Il produttore avrà in ogni caso l'obbligo di effettuare la caratterizzazione e la classificazione di ciascuna tipologia di terreno conferita in idoneo impianto di recupero (o discarica controllata) secondo la vigente normativa in materia di rifiuti. Il rifiuto dovrà essere valutato ai fini della classificazione di pericolosità e sarà identificato con il relativo Codice Europeo dei rifiuti (CER).

Qualora a questi materiali venga attribuito (previa verifica di non pericolosità) il codice CER 17.05.04 terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03 il loro smaltimento potrà avvenire presso gli impianti di recupero di seguito elencati:

- Discarica Inerti R.E.R srl, Comune di Quartucciu, Materiali da smaltire: Miscele Bituminose (CER 170302), Cemento (CER 170101), Terre e Rocce (CER 170504);
- Recupero materiali ferrosi ECO SILAM srl, comune di Sestu (CA) (CER 170405);
- Discarica Inerti – Scavi Lecis A.P. e figli s.n.c. – Comune di Assemini (Ca) – Terre e rocce da scavo (CER 170504);
- Discarica Inerti Scalas Panfilo e figli s.n.c. – Comune di Assemini Località Sa Ruina - Terre e rocce da scavo (CER 170504).

4.5.3 Caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo

Sono state effettuate valutazioni e analisi ambientali sul materiale che sarà oggetto delle operazioni di scavo, sia nel corso del progetto preliminare (novembre 2015), sia durante la presente fase progettuale (marzo 2016).

Le indagini ambientali pregresse (a servizio del Progetto Preliminare) sono state svolte con l'esecuzione di 11 pozzetti esplorativi nei punti più significativi, con analisi ai fini della caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo ai sensi del D.M. 161/2012 e della verifica dell'ammissibilità in impianto di recupero e/o discarica.

In fase di gara è stata effettuata una campagna di indagine integrativa, effettuando indagini in ulteriori 5 pozzetti esplorativi, in modo tale da poter avere a disposizione, in corrispondenza delle zone di scavo.

Le indagini ambientali condotte sui campioni hanno permesso di verificare la conformità dei risultati alle CSC per i siti ad uso commerciale ed industriale (Allegato 5 alla parte IV Tabella 1 col. B del D.L. 152/2006), per la totalità dei campion.

Quasi tutti i campioni sono conformi anche all'uso in i siti ad uso verde pubblico, privato, residenziale (Allegato 5 alla parte IV Tabella 1 col. A del D.L. 152/2006), tranne alcuni campioni, PE1 (1-2 m), PE2 (0-1 m), PE4 (1-2 m), PE6 (0-1 m) e PE6 (1-2 m), PEi8 (0-1 m), che hanno manifestato il superamento della CSC solo per la colonna A per il parametro zinco, con valore massimo 342 mg/kg (CSC col. A 150 mg/kg e col. B 1.500 mg/kg).

In base alle risultanze delle analisi condotte si può ipotizzare che tutto il materiale scavato potrà essere riutilizzato in sito, per reinterri, riempimenti, rimodellamenti.

Inoltre il materiale, ad eccezione di quello che si trova nelle adiacenze dei pozzetti di indagine PE1, PE2, PE4, PE6 e PEi8, che hanno manifestato il superamento della CSC solo per la colonna A per il parametro zinco, potrà essere utilizzato per lavori esterni al cantiere quali ad esempio riqualificazioni ambientali di cave esistenti senza condizionamenti relativamente all'uso del suolo (residenziale/a verde – industriale).

Ad integrazione della campagna di analisi effettuata in fase di gara, durante le fasi di revisione del progetto è stato prodotto un piano di indagine completo ai sensi della normativa vigente, che verrà attuato nei tempi previsti dalla norma.

Il piano è costituito da 135 punti di sondaggio per il Lotto 1 e 54 per il Lotto 2, distribuiti lungo l'infrastruttura e nei punti esterni ad essa dove sono previste opere definitive o cantieri provvisori, con ubicazione e distribuzione coerente con quanto previsto dalla vigente norma.

4.5.4 Eventuali siti di deposito intermedio

I siti di deposito temporaneo del materiale scavato in attesa di essere riutilizzato, ove possibile, sono stati previsti in apposite superfici all'interno delle aree di cantiere, in particolare

- i due cantieri del Lotto I;
- due dei tre cantieri del Lotto II (C4 e C6).

4.5.5 Percorsi previsti per il trasporto

Sono stati studiati i percorsi previsti per il trasporto del materiale all'interno del cantiere di produzione e utilizzo e quelli previsti per il conferimento del materiale in esubero verso i siti esterni.

Il percorso per il trasporto del materiale all'interno del cantiere seguirà la viabilità stessa di cantiere.

Le cave individuate in questa fase di gara sono poste una a nord e una a est dell'area di intervento, pertanto il percorso di trasporto seguirà la viabilità di cantiere fino all'innesto con la SS554 esistente.

Il percorso verso la cava Sa Grutta e Su Sparau nel Comune di Sordiana segue la SS387 attraversando aree rurali fino alla cava stessa. La strada non attraversa centri abitati, ma passa a ovest di Sordiana.

Il percorso verso la cava Mereu in loc. Ganny nel Comune di Quartu S. Elena segue la SS554 e quindi la SS125 fino alla cava stessa. La prima parte del percorso (quella oggetto del presente progetto) attraversa centri abitati, mentre la seconda

si svolge prevalentemente su aree rurali. Non si prevedono problemi per l'attraversamento dei centri abitati, poiché l'aumento di traffico sulle statali dovuto al transito dei mezzi per il conferimento del materiale è minimo.

In tutti i percorsi che attraverseranno centri abitati o zone coltivate si provvederà alla copertura del cassone del camion mediante appositi tele che impediscano la diffusione delle polveri nell'ambiente circostante.

4.6 Censimento e risoluzione delle interferenze

Nel corso della progettazione definitiva sono stati compiuti sopralluoghi alle reti ed impianti esistenti al fine di acquisire le necessarie informazioni in merito ad eventuali e/o possibili interferenze ed alla loro risoluzione.

Si evidenzia che gli elaborati del progetto preliminare a base gara per i sottoservizi interferenti si presentano incompleti nelle zone d'interesse per le opere idrauliche qui di seguito riportate:

- Canale Corrias
- Sistemazione Rio Salius e relative casse di espansione;
- Sistemazione Rio Mortu e relative casse di espansione;
- Sistemazione Rio San Lussorio e relative casse di espansione.

In considerazione di quanto sopra riportato, si hanno due tipologie di nuove interferenze individuate:

- Infrastrutture rilevate ex novo nel Progetto definitivo, risultanti interferenti con le opere idrauliche in progetto.
- Infrastrutture già rilevate nel Progetto preliminare, per le quali non era stata individuata l'interferenza in quanto mancavano le opere idrauliche di progetto.

Negli elaborati specifici della sezione interferenze, vengono descritte gli approfondimenti rispetto al PP operate in fase di PD per quanto riguarda le individuazione e le ipotesi di risoluzione.

Si evidenzia che il particolare meccanismo di appalto, che prevedeva la Progettazione Definitiva da sviluppare in fase di gara, non ha consentito all'epoca della redazione, di reperire presso gli enti le informazioni complete in merito ai sottoservizi interferenti, in aggiornamento rispetto all'analisi che ANAS ha operato all'epoca della stesura del Progetto Preliminare.

Durante la fase successiva all'aggiudicazione definitiva, sono state intraprese ed avviate le richieste presso gli enti gestori, per l'aggiornamento dell'individuazione delle interferenze e delle ipotesi di soluzione (da concordare anche esse con gli enti gestori), ma nella maggior parte dei casi, alla data odierna non hanno ancora dato riscontro definitivo.

Durante l'iter progettuale, e nella successiva fase progettuale, verranno individuate in modo completo le modalità di risoluzione in accordo con gli enti gestori.

4.7 Espropri

All'interno del Progetto Definitivo è stato meglio definito il progetto degli espropri dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza della SS 554 "Cagliaritana" dal km 1+500 al km 11+850.

Il Piano Particellare d'Esproprio, redatto secondo le indicazioni dell'art. 33 DPR 554/99, è allegato fondamentale del progetto definitivo (o equivalente) di ogni opera pubblica che vada ad incidere sul diritto privato a vantaggio di un interesse sociale e pubblico tutelato dall'art. 42 della Costituzione.

L'approvazione di tale Piano comporta la dichiarazione di Pubblica Utilità, previa conformità urbanistica, elemento basilare su cui si fonda la legittima procedura di esproprio.

Con la stesura del progetto definitivo, si è proceduto alla quantificazione delle aree da espropriare e/o occupare temporaneamente, relativamente a ciascuna particella interessata; sono state calcolate quindi, in maniera grafica, l'estensione delle superfici interessate all'esproprio, sia in termini di occupazione temporanea che definitiva. Tutti i dati sono riportati nel documento elenco ditte da espropriare (codice DPCA06-D-1501-T00-ES-00-ESP-RE-02) e nelle planimetrie degli espropri (codice da DPCA06-D-1501-T00-ES-00-ESP-PP-01 a DPCA06-D-1501-T00-ES-00-ESP-PP-08).

4.8 Rilievi topografici utilizzati

Verificata la conformità rispetto a quanto previsto dalle normative vigenti, sono stati utilizzati per la progettazione definitiva i rilievi topografici e cartografie contenute nel pacchetto dei files "editabili" messi a disposizione dalla Stazione Appaltante nel materiale a base di gara.

In generale, il rilievo contenuto nel progetto a base di gara, è stato integrato mediante un'analisi GIS, sfruttando il DTM 1x1 metro messo a disposizione dalla Regione Sardegna e consultabile al link:

<http://www.sardegnaegeoportale.it/areetematiche/modellidigitalidielevazione/>

Nella corrente fase di revisione progettuale, i rilievi di base sono stati localmente integrati, in corrispondenza dei corsi d'acqua regimati interferiti dall'infrastruttura (Salius, Nou e Is Cungiaus), ed oggetto di modellazione idraulica.

Tali rilievi sono stati effettuati con strumentazione GPS (stazione fissa e mobile Leica System 1200 e stazione totale Leica 1201plus). Per quanto riguarda le aree non regimate (Is Corrias, Mortu e Lussoriu) non si è ritenuto necessario procedere alla redazione di rilievi di dettaglio, dal momento che l'intervento in progetto prevede la realizzazione ex novo di manufatti di drenaggio continui in cls. Tali manufatti andranno a modificare l'andamento altimetrico delle quote di scorrimento attuali che verranno pertanto completamente alterate dalla realizzazione delle opere di smaltimento.

Per quanto riguarda la definizione delle altre opere d'arte principali, essendo esse sostanzialmente ubicate sul sedime della attuale viabilità SS 554, non è stato possibile al momento procedere ad un rilievo di dettaglio non avendo disponibilità dell'area. La definizione topografica di completo dettaglio avverrà nella successiva fase di Progetto Esecutivo.

5 PROGETTO STRADALE

L'intervento oggetto del presente progetto consiste nell'adeguamento di una viabilità esistente, a nord dell'area urbana della città di Cagliari, avente due corsie per ogni senso di marcia, che per alcuni tratti è a carreggiate separate per altri a carreggiata unica; in entrambi i casi le intersezioni sono a raso. L'adeguamento realizzerà una strada a carreggiate separate con intersezioni a livelli sfalsati così come prescrive il D.M.6792 del 05.11.2001, che avrà una configurazione di piattaforma assimilabile, secondo la classificazione del Nuovo Codice della Strada, ad una strada extraurbana principale categoria B.

La sezione tipologica dell'asse principale prevede una piattaforma stradale con corsie di dimensioni ridotte di 3,50 m, anziché 3,75 m previsti dalla sezione tipo esecutiva del DM 05/11/2001 per strade di categoria B.

Tale scelta è stata operata, unitamente all'adozione di un intervallo di velocità di progetto è tra 70 km/h e 100 km/h (anziché tra 70 km/h e 120 km/h), con la motivazione principale di dare un'organizzazione della sede stradale, che sia commisurata alle velocità di progetto, con lo scopo di dissuasione nei confronti degli utenti rispetto ad una velocità di percorrenza maggiore, rispetto a quelle di progetto, che potrebbe essere indotta da una corsia più larga e dimensionata per velocità leggermente maggiori.

Tale possibilità è contemplata peraltro anche dal testo *"Strade e Ferrovie – Tecniche Progettuali e costruttive per le infrastrutture terrestri"* di Mario Servetto, *Il Sole 24 ore, Settembre 2006*, che viene usualmente adottato come riferimento per quanto riguarda il tema dell'adeguamento delle strade esistenti. Come è noto infatti, questa casistica veniva lasciata temporaneamente in sospeso nel DM 2001, seppur trattato in una successiva Bozza 21/03/2006 "norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" mai ufficialmente emanata.

Il citato riferimento bibliografico, nel caso di adeguamenti di infrastrutture esistenti, indica la possibilità di adottare un modulo pari a quello previsto per la categoria inferiore, ed in questo caso i 3,50 m, previsti per la categoria C2, per la quale la velocità di progetto massima è pari a 100 km/h. Tale assunzione è coerente con l'impostazione concettuale della CNR '73 che prevede proprio un modulo da 3,5 m per strade con velocità di progetto massima pari a 100 km/h.

In base a quanto sancito dall'art. 4 del D.M. 6792 succitato, a corredo del presente progetto è stata redatta specifica analisi di sicurezza per gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza.

La nuova SS 554 ripercorre quella esistente a partire dal km 1+500, vicino alla zona industriale di Casic e allo svincolo con la SS 131, fino al km 10+600 vicino all'area industriale di Quartucciu e allo svincolo con la SS 125, per poi proseguire sul sedime dell'attuale SS125 per i successivi 1,2 km circa e terminare alla progressiva 11+840. Il tracciato stradale ha quindi ha uno sviluppo planimetrico est-ovest per i primi 9.1 km, per poi proseguire in direzione nord- sud per i restanti 1.2.

Tutte le intersezioni a raso presenti sull'attuale SS 554 verranno eliminate, continuando a garantire i medesimi itinerari, mediante intersezioni a livelli sfalsati e una rete di complanari e rotatorie che collegano alla strada principale i numerosi accessi su aree industriale e strade private.

Le intersezioni sono, nell'ordine delle progressive crescenti:

- Svincolo a quadrifoglio con SS 131 dir;
- Intersezione a raso con SS 387;
- Intersezione a raso semaforizzata con SP 93;
- Intersezione a raso con via Pietro Nenni;
- Intersezione a raso con SP 15;
- Intersezione a raso semaforizzata con Via Mandas.

5.1 Andamento plano-altimetrico

5.1.1 Andamento planimetrico e verifiche

Il tracciato si sviluppa in direzione est-ovest adagiandosi sul sedime attuale della SS 554, per poi orientarsi lungo la direttrice nord-sud sull'attuale sedime della SS 125 per gli ultimi 1.2 km. Per il primo km il tracciato è essenzialmente rettilineo con velocità che raggiungono i 90 km/h; dalla progressiva 2+500 fino alla 3+500 collocata nell'area dello svincolo a quadrifoglio, il tracciato planimetrico è costituito da una successione di curve di raggio non superiore ai 180 m che comunque permettono velocità non inferiori a quella minima dell'intervallo di velocità di progetto, ovvero 70 km/h. Superato il quadrifoglio e fino allo svincolo con la SS 125, il tracciato diviene essenzialmente rettilineo, con raggi non inferiori a 450 m e quindi velocità non inferiori a 90 km/h. La curvatura del tracciato diviene nuovamente accentuata quando esso, in corrispondenza dello svincolo per Villasimius, si dirige a nord con velocità di 80 km/h.



Figura 12 – configurazione planimetrica dell'adeguamento della SS 554

5.1.2 Andamento altimetrico

Il profilo longitudinale, fino alla progressiva 4+800 circa, è sostanzialmente pianeggiante con pendenze che superano di poco l'1%; da questa progressiva in poi si susseguono una serie di raccordi concavi-convessi, con pendenze di livellette comunque non superiori al 4.5%, che si rendono necessari per permettere lo scavalco delle intersezioni tra le viabilità minori. I raggi osculatori altimetrici hanno valori minimi di 2500 m per i raccordi concavi e di 3500 m per i raccordi convessi.

5.2 Distanze e allargamenti per visibilità

Lungo tutto il tracciato è stata condotta, così come imposto dalle norme vigenti, una verifica delle visuali libere per l'arresto. Per distanza di visuale libera si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé considerando le sole condizioni geometriche.

La verifica è stata condotta nel rispetto delle prescrizioni previste dal DM n° 6792 del 05.11.01, ovvero per ogni senso di marcia e considerando l'andamento piano altimetrico del tracciato. Il modello tridimensionale adottato ai fini della verifica, è un modello ottenuto considerando opportunamente gli ostacoli alla visibilità lungo tutto il tracciato e ponendo come ostacolo in carreggiata un elemento verticale di altezza pari a 0.1 m:

- Nei tratti in trincea l'ostacolo è stato posto ad una distanza, dal limite banchina, pari alla larghezza del margine esterno;
- Nei tratti in rilevato sia con scarpata libera di pendenza 2/3 che su viadotto o tra muri di sostegno, l'ostacolo è rappresentato dalle barriere di sicurezza e quindi è stato posto in corrispondenza del limite banchina;

Le distanze delle visuali libere per l'arresto, determinate con i criteri sopradetti, sono state confrontate con le distanze d'arresto necessarie.

Il diagramma di velocità con il quale sono state effettuate le verifiche di visuale libera, è quello ottenuto con le limitazioni di velocità imposte dalla precedente fase progettuale nel tratto iniziale prima dello svincolo a quadrifoglio e nell'area dello svincolo con la SS 125; nei tratti compresi tra queste due estremità, le velocità sono quelle di libero deflusso del quadrifoglio non ci sono imposizioni di velocità ma è quella del libero deflusso. Dal punto di vista funzionale, geometrico e di sicurezza dell'infrastruttura, si è allora ritenuto opportuno 'regolarizzare' gli allargamenti mantenendoli costanti nei tratti a curvatura costante e chiuderli lungo le clotoidi.

Il progetto preliminare non prevedeva allargamenti della piattaforma per visibilità, ma la visibilità veniva garantita imponendo limiti alla velocità.

5.3 Allargamenti in curva

Il D.M. 6792 del 05.11.2001 prescrive di realizzare allargamenti della corsia in curva per iscrizione del veicolo, se si verifica la seguente condizione:

$$E = \frac{K}{R} \geq 0.2 \text{ m}$$

dove K= 45;
R=raggio della curva

Per raggi superiori a 225 m di raggio, non sono necessari allargamenti in curva per iscrizione del veicolo. Le uniche curve che hanno raggi planimetrici i cui raggi inferiori a tale valore sono quelle comprese nell'area del quadrifoglio, per le quali necessitano allargamenti, per ogni corsia, pari a:

$$E = \frac{45}{180} = 0.25m$$

5.4 Piazzole di sosta

Il D.M. 05.11.01 prescrive la realizzazione di piazzole di sosta ad intervalli di 1000 m sul lato destro di carreggiata per strade a carreggiate separate.

Sono state individuate, lungo il tracciato stradale, i punti ove ubicare le piazzole di sosta, cercando di seguire il criterio suggerito dalla norma, nei limiti delle condizioni al contorno determinate dal carattere di adeguamento di infrastruttura esistente dell'intervento in oggetto.

Le piazzole sono state inserite solo **ove possibile il posizionamento diretto sull'asse principale** (tratto iniziale e tratto finale). In tutti gli altri casi non risulta possibile procedere all'inserimento delle piazzole, in quanto la sia la presenza delle complanari di servizio alla viabilità locale sia l'estensione dei tronchi di scambio, non consentono un posizionamento in sicurezza. Pertanto il posizionamento non risulta tecnicamente possibile.

Uno spostamento delle complanari in posizione più esterna rispetto all'asse principale, tali da consentire la realizzazione delle piazzole nello spazio intercluso tra le due sedi stradali, comporterebbe un ampliamento della piattaforma stradale, che non risulterebbe compatibile con le pre-esistenze.

5.5 Sezione tipo

La strada in progetto, è una strada extraurbana principale del tipo B.

La sezione stradale standard prevede la piattaforma come descritto nel paragrafo precedente, avente larghezza complessiva pari a 20.30 m, alla quale si affiancano due elementi marginali esterni della larghezza di 1.50m se con scarpata in terra, altrimenti da 0.70 m se il corpo stradale è compreso tra muri o su opera d'arte; essi alloggiavano, a seconda se in trincea o in rilevato, canaletta per lo smaltimento acque, arginello con barriera di sicurezza laddove necessaria e cordolo in cls.

Trasversalmente la piattaforma è a doppia falda con pendenza minima, in rettilineo, pari al 2.5 % e massima in curva pari al 7%.

La sede stradale si completa di rilevati con scarpate aventi pendenze 2/3, trincee con pendenze 1/1. L'altezza dei rilevati è interrotta, ogni 5m di altezza, con banche intermedie della larghezza di 2 m.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è di due tipologie: chiuso e aperto. Per il sistema chiuso si prevedono tubi e pozzetti collocati al di sotto della banchina stradale, mentre per quello aperto, l'allontanamento dell'acqua dalla piattaforma è affidato agli embrici. Nei tratti in curva, l'acqua delle semicarreggiate viene raccolta da un sistema di tubi e pozzetti posati centralmente allo spartitraffico.

SEZIONE TIPO ASSE PRINCIPALE

Vp: 70 - 100 Km/h

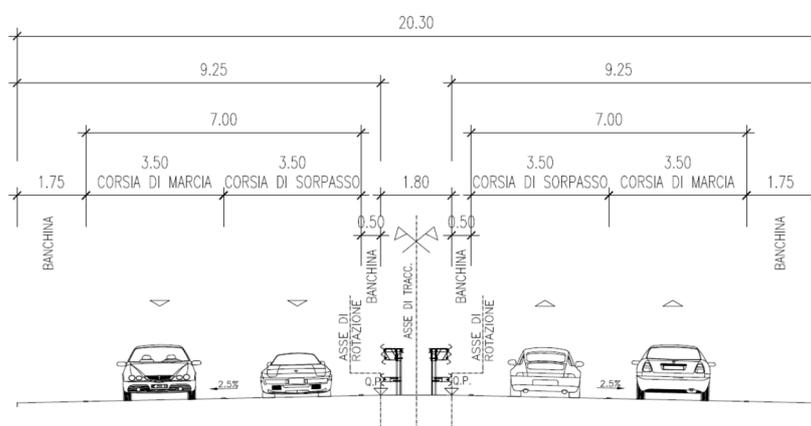


Figura 13 - composizione della piattaforma stradale

Alla composizione minima di piattaforma fa seguito la sezione stradale minima del corpo stradale che affianca alla piattaforma due elementi marginali, uno in destra e uno in sinistra, delle dimensioni ciascuno di 1.50 che alloggiavano, a seconda che ci si trovi in trincea o in rilevato, un cordolo in conglomerato bituminoso o un arginello in terra. Se la sezione stradale è su opera d'arte la dimensione degli elementi di margine è pari a alla larghezza del cordolo esterno ovvero 70 cm.

La sezione stradale minima è una configurazione presente su tutti i viadotti e in brevissimi tratti del corpo stradale in progetto. Negli altri tratti più frequentemente la configurazione minima sono affiancate corsie di entrata/uscita per le complanari e per le rampe di svincolo, da corsie di scambio o addirittura da altre piattaforme come per il quadrifoglio che alla piattaforma centrale a doppia carreggiata, si affiancano altre due piattaforme ognuna a carreggiata unica per senso di marcia.

5.6 Barriere stradali

5.6.1 Asta principale ed SS 131

La tipologia di dispositivo da adottare è stata individuata secondo quanto previsto dal D.M. 18.02.1992, n.223 e s.m.i.. In particolare, si è fatto riferimento all'ultimo aggiornamento del 21.06.04 e, partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, si sono individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare.

Le zone necessarie della protezione mediante le barriere di sicurezza sono:

- Rilevati con pendenze della scarpate 2/3 con altezze superiori a 1 m;
- Viadotti e muri di qualunque altezza. Per i viadotti che scavalcano altre strade, alla barriera si aggiunge una rete di protezione;
- Superamento di sottopassi;
- Imbocchi delle gallerie;

Per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere, si è altresì tenuto conto delle Norme EN 1317, recepite dallo stesso D.M. 21.06.04.

Il traffico di riferimento è quello desunto da analisi di settore, ovvero il TGM nei due sensi è molto superiore a 1000 veicoli, con percentuale di veicoli pesanti che in alcune sezioni supera il 5.0%.

Pertanto, ai sensi dell'art.6 del succitato Decreto Ministeriale del 2004, il tipo di traffico è di "tipo II". Per una strada extraurbana principale, come quella di cui al presente progetto, a questo tipo di traffico corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento, distinte in funzione della destinazione:

- Barriera bordo laterale in acciaio: Classe H2;
- Barriera bordo ponte in acciaio: Classe H3;
- Barriera bordo laterale in acciaio: Classe H2;
- Barriere bifilari per spartitraffico su rilevato: classe H3;
- Barriere bifilari per spartitraffico in cls su manufatto: classe H3;
- Attenuatori d'urto in corrispondenza delle rampe: Classe P80 e classe P50 laddove la velocità è inferiore a 90 km/h.

Le condizioni in sito rendono necessari impieghi di barriere di sicurezza aventi livelli di contenimento, solo nel caso del bordo rilevato, maggiori di quelli necessari. Ciò si verifica in adiacenza a sottopassi, viadotti e muri di sostegno quando la loro lunghezza è inferiore alla lunghezza minima di omologazione; in questi casi si è adottato il 'sistema misto'.

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere di differente tipologia, sono stati previsti idonei elementi di transizione.

La scelta della tipologia di barriera, sia essa come bordo manufatto o laterale, ha seguito il criterio dell'uniformità laddove possibile, altrimenti la 'similitudine' strutturale in maniera da rendere facilmente raccordabili i differenti tipi di dispositivi di ritenuta.

Per i dettagli sul loro posizionamento e tipologia, si rimanda agli elaborati specifici.

5.6.2 Rampe di svincolo e complanari

5.6.3 Rampe di svincolo

Per le rampe di svincolo, la classe scelta per le barriere e per gli attenuatori d'urto sono le medesime dell'asta principale.

5.6.4 Complanari e viabilità secondarie

Per le complanari, il bordo rilevato sarà protetto da barriere con livello di contenimento H1, per il bordo ponte invece, si adotteranno barriere H2 bordo ponte.

5.7 Svincoli

5.7.1 Svincolo SV08 – SS.131dir “Quadrifoglio”

Lo svincolo SV08 è uno svincolo esistente e risolve l'intersezione tra le due strade extraurbane principali SS 554, oggetto di adeguamento, e SS 131 che verrà adeguata solo nel tratto interessato dall'intersezione.

E' un tipico svincolo a quadrifoglio costituito da quattro rampe indirette e quattro dirette con intersezione a 90 gradi tra le strade intersecanti. Sia la sezione stradale della SS 554 che quella della SS 131 sono composte da 3 piattaforme, una centrale a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia e due laterali con carreggiate a senso unico in entrambe le direzioni. Le carreggiate centrali assolvono la funzione di transito per i flussi di traffico, mentre quelle laterali sono di penetrazione verso la rete secondaria.

Lo Svincolo “SV08”, previsto tra la progr.2+588 e la progr.3+427, di fatto realizza la connessione tra la nuova SS. 554 e la SS.131 per il collegamento con la città di Cagliari; lo schema geometrico adottato è il quadrifoglio.

La SS 131 è posta a quota superiore rispetto alla SS. 554 e la interseca, a livelli sfalsati, mediante un cavalcavia senza pile intermedie e avente una luce di 50m.

Le rampe di collegamento sono tutte monodirezionali; quelle indirette hanno raggi planimetrici non superiori a 74 m e quelli altimetrici non inferiori a 320, per quelle dirette le curve raggiungono anche i 180 m con raccordi verticali di raggio non inferiori a 340m. Per tutte le rampe, sia dirette che indirette, la pendenza longitudinale non supera il 6%.

La pendenza trasversale massima in curva è pari al 7%, quella minima è del 2.5%.



Figura 14 - Svincolo SV08 adeguamento svincolo SS 131dir

5.7.1.1 Composizione delle sezioni stradali principali (SS. 554 e SS:131)

Piattaforma centrale della larghezza complessiva di 20.30 m: due carreggiate composte, ognuna, da due corsie della larghezza di 3.50 m, una banchina in destra da 1.75 m e una banchina interna da 0.50m; completa lo spartitraffico centrale da 1.80 m.

Piattaforme laterali della larghezza complessiva di 9.50m: ogni piattaforma ospita un'unica carreggiata con due corsie per ogni senso di marcia. Le corsie hanno larghezza di 3.50, la banchina in destra da 1.75m e banchina in sinistra da 0.75 m.

5.7.1.2 Composizione delle sezioni delle rampe monodirezionali

Tutte le 8 rampe presentano una piattaforma pavimentata di 6.50 m, e una sezione costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1.50 m;
- eventuali allargamenti per visibilità in curva;

Gli elementi marginali sono costituiti da:

- in rilevato arginello di larghezza totale pari a 1.50 m;
- in trincea un cordolo in conglomerato bituminoso per raccolta acque con a tergo una banca orizzontale da 0.5 m

5.7.2 Svincolo SV01 – Baracca Manna

E' uno svincolo di nuova realizzazione collocato tra le progressive 3+580 - 4+134 e prevede una rampa bidirezionale che scavalca l'asse principale SS 554, 6 rampe monodirezionali, altre 2 assi stradali bidirezionali e 2 rotonde che realizzano i collegamenti fra l'asse principale SS554 e la viabilità locale, tenendo conto per quest'ultima degli interventi di adeguamento non compresi nel presente Progetto. La figura sottostante rende evidente lo schema dello svincolo:



Figura 15 – Svincolo SV01 Baracca Manna su Pezzu Mannu.

La configurazione dello svincolo è stata sensibilmente modificata nella fase di progettazione definitiva rispetto al progetto ANAS a base di gara, allo scopo di migliorarne la funzionalità stradale e l'impatto paesaggistico, con l'inserimento di una rotonda compatta di smistamento del traffico nella parte a Sud della SS.554.

Per quanto riguarda la parte a Nord della direttrice principale, un'analogo rotonda inizialmente prevista dal PD, è stata stralciata dal progetto a causa dell'interferenza segnalata con la linea Arst (metropolitana di superficie), che impedisce la realizzazione delle rampe di ingresso / uscita da/per la SS 554, ad una quota prossima al piano campagna compatibile con la rotonda.

5.7.2.1 *Composizione delle sezioni delle rampe*

Le rampe bidirezionali hanno la seguente composizione:

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- 2 corsie da 3.50 m ognuna;
- banchina in destra 1.50 m

La composizione delle rampe monodirezionali è invece:

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1.50 m;
- eventuali allargamenti per visibilità in curva;

5.7.2.2 *Composizione delle rotonde*

Le rotonde dello svincolo SV01 appartengono alla tipologia, come definita dal D.M. del 19.04.2006, delle rotonde compatte e hanno diametro pari a 36m. La piattaforma è composta da un anello giratorio della larghezza di 7m, banchina interna di 1.00 m e banchina esterna di 1.50m.

Gli elementi marginali, per tutte le tipologie di piattaforma, sono costituiti da:

- in rilevato arginello di larghezza totale pari a 1.50 m;
- in trincea un cordolo in conglomerato bituminoso per raccolta acque con a tergo una banca orizzontale da 0.5 m

5.7.3 **Svincolo SV09 SS.125**

Lo svincolo di nuova progettazione ridefinisce totalmente quello a trombetta attualmente esistente e risolve l'intersezione tra la SS 554 e la SS 125. La ridefinizione risulta necessaria a seguito della variazione dell'itinerario della SS 554 che non sarà più lungo la direttrice verso Poetto, ma quella verso Villasimius. E' collocato tra le progressive 10+540 – 11+300.

Lo svincolo è costituito da 7 rampe tutte monodirezionali: la rampa semidiretta denominata 'Ramo A' è quella in ingresso sulla nuova SS 554 e che diparte dal ramo in uscita della rotonda SV07 (Svincolo Quartucciu); il 'Ramo B', rampa diretta, è quello in uscita dalla SS 554 e in entrata sulla medesima rotonda. Il Ramo B viene leggermente interrato e si sviluppa, per 205 m, all'interno di una galleria artificiale a sezione scatolare. La galleria artificiale permette di realizzare l'intersezione

a livelli sfalsati tra questa rampa e quella proveniente da Poetto e diretta a Cagliari che utilizza la SS 554, Rampa 2. La Rampa 2 è una rampa semidiretta in uscita dall'attuale SS 554, si sviluppa su viadotto per circa 250m per sovrappassare la nuova SS 554 per poi ricollegarsi ad essa in corrispondenza della spalla Est del viadotto Quartucciu. Il medesimo viadotto ospita anche la piattaforma della Rampa 3 che proviene dalla stessa direzione ma che poi si collega alla rotatoria SV07 per garantire le relazioni veicolari tra Poetto e la rete locale. La Rampa 4 è la rampa diretta che mette in relazione Poetto con Villasimius e su di essa non sono previste opere. Un ponte a campata unica è invece previsto sul ramo in uscita dalla SS554, Rampa 1 e diretto a Poetto. Il ponte scavalca il Ramo A.

5.7.3.1 Composizione delle sezioni delle rampe

La composizione delle rampe monodirezionali è:

- banchina in sinistra da 1.00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1.50 m;
- eventuali allargamenti per visibilità in curva;

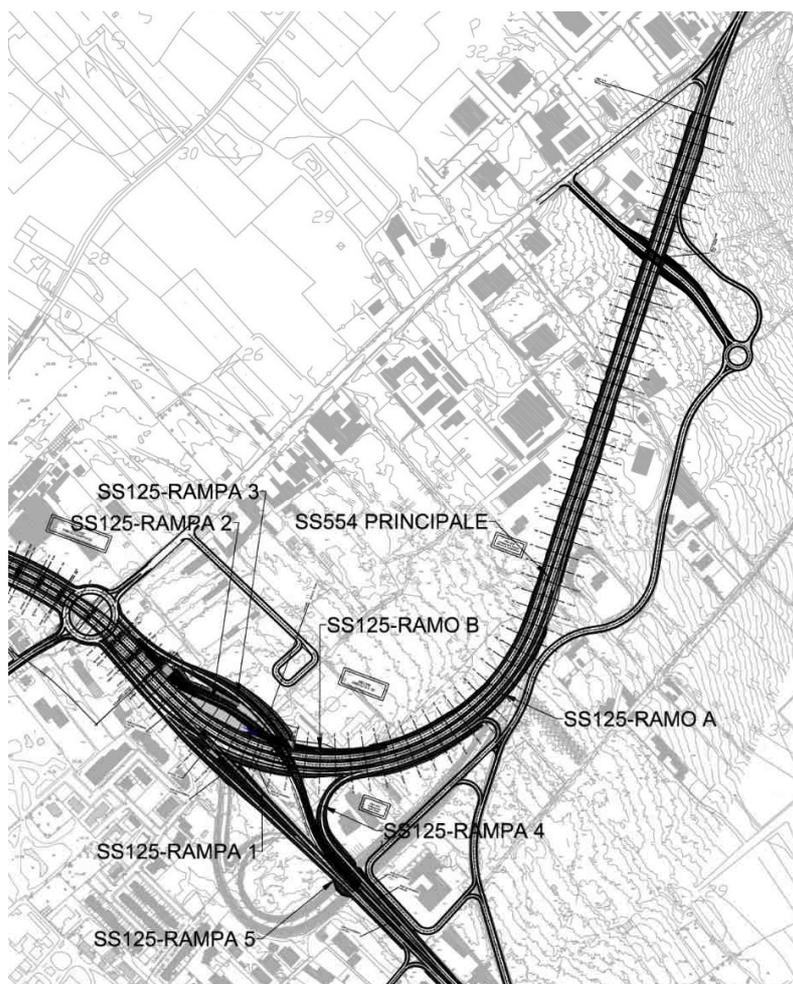


Figura 16 - Svincolo SV09 adeguamento svincolo SS 125

5.7.4 Svincolo SV02, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07

Mentre gli svincoli esaminati nei precedenti paragrafi risolvono le intersezioni con strade di categoria extraurbana principale, gli svincoli che verranno di seguito descritti rappresentano i nodi di una rete di penetrazione locale. A parte lo svincolo SV02, gli altri 5 svincoli hanno una configurazione geometrica analoga: una geometria a rotatoria che però, dato i grandi diametri, funzionalmente si classifica come una zona di scambio, sostituisce le intersezioni a raso a quattro bracci esistenti collegando quindi i flussi delle viabilità locali con quelli provenienti e diretti sulla SS.554; in tal modo il regime di circolazione sulla SS 554 è a flusso ininterrotto. Per individuare la posizione dello svincolo verranno fornite le progressive delle spalle dei viadotti di scavalco.

- Lo svincolo **SV02**, tra le progressive 4+740 – 5+143, si configura essenzialmente nell'adeguamento dei tratti di ingresso e uscita di uno svincolo a quadrifoglio già esistente. Più che un nodo in realtà è un centroide dato che nelle vicinanze della SS554 c'è il policlinico universitario che attrae importanti flussi di traffico.
- Svincolo **SV03** (Monserrato), tra le progressive 5+760.20 - 6+176.20. La rotatoria ha un diametro di 75 m, una corona giratoria di 9 m, una banchina in destra di 1.50 m, una banchina interna di 1.00m;
- Svincolo **SV04** (Selargius Ovest), tra le progressive 6+981.40 – 7+269.40. La rotatoria ha un diametro di 79m, una corona giratoria di 6m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV05** (Selargius Centro), tra le progressive 8+321.70 – 8+712.70. La rotatoria ha un diametro di 78m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV06** (Selargius Est), tra le progressive 9+071.50 – 9+391.50. La rotatoria ha un diametro di 47.00 m, una corona giratoria di 6 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.
- Svincolo **SV07** (Quartucciu), tra le progressive 10+145.80 – 10+497.80. La rotatoria ha un diametro di 79 m, una corona giratoria di 9 m, banchina in destra da 1.50 m e banchina interna di 1.00 m.

5.7.5 Viabilità di servizio e complanari

Sono chiamate 'viabilità locali' i tratti di strade di ricucitura con la viabilità locale esistente e le intersezioni a raso di nuova realizzazione o di adeguamento; sono invece denominate 'complanari' le strade di nuova realizzazione che collegano la nuova SS 554 agli svincoli SV08, SV03, SV04, SV05, SV06, SV07 e sono sempre monodirezionali a 1 o 2 corsie.

Le viabilità complanari a Nord della SS 554 sono:

- Complanare **S11** tra le progressive 2+250 e 3+850. La piattaforma è a 1 corsia;
- **AV04** (adeguamento di strada locale già esistente) tra le progressive 5+311 e 5+940. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S03** tra le progressive 6+000 e 7+060. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S05** tra le progressive 7+120 e 8+480. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S07** tra le progressive 8+530 e 8+921. La piattaforma è a 1 corsia;
- Complanare **S09-T1** tra le progressive 9+903 e 10+360. La piattaforma è a 1 corsia;
- Complanare **S09-T2** tra le progressive 9+210 e 9+632. La piattaforma è a 1 corsia.

Le viabilità complanari a sud della SS 554 sono:

- Complanare **S10** tra le progressive 2+300 e 3+850. La piattaforma è a 1 corsia;
- Complanare **S01** tra le progressive 5+460 e 5+940. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S02** tra le progressive 6+000 e 7+060. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S04** tra le progressive 7+120 e 8+480. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S06** tra le progressive 8+530 e 8+921. La piattaforma è a 1 o 2 corsie;
- Complanare **S08** tra le progressive 9+210 e 10+360. La piattaforma è a 1 o 2 corsie.

Gli elementi compositivi della sezione stradale della piattaforma con 2 corsie:

- Carreggiata con 2 corsie da 3.50 m;
- banchina sinistra da 0.75 m;
- banchina in sinistra da 1.25 m.

Gli elementi compositivi della sezione stradale della piattaforma con 1 corsia:

- Carreggiata con 1 corsia da 3.50 m;
- banchina sinistra da 0.75 m;
- banchina in sinistra da 1.25 m.

Gli elementi marginali, per tutte le complanari e sia in trincea che in rilevato, hanno larghezza pari a 1.50 m.

5.7.6 Percorsi ciclo-pedonali

In aggiunta alle direttrici stradali principali e secondarie, descritte nei paragrafi precedenti, sono state inserite nelle opere di progetto, durante la fase di aggiornamento e adeguamento del Progetto Definitivo, alcuni tratti di percorso ciclo-pedonale interferenti con la SS 554:

- Percorso ciclo-pedonale Rio Salius: è un tratto di percorso parallelo al corso del Rio Salius con direzione da Nord – Est a Sud Ovest, per una lunghezza di circa 700 m, interferente con la SS 554 all'altezza della progressiva 5+400; l'attraversamento della SS 554, della viabilità complanare AV04 e dell'opera di sfioro del rio Salius verrà garantita da una passerella in struttura metallica;
- Percorso ciclo-pedonale Rio Cungianus: è un tratto di percorso parallelo al corso del Rio Cungianus con direzione da Nord a Sud, per una lunghezza di circa 120 m, interferente con la SS 554 all'altezza della progressiva 10+300; l'attraversamento della SS 554 verrà garantito da un sottovia scatolare in c.a.
- Predisposizione ciclo-pedonale zona Pill'eMata: è stato previsto un adeguamento della struttura di sotto-attraversamento della SS 554 da parte della viabilità locale, in grado di ospitare una futura pista nelle due direzioni.

5.8 Pavimentazione stradale

Al fine di elevare la funzionalità e la durabilità dell'opera, sono state proposte delle soluzioni tecnico-progettuali atte a migliorare, nel tempo, lo stato di conservazione dell'opera e ridurre gli interventi manutentivi mediante l'adozione di tecniche e materiali qualitativamente idonei.

5.8.1 Asta principale ed SS 131

La sovrastruttura proposta, di tipo semirigido, prevista per la pavimentazione dell'asse principale, sarà costituita da:

- 4 cm Usura drenante con impiego del 10% di scorie d'altoforno;
- 6 cm Binder Hard ad elevate resistenza all'ormaiamento;
- 15 cm Base riciclata a freddo con emulsione bituminosa modificata;
- 13 cm Sottobase in misto cementato con inerti riciclati dalla fondazione esistente;
- 30 cm Fondazione in misto granulare stabilizzato.

Tra lo strato di usura drenante e quello di binder sarà applicata una mano d'attacco impermeabilizzante con bitume modificato. In corrispondenza dei tratti in viadotto, la pavimentazione sarà composta dallo strato di usura drenante di spessore 4 cm e dallo strato di binder Hard antiormaiamento di spessore 6 cm, poggiati direttamente sulla soletta, mediante interposizione di uno strato di impermeabilizzazione.

5.8.2 VIABILITA' SECONDARIA (rampe, complanari e rotatorie):

La sovrastruttura proposta, di tipo flessibile, prevista per la pavimentazione della viabilità secondaria, sarà costituita da:

- 4 cm Usura Hard Antisdrucchiolo SMA 0-14;
- 6 cm Binder Hard ad elevate resistenza all'ormaiamento;
- 10 cm Base in conglomerato bituminoso;
- 30 cm Fondazione in misto granulare stabilizzato.

5.9 Analisi di Sicurezza

Il Progetto Definitivo di adeguamento della Nuova SS 554 consiste in un adeguamento in sede della strada statale "Cagliari" esistente con trasformazione della classe funzionale da "asse attrezzato urbano" a "Tipo B - Strada extraurbana principale" e come tale per esso il D.M. 5 novembre 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" non risulta prescrittivo ma di riferimento come sancito dall'Art. 1 del D.M. 22 aprile 2004. Fino all'emanazione della specifica norma sull'adeguamento delle strade esistenti, i progetti di tali strade dovranno contenere una specifica relazione dalla quale risultino analizzati gli aspetti connessi con le esigenze di sicurezza dimostrante che l'intervento nel suo complesso è in grado di produrre un innalzamento del livello di sicurezza dell'infrastruttura, come indicato nell'art. 4 del D.M. 22 aprile 2004.

E' stata redatta quindi una "Analisi di sicurezza" ai sensi dell'art. 4 del D.M. 22 aprile 2004, che si inserisce tra gli elaborati del progetto definitivo offerto per la gara e revisionato nelle successive fasi istruttorie, fino alla corrente revisione.

La soluzione progettuale proposta è stata quindi oggetto di una analisi volta a valutarne l'ammissibilità in termini di sicurezza della circolazione, per la quale si rimanda alla relazione specialistica DPCA06-D-1501-00-PS-00-TRA-RE-01; nei paragrafi successivi si riporta una sintesi della trattazione.

5.9.1 Metodologia di analisi

L'analisi di sicurezza si è sviluppata eseguendo l'analisi specifica degli elementi di non conformità alle norme D.M. 5.11.2001 e D.M. 19.4.2006 evidenziati dai progettisti stradali con individuazione dei potenziali fattori di rischio specifico, sia con riferimento all'asse principale che con riferimento agli svincoli.

Per offrire elementi di giudizio atti a valutare l'ammissibilità dei risultati ottenuti mediante l'analisi probabilistica, espressi in termini di numero di incidenti predetti, è stato adottato un approccio di tipo comparativo, con il quale il numero annuo di incidenti predetti con riferimento alla configurazione di progetto (all'anno 2025), viene confrontato con l'incidentalità che caratterizzerebbe la strada nella sua configurazione esistente all'anno 2016.

Ai sensi del D.M. 22 Aprile 2004, il giudizio di ammissibilità può essere tratto in termini positivi se l'incidentalità predetta nella configurazione di progetto è inferiore a quella che caratterizzerebbe l'infrastruttura nella configurazione esistente.

Ogni tracciato stradale, in relazione alle sue caratteristiche costruttive ed al traffico che lo percorre, ha una sua propria fisionomia nei riguardi del rischio per l'utenza che lo attraversa.

È statisticamente accertato che la probabilità di accadimento degli incidenti lungo un tracciato stradale è influenzata dalle caratteristiche di questo. È cioè direttamente legata al volume di traffico che lo impegna, al suo sviluppo, alle caratteristiche del suo andamento planimetrico ed altimetrico, all'organizzazione della sua piattaforma stradale, alla presenza, frequenza ed organizzazione delle intersezioni, al regime di circolazione adottato, alla qualità della circolazione, esprimibile in termini di livello di servizio, ed ai sistemi di gestione e di controllo del traffico e delle velocità di cui l'infrastruttura è dotata.

La stima della frequenza di incidenti attesi è stata svolta facendo riferimento al modello previsionale di incidentalità autostradale presentati nell' "Highway Safety Manual – 1st edition" pubblicato nel 2010 dalla AASHTO e dal Supplemento alla prima edizione pubblicato nel 2014.

Questo modello è stato scelto poiché consente di tener conto in modo esplicito delle caratteristiche geometriche e funzionali dell'infrastruttura in esame, consentendo, in questo modo, di contestualizzare in modo esplicito (seppur su base teorica) il livello di incidentalità atteso.

5.10 Sintesi comparativa

Nella sottostante tabella sono riassunti i dati di incidentalità dello stato attuale (Ante Operam).

TIPOLOGIA DI MODELLO	L _{tot}	TGM	M+F	Densità _{M+F}	Tasso _{M+F}
FREEWAY SEGMENTS	3.47	42074	6.59	1.903	12.390
SPEED CHANGE LANE	0.84	40537	0.80	0.955	6.456
ROAD SEGMENTS SUB_ART	15.73	40190	6.49	0.413	2.812
INTERSECTION (n°5)	---	---	9.66	---	---
RAMPS	1.725	7000	0.46	0.266	10.420
TOTAL	21.76	37872	24.00	0.659	4.768

Tabella 15 – Dati di incidentalità dello stato attuale

La tabella successiva riassume i dati di incidentalità dello stato attuale (Post Operam).

TIPOLOGIA DI MODELLO	Ltot	TGM	M+F	Densità _{M+F}	Tasso _{M+F}
FREEWAY SEGMENTS	16.679	43395	5.18	0.311	1.962
SPEED CHANGE LANE	4.101	44716	2.03	0.494	3.029
ROUNDABOUT (n°5)	---	---	3.19	---	---
RAMPS	1.539	7622	0.31	1.151	41.384
TOTAL	22.32	41171	10.71	0.402	2.678

Tabella 16 – Dati di incidentalità della configurazione di progetto

Dai risultati ottenuti, dato che il numero degli incidenti gravi previsti al futuro (M+F) è di 10.71 inc./anno al 2025 mentre allo stato attuale ne sono previsti 24, corrispondenti a quelli avvenuti all'ultimo anno degli incidenti osservati che costituisce il riferimento per la calibrazione, si può affermare, ai sensi dell'Art. 4 del D.M. 22.4.2004, che l'adeguamento previsto nel progetto definitivo offerto costituisce un intervento che garantisce un livello di sicurezza della circolazione più alto rispetto al livello attuale.

5.11 Analisi dei flussi di traffico

L'analisi di traffico si pone lo scopo di valutare, attraverso la definizione di specifici indicatori sintetici di prestazione trasportistica, l'impatto che lo **scenario di esercizio di progetto** andrà a generare sul sistema viabilistico sia a scala territoriale (Area Vasta di Cagliari), sia a livello più locale.

Dato l'obiettivo di offrire un solido riscontro basato sull'evidenza scientifica nella corretta rappresentazione delle fenomeniche di traffico attese, è stato implementato ed adeguatamente aggiornato uno specifico modello di **macrosimulazione di area vasta**. Tale piattaforma infatti è in grado di valutare gli impatti trasportistici sia a livello puntuale che di più ampia scala, elemento di diagnosi fondamentale soprattutto in situazioni in cui, come il caso in oggetto, l'intervento infrastrutturale andrà ad assumere un ruolo cruciale nell'insieme delle relazioni di traffico del contesto urbano. Nello specifico, è stato utilizzato il modello di traffico dell'intera area metropolitana di Cagliari, sviluppato con il software Cube (Citilabs) e precedentemente utilizzato a supporto di diversi progetti di pianificazione dei trasporti, fra cui, il più significativo, la redazione dell'attuale Piano Urbano della Mobilità di Cagliari, avvenuta nel periodo 2006-2009.

Il modello a disposizione del Gruppo di Lavoro è stato puntualmente aggiornato all'anno base dello studio (febbraio 2016) attraverso l'esecuzione di una specifica campagna di indagini che ha avuto luogo nei giorni 17/02/2016 e 18/02/2016, che ha riguardato un totale di 53 sezioni di rilievo mono-direzionali lungo l'asse della SS554 oggetto di progettazione. Risulta importante sottolineare che il modello di traffico è impostato per replicare le condizioni di traffico relative all'intervallo orario di punta del mattino (7:30 – 8:30), momento in cui si registra la maggiore pressione veicolare su tutta la rete viabilistica.

Le verifiche modellistiche si articolano in due fasi analitiche principali:

- Rappresentazione e calibrazione dello scenario di Stato di Fatto (2016);
- Implementazione e simulazione degli scenari di progetto.

Si precisa che le valutazioni economiche richiamate nel presente capitolo non anticipano in alcun modo l'offerta economica formulata sui lavori in oggetto.

Per maggiori approfondimenti sul tema della viabilità si rimanda al documento DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-RE-02 "Studio del traffico nelle fasi di costruzione".

5.11.1 Flussi di traffico allo stato di fatto

La figura seguente mostra i volumi di traffico nell'ora di punta del mattino su tutta l'area vasta cagliaritana.

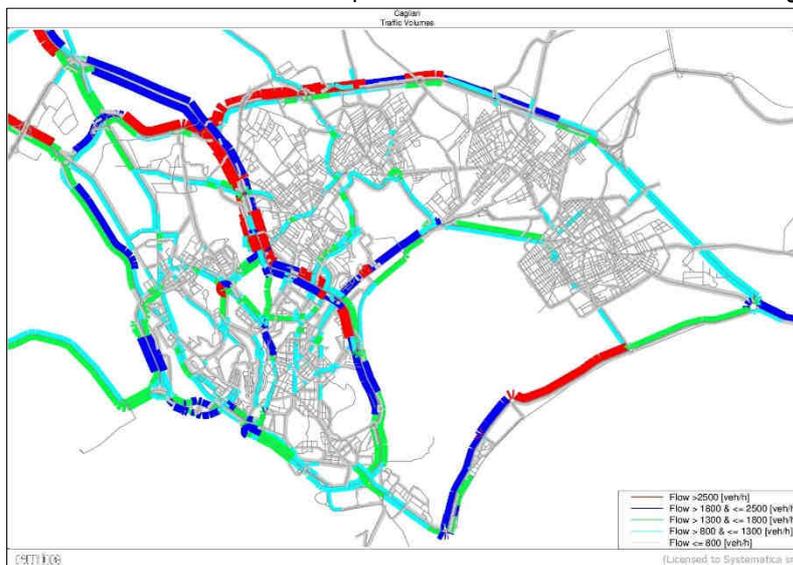


Figura 17 Flussi di traffico allo stato attuale

5.11.2 Flussi di traffico allo stato di progetto

La definizione dello scenario dello stato di fatto ha consentito la preparazione del modello alla simulazione dello scenario di progetto in fase di esercizio. Dal punto di vista della domanda di mobilità occorre effettuare delle stime di previsione rispetto allo scenario attuale, in quanto la fase di esercizio di progetto è prevista attorno al 2020.

Al fine di testare un sistema di trasporti consolidato, **lo scenario di domanda testato è relativo al 2025**, anno per il quale si ritiene che gli utenti utilizzatori della rete di trasporto avranno raggiunto una consapevolezza e familiarità con i nuovi interventi relativamente stabile e, quindi, comparabile con il grado di conoscenza della rete allo stato di fatto.

Dal punto di vista del sistema di offerta, la rete è modificata per rispettare la **configurazione infrastrutturale prevista**, accogliendone tutte le modifiche geometriche e funzionali, unitamente all'implementazione dell'intera serie di migliorie progettuali proposte.

Sono inoltre considerati tutti gli interventi infrastrutturali in corso di realizzazione e programmati che è prevedibile saranno in esercizio all'anno di riferimento 2025, fra cui la rampa di discesa dall'asse mediano verso Via dei Valenzani e la modifica del Viale Marconi con l'implementazione del senso unico in direzione Cagliari. Quest'ultimo intervento in particolare è di

fondamentale importanza perché Viale Marconi, unitamente alla SS 554, rappresenta uno degli assi principali di collegamento tra Cagliari e l'area vasta e pertanto qualsiasi modifica apportata avrà necessariamente una ricaduta sull'intero sistema di viabilità.

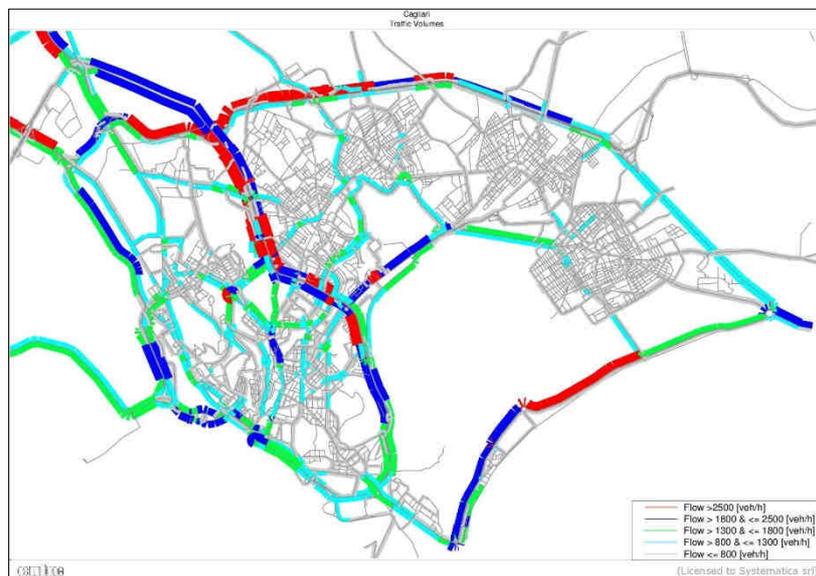


Figura 18 Flussi di traffico allo stato di progetto

5.11.3 Confronto scenari

Le immagini rappresentative dei flussi di traffico mostrano come siano apprezzabili non solo a livello puntuale, ma anche di area vasta, le modifiche alle dinamiche di circolazione. Sulla SS 554 si registra una significativa **diminuzione della congestione**, nonostante un generale aumento dei flussi veicolari lungo tutta l'arteria, in particolare con riferimento alle strade di adduzione che beneficiano delle nuove intersezioni a rotatoria e dell'eliminazione delle interazioni con il flusso di attraversamento. Si registra inoltre un effetto di scarico di Viale Marconi, che porta a sicure miglie delle condizioni di circolazione (allo stato attuale si registrano accodamenti a partire dall'ingresso a Cagliari fino allo svincolo per Monserrato), a cui contribuisce certamente la maggiore fruibilità della viabilità esterna offerta dalla nuova configurazione della SS 554. Le tabelle di sintesi seguenti riportano un confronto dei parametri di rete tra i diversi scenari: stato di fatto (SDF), base gara e proposta progettuale (PRJ). I dati si riferiscono a costi operativi veicolari (Vehicle Operating Cost, VOC), costo del tempo (Value of Time, VOT), distanze percorse (veh*km) e numero di ore totale speso in rete (veh*h).

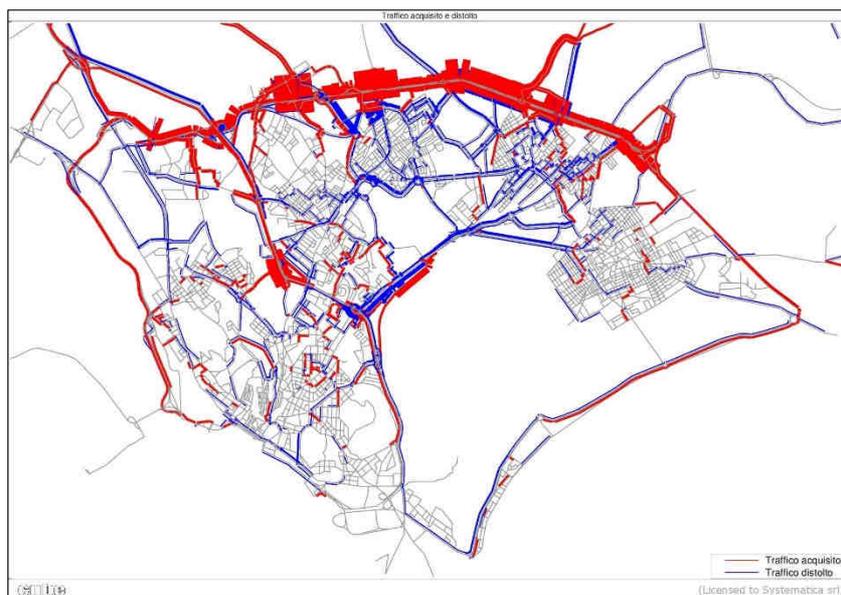


Figura 19 – Confronto tra stato di fatto e proposta progettuale

Annuali	Area Vasta				Area SS 554			
	veh*km	veh*h	VOC	VOT	veh*km	veh*h	VOC	VOT
SDF	3,381,227,664	108,684,202	€ 879,844,907	€ 1,850,894,944	292,586,208	6,752,972	€ 76,135,212	€ 115,003,301
Base Gara	3,370,859,329	100,697,659	€ 877,146,914	€ 1,714,883,886	345,327,028	7,110,482	€ 89,859,145	€ 121,091,711
PRJ	3,357,326,651	99,324,304	€ 873,625,514	€ 1,691,495,615	348,544,728	7,028,727	€ 90,696,438	€ 119,699,422
PRJ vs SDF	-0.71%	-8.61%	-€ 6,219,393	-€ 159,399,329	19.13%	4.08%	€ 14,561,226	€ 4,696,120
PRJ vs Base Gara	-0.40%	-1.36%	-€ 3,521,401	-€ 23,388,271	0.93%	-1.15%	€ 837,293	-€ 1,392,290

Tabella 17 – Indicatori annuali di prestazione di esercizio

Come anticipato in apertura, negli interventi in campo trasportistico e specie su quelli con ampia fascia d'influenza, è di fondamentale effettuare un'analisi a livello di area vasta, considerando quindi tutte le possibili ricadute piuttosto che focalizzarsi esclusivamente sull'intervento in oggetto.

Nello studio in oggetto tale osservazione è confermata dall'analisi economica dei risultati ottenuti riportati nella tabella precedente. Infatti, considerando la porzione territoriale che gravita attorno alla SS 554, lo scenario di proposta progettuale, nonostante offra migliori prestazioni rispetto a quello a base gara, mostra un incremento di costo rispetto allo stato di fatto pari a € 19,257,346. Questo è però dovuto al fatto che il nuovo tracciato va ad assorbire dalla maglia urbana un'importante quota di traffico (+19.13%), dovuto alla maggiore fruibilità dell'infrastruttura e qualità della circolazione garantita.

Infatti, analizzando la situazione a livello di rete generale, si registra una diminuzione delle percorrenze e delle ore spese in rete, a vantaggio di una maggiore fluidità della circolazione che si riflette nell'aumento della velocità di percorrenza. Il costo aggiuntivo gravante sulla 554 è quindi ampiamente inglobato nel risparmio che si registra a livello di area vasta, pari

a € 165,618,722. La proposta progettuale si mostra inoltre più efficace rispetto a quella a base gara, con un risparmio relativo sia complessivo, pari a € 26,909,671, sia a livello puntuale, pari a € 554,997 su tutta l'area d'intorno della SS 554.

5.12 Smaltimento delle acque di piattaforma

Il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma è stato radicalmente modificato rispetto all'impianto di PP, adottando in proposta migliorativa, un sistema di tipo "chiuso" più idoneo all'importanza dell'infrastruttura in oggetto, in termini di dimensioni dell'opera e di presenza di traffico.

Nel seguito si descrive dapprima il processo di valutazione che ha portato a questo tipo di scelta, e a seguire la configurazione del sistema e i metodi utilizzati per il dimensionamento.

5.12.1 Adozione del sistema di smaltimento acque di tipo "chiuso"

Nel PP a base di gara è previsto, per quanto riguarda lo smaltimento delle acque di piattaforma, un sistema di tipo chiuso, con drenaggio direttamente nei fossi di guardia, per mezzo di embrici, senza prevedere trattamenti delle acque di Prima Pioggia.

Da un punto di vista normativo tale soluzione, benché piuttosto inusuale per infrastrutture della portata di quella in oggetto, sarebbe confermabile, in quanto le normative relative alle vasche di prima pioggia a cui si è fatto riferimento non forniscono indicazioni precise in merito. In particolare si sono consultati:

- D.L. 152/2016 "Norme in materia ambientale" (articolo 113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia);
- Regione autonoma Sardegna – Direttiva Regionale "Disciplina degli scarichi" (articolo 22 "Acque di prima pioggia e di lavaggio").

La normativa nazionale rimanda direttamente alle regioni le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate e la disciplina dei casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

In particolare il comma 3 dell'articolo 113 del D.L. 152 relativo agli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia recita quanto segue: *"Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici"*.

La disciplina degli scarichi della Regione Sardegna al Capo V "Acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne", articolo 22 "Acque di prima pioggia e di lavaggio", comma 1, riporta un elenco delle attività che necessitano di impianti di trattamento delle acque di dilavamento. In tale lista non viene riportato il dilavamento delle superfici stradali, **tuttavia al comma 2 di tale articolo è indicato che l'Autorità Competente potrà estendere le disposizioni del presente capo anche ad attività non già comprese nell'elenco citato.**

Risulta evidente, in sintesi, che l'introduzione del trattamento di prima pioggia, oltre che consuetudine progettuale adottata da molti anni dalla Stazione Appaltante nelle proprie infrastrutture, potrà anche essere in ogni caso prescritta da parte delle autorità competenti in sede di Valutazione di Impatto Ambientale o Conferenza dei servizi.

Si sottolinea infatti, che l'area vasta interessata dall'intervento in progetto è caratterizzata dalla presenza di oasi permanenti di protezione della fauna (attraversate dall'infrastruttura in progetto), di 2 Zone di Protezione Speciale (ZPS) e di 2 Siti di importanza Comunitaria (Siti SIC).

Alla luce di questi approfondimenti progettuali, il concorrente ha operato la scelta di dotare l'asse principale dell'infrastruttura di un **sistema di smaltimento acque di tipo chiuso**, che prevede una raccolta indipendente delle acque di piattaforma stradale, afferente a impianti di trattamenti di Prima Pioggia, che siano in grado di gestire senza lo scarico diretto nei corpi idrici, oltre alla prima pioggia, anche eventuali liquidi di sversamento in occasione di eventi incidentali; parallelamente viene mantenuto il sistema di raccolta esterno alla piattaforma, costituito dai fossi di guardia, canali e tombini, che raccoglieranno le acque di drenaggio esterne e provenienti dalle rampe dei rilevati.

Il sistema di raccolta diretto in piattaforma, con tubazioni e caditoie opportunamente dimensionate, rappresenta anche una migliore garanzia di efficacia nell'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale.

5.12.2 Definizione del sistema di regimazione delle acque

Lo smaltimento delle acque avverrà dunque mediante la posa di tubazioni in c.a. sotto la piattaforma stradale, con diametri variabili tra un minimo di 300 ed un massimo di 600 m.

Le portate di pioggia scolanti sulla superficie stradale verranno convogliate verso l'esterno della piattaforma seguendo la pendenza trasversale della piattaforma stessa; qui verranno fatte defluire mediante un cordolo in conglomerato bituminoso, sia nel caso in cui la sezione risulti in rilevato o in trincea, fino a pozzetti di raccolta, posti ad interasse di 20 metri, e da qui allontanate mediante tubazioni in c.a., che si svilupperanno al di sotto della banchina, verso gli impianti di prima pioggia al fine di trattare il picco di contaminazione delle acque di dilavamento della superficie stradale.

Le portate di pioggia defluenti sui rilevati stradali verranno invece raccolte dai fossi di guardia trapezi in cls posti al piede delle scarpate. Da qui tali portate verranno allontanate verso il recapito finale, rappresentato da un corpo idrico esistente intersecante l'infrastruttura in progetto.

Per quanto riguarda le portate inviate agli impianti di prima pioggia si consideri che gli stessi saranno dotati di un by-pass che permetterà lo scarico delle portate in eccesso verso i fossi di guardia precedentemente descritti. Allo stesso modo le portate trattate dai vari impianti verranno conferite nei fossi di guardia limitrofi e quindi allontanate verso il recapito finale.

Le vasche di prima pioggia sono state posizionate in corrispondenza dei punti di minimo stradale e in corrispondenza di ostacoli al posizionamento dei tubi quali ponti e scatolare ferroviario. Inoltre si è previsto che la lunghezza del tratto stradale afferente all'impianto di trattamento non abbia lunghezza superiore ad 1 km.

5.12.3 Impianti di Prima Pioggia

Lungo lo sviluppo dell'interno asse stradale principale sono state previste 16 vasche di prima pioggia all'interno delle quali le tubazioni di raccolta delle acque del drenaggio stradale andranno a conferire le acque meteoriche di prima pioggia,

ossia il volume d'acqua corrispondente, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante. Si riporta di seguito il riepilogo degli impianti previsti.

N° vasca	progressiva km	Superficie servita [mq]	Volume di prima pioggia [mc]
1	1+600	18,840	94.20
2	2+360	12,560	62.80
3	2+920	13,450	67.25
4	3+340	12,810	64.05
5	3+990	15,600	78.00
6	5+240	20,310	101.55
7	5+450	12,170	60.85
8	5+640	19,390	96.95
9	6+845	5,100	25.50
10	7+580	12,140	60.70
11	7+860	21,510	107.55
12	8+870	12,240	61.20
13	9+545	20,330	101.65
14	10+070	6,190	30.95
15	10+750	18,380	91.90
16	11+130	10,140	50.70

Tabella 18 – Impianti di prima pioggia – posizionamento e caratteristiche

In tutti i casi verrà garantita l'accessibilità agli impianti di prima pioggia, direttamente dalla sede stradale della SS.554, tramite piazzole laterali posizionate ad hoc, o accessi nelle aree intercluse, in modo da consentire nel modo più agevole possibile gli interventi di manutenzione necessari.

Le vasche di prima pioggia sono state previste a servizio della sola strada principale per le seguenti motivazioni:

- rispetto alle viabilità secondarie il traffico che caratterizza l'asse principale è maggiore;
- la possibilità che avvengano sversamenti accidentali è superiore dato il maggiore flusso di traffico.

Non si sono previste vasche di prima pioggia a servizio della SS 131 sebbene maggiormente trafficata rispetto alla SS 554; tale scelta è dovuta al fatto che l'intervento di adeguamento previsto in corrispondenza di questo svincolo risulta localizzato, mentre la sistemazione della SS 554 si configura come intervento più complesso e interessa un tratto di viabilità di lunghezza considerevole.

Infine si evidenzia che le tubazioni a servizio del tratto di viabilità compresa tra il km 11+650 e il km 11+840 recapitano quanto drenato direttamente all'interno dei fossi di guardia e non in corrispondenza di impianti di trattamento delle acque.

Tale scelta è dovuta essenzialmente a due motivi:

- la brevità del tratto in esame;
- il minore carico di traffico rispetto a quello che caratterizza la SS 125.

6 OPERE D'ARTE PRINCIPALI

6.1 Viadotti

Nel presente capitolo vengono descritte le principali opere d'arte facenti parte del presente appalto descrivendone le tipologie, l'inserimento nel contesto attuale, le principali caratteristiche tecniche, geometriche e gli arredi.

In sintesi si tratta di viadotti e ponti sull'asse principale, ponti sugli svincoli e sulle secondarie, sottovia sull'asse principale e sugli svincoli ed infine cavalcavia di svincolo.

6.1.1 Viadotto Monserrato

Il viadotto Monserrato si sviluppa lungo l'asta principale nella prima parte del tracciato oggetto del presente appalto tra le prog 5+760.20 e 6+176.2 ed appartiene al I lotto costruttivo dei 2 in cui è suddivisa la tratta stradale in progettazione.

La SS554 attraversa il comune di Monserrato nella sua zona a nord; il manufatto viene realizzato in corrispondenza dell'incrocio con la strada statale 387 del Gerrei.

L'opera si inserisce in un contesto generale di allargamento in sede della SS554. E' prevista la realizzazione di 2 viabilità complanari che permettano il collegamento con la rete viabilistica locale anche mediante una rotonda che viene sovrappassata dal manufatto in oggetto.

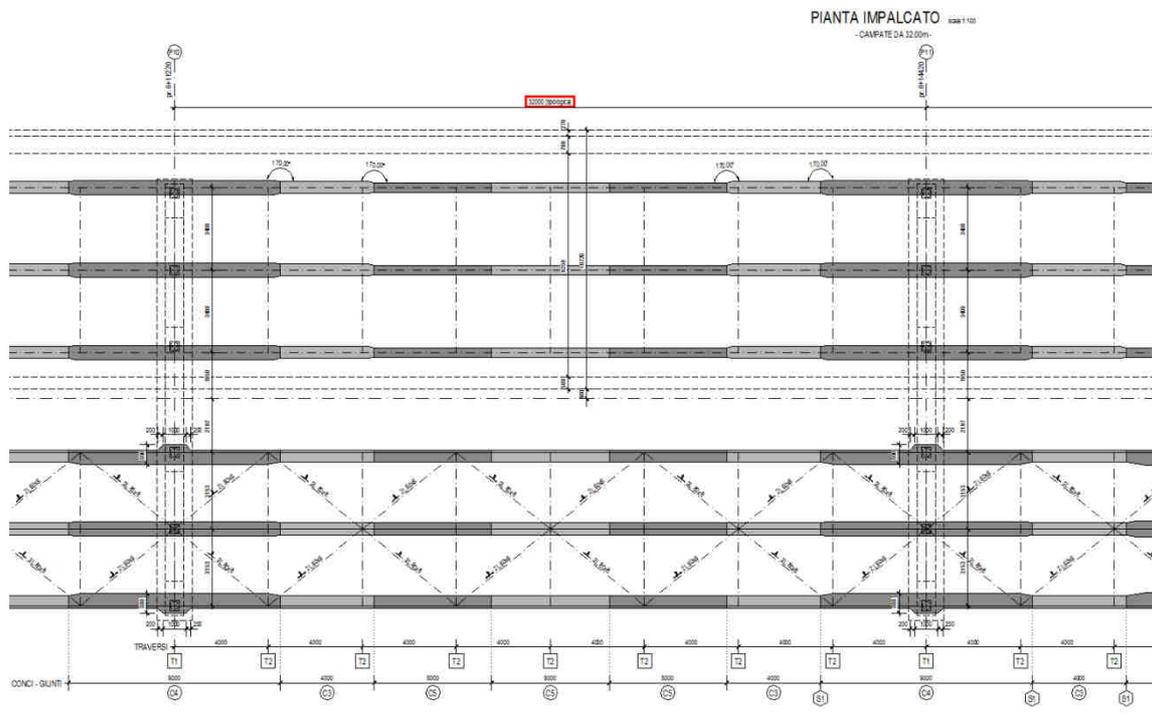


Figura 20 – Dettaglio impalcato in acciaio - Campata tipica da 32,0m

L'opera è costituita complessivamente da 12 campate, 10 di luce pari a 32m e 2 di 48m in corrispondenza della rotatoria inserita progettualmente per migliorare la viabilità secondaria locale; ne consegue quindi una lunghezza complessiva del manufatto pari a 416m.

Il viadotto è costituito da 2 impalcati principali separati la cui struttura portante è realizzata mediante una struttura mista acciaio calcestruzzo in continuità in luogo della struttura in CAP prevista in sede di progetto preliminare.

Ciascun impalcato è costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 140 cm tranne nel caso delle 2 campate di luce 48m in cui le travi hanno una sezione variabile tra un minimo di 140 cm ed un massimo (sull'appoggio centrale) di 220 cm e inclinazione delle travi laterali verso l'esterno; l'interasse delle travi in acciaio è pari a 3,40m in corrispondenza dell'appoggio della soletta mentre lo sbalzo è pari a 2.37m dall'asse trave più esterna.

La soletta in calcestruzzo gettata in opera ha uno spessore pari a 35 cm mentre la pendenza trasversale necessaria dal punto di vista viabilistico viene conferita attraverso il posizionamento a differenti quote delle travi in acciaio mediante baggioli di differente altezza.

I diaframmi di testa sono pieni mentre gli altri diaframmi in campata sono reticolari con profili a doppio L 130x12 ed un interasse di 4,0m.

Sono infine presenti dei controventi reticolari di piano con campi di 8,0m costituita da angolari ad L doppi 80x8.

E' prevista una lastra predalle tralicciata autoportante in fase di getto dello spessore di 5 cm.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm con un'ulteriore svasatura sull'esterno di 27 cm; sul cordolo viene posizionato il guard rail con eventualmente la rete di protezione integrata laddove necessario per la presenza di viabilità al livello inferiore; sul filo interno sono invece presenti dei new jersey.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta e del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

La scelta progettuale adottata per gli impalcati in acciaio ha una serie di vantaggi rispetto al progetto posto a base di gara:

- Maggiore durabilità delle strutture in acciaio rispetto a quelle in CAP;
- Riduzione del numero complessivo di apparecchi di appoggio con conseguente riduzione degli oneri manutentivi nel tempo per il gestore dell'infrastruttura;
- Maggiore facilità di trasporto dei conci delle travi in acciaio senza adottare necessariamente trasporti eccezionali in un contesto urbano fortemente trafficato e considerando che ci si inserisce complessivamente in un allargamento in sede non agevole dal punto di vista degli spazi a disposizione dell'appaltatore;
- Notevole semplificazione delle fasi costruttive per quanto riguarda lo stoccaggio, l'assemblaggio ed il posizionamento nella loro sede definitiva degli elementi portanti rispetto alla soluzione di PP (si veda a tal proposito la descrizione delle fasi ed i relativi elaborati grafici progettuali);

- Maggiore gradevolezza estetica ed inserimento paesaggistico dell'opera grazie ai notevoli sbalzi trasversali che mimetizzano l'impatto visivo rispetto alla soluzione posta a base di gara;
- Riduzione dei carichi trasferiti complessivamente in fondazione rispetto alla soluzione più massiva dell'impalcato in CAP.

Per quanto riguarda le sottostrutture pile e spalle sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Le spalle sono uniche per entrambi gli impalcati e sono caratterizzate da muri d'ala rientrati rispetto al filo esterno della carreggiata con l'obiettivo di ridurre l'impatto visivo dell'opera. Da essi si dipartono i muri prefabbricati di sostegno.

Lo spessore del parapigliaia è 40 cm, del muro frontale è pari a 100 cm, quello della fondazione è pari a 120 cm.

E' stato previsto in sede di progetto definitivo l'allungamento dell'impalcato da entrambi i lati di 1 campata da 32m al fine di favorire la riduzione dell'altezza delle spalle e dei muri d'ala e migliorare l'effetto visivo degli utenti e dei residenti.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidezza presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

Le pile hanno una gradevole struttura a telaio costituita da 2 fusti con sezione trasversale a forma di croce svasati lungo l'altezza in allargamento verso il basso ed un traverso anch'esso a forma di croce su cui vengono appoggiate le travi in acciaio.

Le pile vengono realizzate per fasi seguendo nella logica la realizzazione dell'impalcato sovrastante e permettendo di sfruttare lo spazio disponibile per il varo dal basso delle travi nella I fase di realizzazione dell'opera.

Sull'esterno si prevede un notevole sbalzo dell'elemento portante orizzontale ad altezza variabile che conferisce da un lato un piacevole effetto estetico mimetizzando l'impatto delle sottostrutture e dando risalto all'impalcato dall'altro conferendo un notevole vantaggio in fase realizzativa.

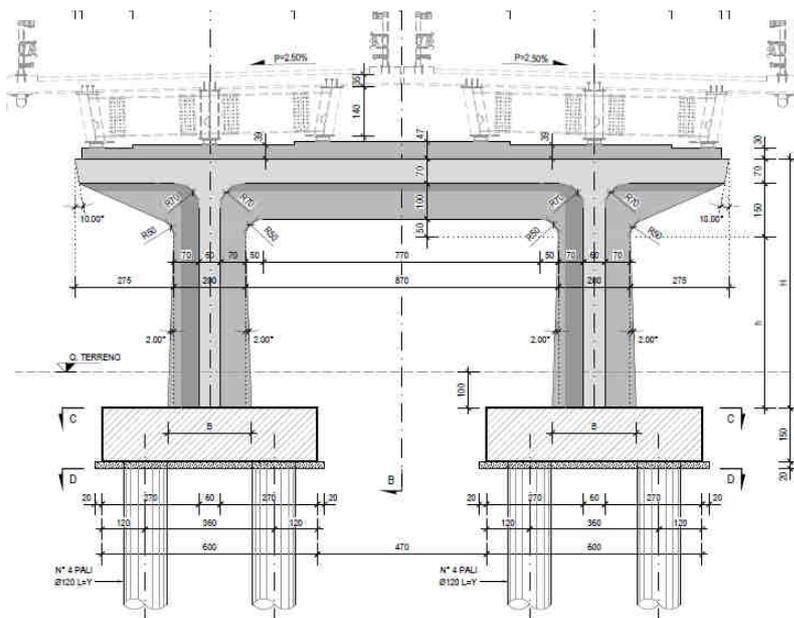


Figura 21 – Prospetto pila Viadotto Monserrato

La possibilità di posizionare la fondazione ed il fusto planimetricamente più vicina all'asse longitudinale centrale permette nelle fasi realizzative dell'opera importanti vantaggi in termini operativi e legati alla sicurezza sui luoghi di lavoro.

Infatti la fasistica realizzativa prevede la realizzazione delle viabilità complanari pressoché parallele al viadotto principale posizionate altimetricamente a livello del piano di campagna con conseguente deviazione del traffico sulle medesime e realizzazione dell'opera principale. La possibilità di realizzare l'opera più all'interno rispetto alla sede stradale provvisoria permette una maggiore efficacia delle attività realizzative con maggiori spazi di manovra per gli operatori e minori rischi in termini di sicurezza.

Dal punto di vista geometrico la progettazione ha portato ad una notevole riduzione degli ingombri in gioco salvaguardando come richiesto lo sviluppo geometrico longitudinale dell'opera e l'interasse tra le pile stesse.

L'unica eccezione si ha in corrispondenza della rotatoria in cui si sono eliminate 2 pile (1 per impalcato) sostituendo di conseguenza 3 campate di luce 32m con 2 campate di luce 48m. Questa scelta che costituisce un'ottimizzazione ed un miglioramento progettuale ha una duplice genesi:

- In fase realizzativa elimina la necessità di realizzare opere come i pali, la fondazione ed il fusto della pila prevista in prossimità della sede di passaggio dei veicoli transitanti sulla rotatoria con le conseguenze negative legate alla sicurezza sui luoghi di lavoro ed agli aspetti di visuale libera per gli utenti;
- In fase definitiva la configurazione individuata permette una migliore visuale libera agli utenti che entrano in rotatoria.

La scelta della pila a telaio ha anche una valenza strutturale in particolare nei confronti delle azioni orizzontali agenti trasversalmente rispetto all'asse di percorrenza dell'opera come le azioni sismiche con una migliore risposta rispetto alle strutture a mensola delle pile del progetto preliminare.

6.1.2 Viadotto Selargius Ovest

Il viadotto Selargius Ovest si sviluppa lungo l'asta principale nella parte centrale del tracciato oggetto del presente appalto tra le prog 6+981.40 e 7+269.4 ed appartiene al II lotto costruttivo dei 2 in cui è suddivisa la tratta stradale in progettazione pur trovandosi esattamente "a cavallo" tra i 2.

In particolare si trova nei pressi dell'intersezione della SS554 con la linea ferroviaria Cagliari - Golfo Aranci.

L'opera si inserisce in un contesto generale di allargamento in sede della SS554. E' prevista la realizzazione di 2 viabilità complanari che permettano il collegamento con la rete viabilistica locale anche mediante una rotatoria che viene sovrappassata dal manufatto in oggetto.

L'opera è costituita complessivamente da 8 campate, 6 di luce pari a 32m e 2 di 48m in corrispondenza della rotatoria inserita progettualmente per migliorare la viabilità secondaria locale; ne consegue quindi una lunghezza complessiva del manufatto pari a 288 m.

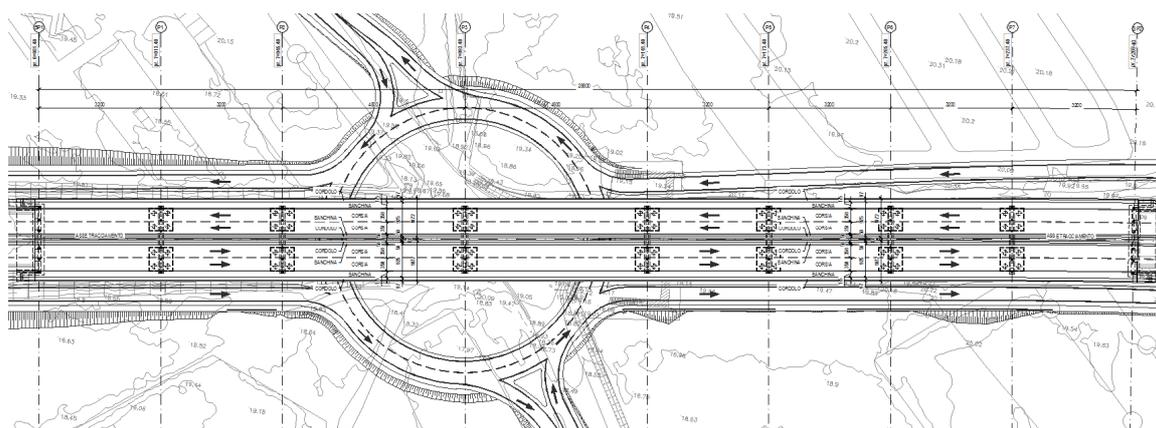


Figura 22 – Planimetria di progetto - Viadotto Selargius Ovest

Il viadotto è costituito da 2 impalcati principali separati la cui struttura portante è realizzata mediante una struttura mista acciaio calcestruzzo in continuità in luogo della struttura in CAP prevista in sede di progetto preliminare.

Ciascun impalcato è costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 140 cm tranne nel caso delle 2 campate di luce 48m in cui le travi hanno una sezione variabile tra un minimo di 140 cm ed un massimo (sull'appoggio centrale) di 220 cm e inclinazione delle travi laterali verso l'esterno; l'interasse delle travi in acciaio è pari a 3,40m in corrispondenza dell'appoggio della soletta mentre lo sbalzo è pari a 2.37m dall'asse trave più esterna.

Per quanto riguarda gli elementi trasversali dell'impalcato in acciaio, costituiti dai diaframmi di testa, i controventi, la soletta di completamento in calcestruzzo con cordoli laterali, le predelle provvisorie, le velette esterne ed il pacchetto stradale, sono previste le medesime scelte progettuali descritte nel paragrafo 6.1.1 per il viadotto Monserrato.

Anche per quanto riguarda le pile e le spalle in c.a. gettate in opera, si rimanda alla descrizione effettuata per il viadotto Monserrato, rispetto al quale le strutture in oggetto sono del tutto analoghe.

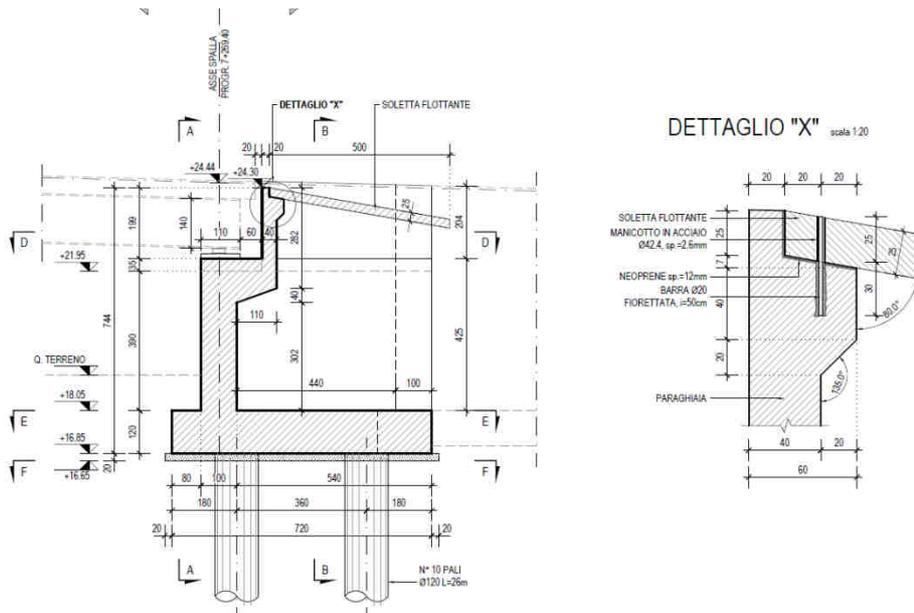


Figura 23 – Prospetto spalla 2 e dettaglio soletta flottante – Viadotto Selargius Ovest

6.1.3 Viadotto Selargius Centro

Il viadotto Selargius Centro si sviluppa lungo l'asta principale nella prima parte del tracciato oggetto del presente appalto tra le prog 8+289.70 e 8+712.7 ed appartiene al I lotto costruttivo dei 2 in cui è suddivisa la tratta stradale in progettazione. La SS554 attraversa il comune di Selargius nella sua zona a nord del comune.

L'opera si inserisce in un contesto generale di allargamento in sede della SS554. E' prevista la realizzazione di 2 viabilità complanari che permettano il collegamento con la rete viabilistica locale anche mediante una rotonda che viene sovrappassata dal manufatto in oggetto.

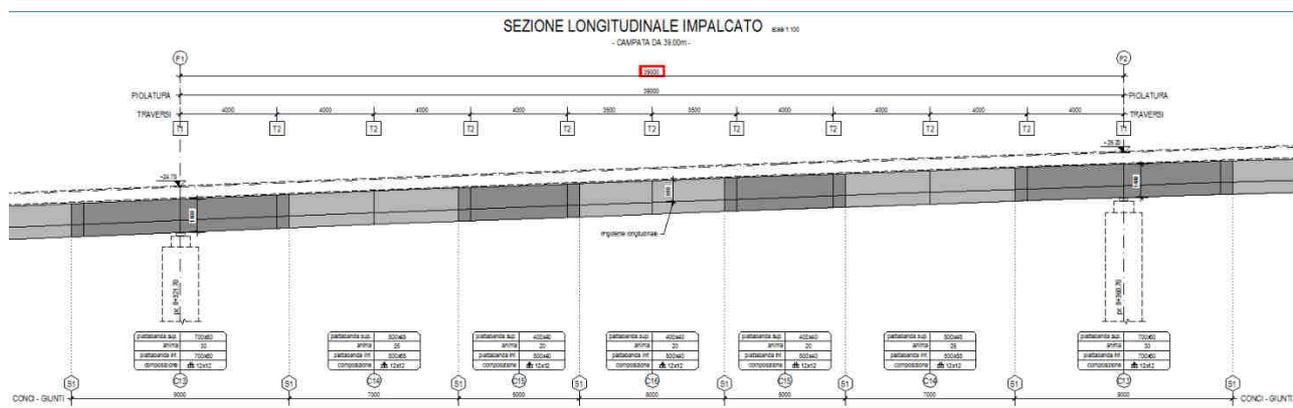


Figura 24 – Campata particolare da 39,0m - Viadotto Selargius Centro

L'opera è costituita complessivamente da 12 campate, 9 di luce pari a 32m, 2 di 48m in corrispondenza della rotonda inserita progettualmente per migliorare la viabilità secondaria locale ed 1 di 39m che è stata prevista per evitare di posizionare, in seguito ad un approfondimento progettuale nel PD, la sottostruttura troppo a ridosso del canale esistente; ne consegue quindi una lunghezza complessiva del manufatto pari a 423m.

Il viadotto è costituito da 2 impalcati principali separati la cui struttura portante è realizzata mediante una struttura mista acciaio calcestruzzo in continuità in luogo della struttura in CAP prevista in sede di progetto preliminare.

Ciascun impalcato è costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 140 cm tranne nel caso delle 2 campate di luce 48m in cui le travi hanno una sezione variabile tra un minimo di 140 cm ed un massimo (sull'appoggio centrale) di 220 cm e inclinazione delle travi laterali verso l'esterno; l'interasse delle travi in acciaio è pari a 3,40m in corrispondenza dell'appoggio della soletta mentre lo sbalzo è pari a 2.37m dall'asse trave più esterna.

Per quanto riguarda gli elementi trasversali dell'impalcato in acciaio, costituiti dai diaframmi di testa, i controventi, la soletta di completamento in calcestruzzo con cordoli laterali, le predelle provvisorie, le velette esterne ed il pacchetto stradale, sono previste le medesime scelte progettuali descritte nel paragrafo 6.1.1 per il viadotto Monserrato.



Figura 25 – Sezione trasversale traverso di campata - Viadotto Selargius Centro

Anche per quanto riguarda le pile e le spalle in c.a. gettate in opera, si rimanda alla descrizione effettuata per il viadotto Monserrato, rispetto al quale le strutture in oggetto sono del tutto analoghe.

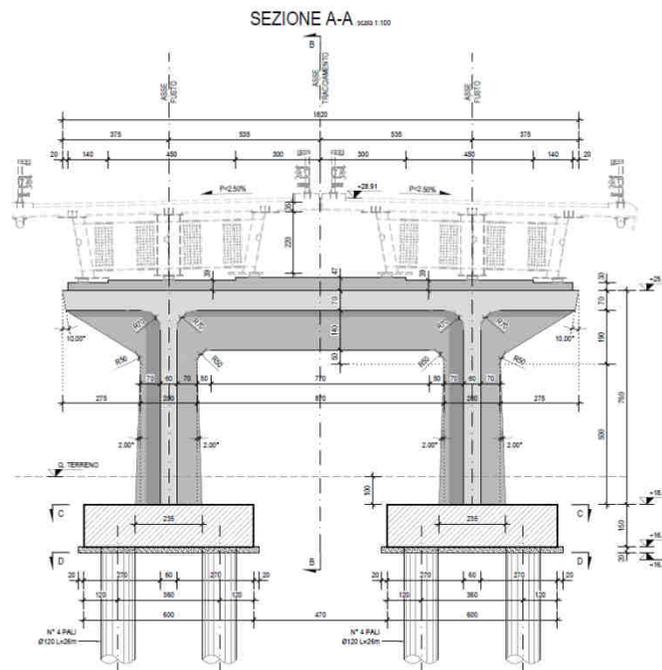


Figura 26 – Prospetto pila 6 "speciale", tra campate da 48m - Viadotto Selargius Centro

6.1.4 Viadotto Selargius Est

Il viadotto Selargius est si sviluppa lungo l'asta principale nella seconda parte del tracciato oggetto del presente appalto tra le prog 9+071.50 e 9+391.5 ed appartiene al II lotto costruttivo dei 2 in cui è suddivisa la tratta stradale in progettazione.

La SS554 attraversa il comune di Selargius nella sua zona a nord; il manufatto viene realizzato in corrispondenza dell'incrocio con via Roma eliminando l'incrocio a raso e prevedendo al solito il viadotto con un "sali e scendi" sulla SS554 e complanari di ingresso ed uscita con una rotatoria a livello del piano di campagna per l'integrazione del traffico locale.

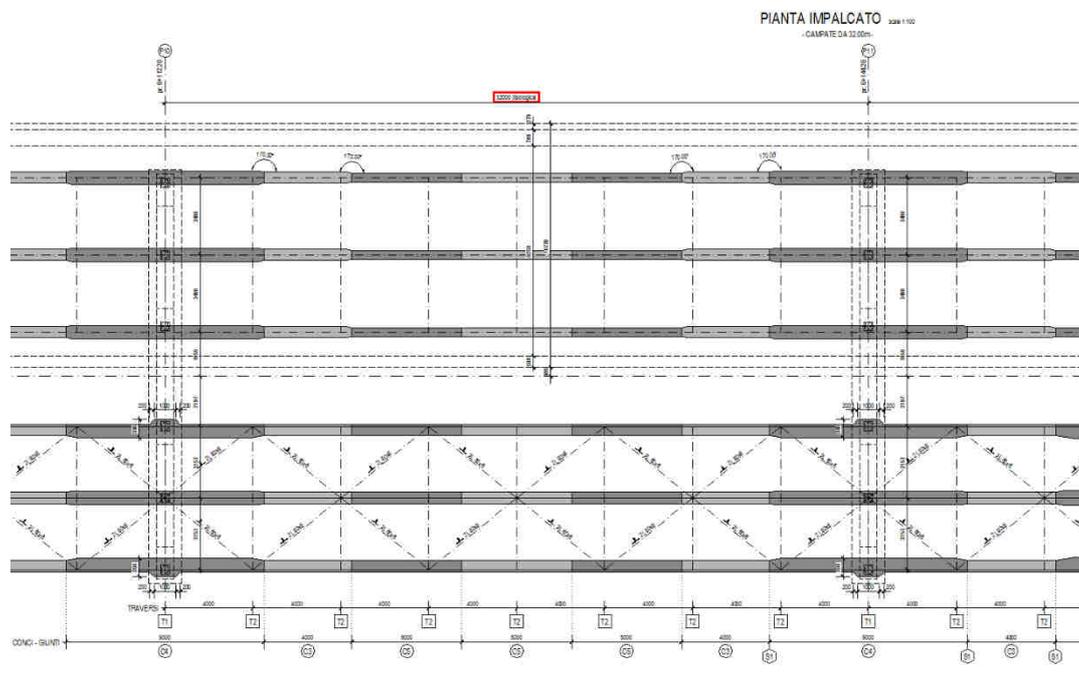


Figura 27 – Campata tipica da 32,0m - Viadotto Selargius Est

L'opera è costituita complessivamente da 10 campate di luce pari a 32m; a differenza degli altri viadotti in questo caso nei pressi della rotatoria di nuova realizzazione per lo sviluppo delle viabilità locali viene proposta la soluzione con campate da 32 m in virtù del fatto che la pila è collocata correttamente nel centro della rotatoria e dal punto di vista della visibilità in ingresso non si sono evidenziati in sede progettuale particolari criticità.

Ne consegue quindi una lunghezza complessiva del manufatto pari a 320 m.

Il viadotto è costituito da 2 impalcati principali separati la cui struttura portante è realizzata mediante una struttura mista acciaio calcestruzzo in continuità in luogo della struttura in CAP prevista in sede di progetto preliminare.

Ciascun impalcato è costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 140 cm; l'interasse delle travi in acciaio è pari a 3,40m in corrispondenza dell'appoggio della soletta mentre lo sbalzo è pari a 2.37m dall'asse trave più esterna.

Per quanto riguarda gli elementi trasversali dell'impalcato in acciaio, costituiti dai diaframmi di testa, i controventi, la soletta di completamento in calcestruzzo con cordoli laterali, le predelle provvisorie, le velette esterne ed il pacchetto stradale, sono previste le medesime scelte progettuali descritte nel paragrafo 6.1.1 per il viadotto Monserrato.

6.1.5 Viadotto Quartucciu

Il viadotto Quartucciu si sviluppa lungo l'asta principale nella seconda parte del tracciato oggetto del presente appalto tra le prog 10+145.80 e 10+497.80 ed appartiene al II lotto costruttivo dei 2 in cui è suddivisa la tratta stradale in progettazione. La SS554 attraversa il comune di Quartucciu nella sua zona a nord; il manufatto viene realizzato in corrispondenza dell'incrocio con via Mandas

L'opera si inserisce in un contesto generale di allargamento in sede della SS554. E' prevista la realizzazione di 2 viabilità complanari che permettano il collegamento con la rete viabilistica locale anche mediante una rotonda che viene sovrappassata dal manufatto in oggetto.

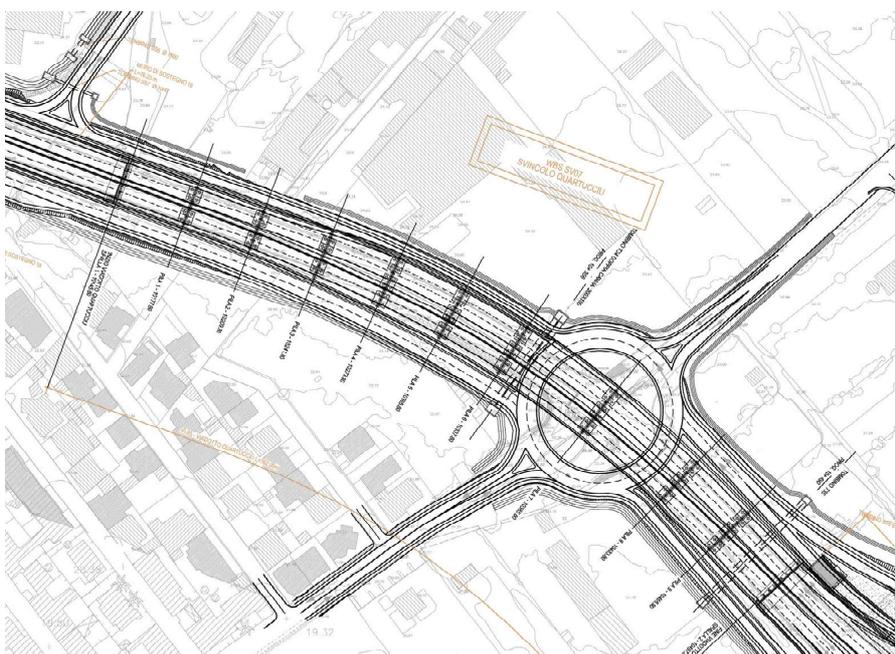


Figura 30 – Inquadramento planimetrico – Viadotto Quartucciu

L'opera è costituita complessivamente da 10 campate, 8 di luce pari a 32m e 2 di 48m in corrispondenza della rotonda Quartucciu inserita progettualmente per migliorare la viabilità secondaria locale; ne consegue quindi una lunghezza complessiva del manufatto pari a 352m.

Il viadotto è costituito da 2 impalcati principali separati la cui struttura portante è realizzata mediante una struttura mista acciaio calcestruzzo in continuità in luogo della struttura in CAP prevista in sede di progetto preliminare.

Ciascun impalcato è costituito nel primo tratto da 3 travi in acciaio di altezza pari a 140 cm, nel secondo tratto si allarga sia perché posizionato in curva planimetricamente sia per permettere l'inserimento della corsia di accelerazione e decelerazione dello svincolo SS125.

In particolare:

- a partire dalla 3° campata, si ha un allargamento verso l'esterno un allargamento con l'introduzione di una trave aggiuntiva (totale 4 travi) per l'impalcato della carreggiata Nord;

Anche per quanto riguarda le pile e le spalle in c.a. gettate in opera, si rimanda alla descrizione effettuata per il viadotto Monserrato, rispetto al quale le strutture in oggetto sono del tutto analoghe.

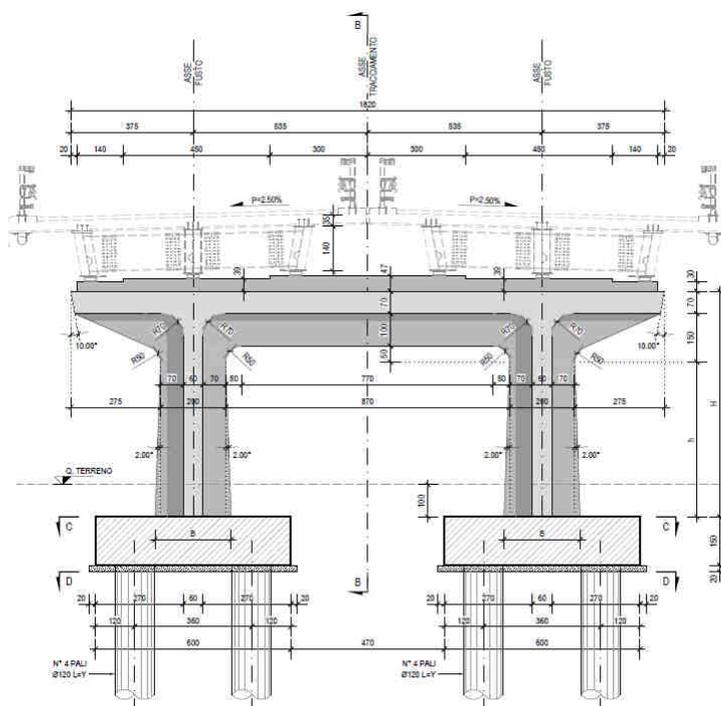


Figura 33 – Prospetto pila - Viadotto Quartucciu

6.2 Ponti sull'asse principale

6.2.1 Viadotto Cungianus

Il viadotto Cungianus è un'opera che si sviluppa sull'asta principale nella seconda parte del tracciato ed appartiene al II lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento dell'omonimo rio e verrà realizzato a seguito della demolizione della struttura esistente.

Viene a sua volta affiancato da 2 manufatti molto simili dal punto di vista strutturale ed identici per schema statico e luce di calcolo che si sviluppano sulle complanari S08 ed S09.

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Gli impalcati sono separati nelle 2 direzioni e sono costituiti da 5 travi H125 ciascuno poste ad interasse di 2,0m.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio.

La luce di calcolo del manufatto è pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 10+042.68 ed alla 10+063.88.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale del 2,5% è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioli.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta e del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

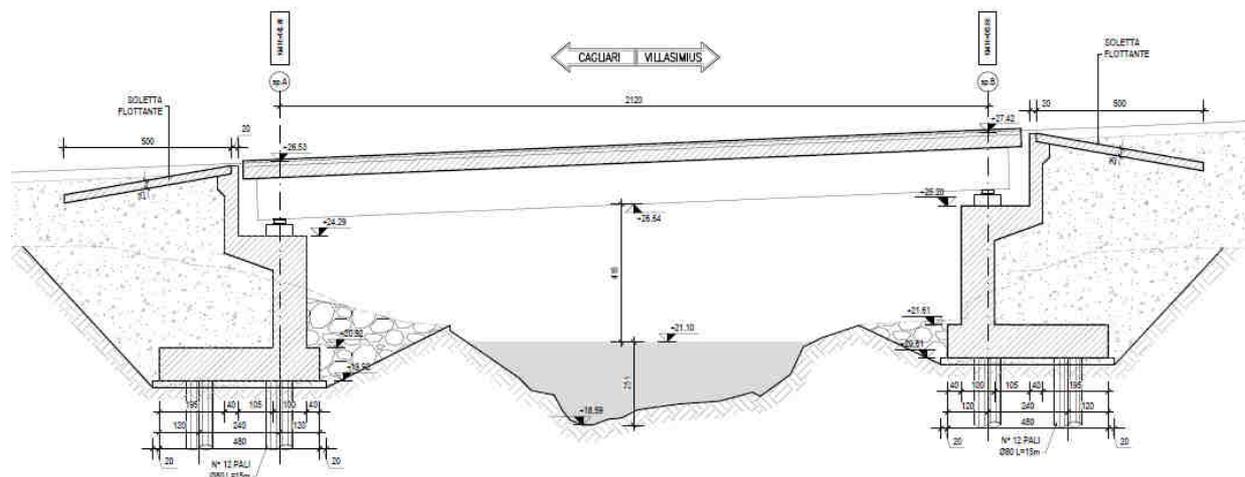


Figura 34 – Viadotto Cungianus – Sezione longitudinale

Le travi poggiano su baggioli in calcestruzzo armato mentre gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

La piattaforma stradale su ciascun manufatto ha una larghezza complessiva di 9,25m.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

Per quanto riguarda le sottostrutture pile e spalle sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Le spalle sono uniche per entrambi gli impalcato e sono caratterizzate da muri d'ala allineati con il filo esterno del cordolo, con un fusto in elevazione di spessore 100 cm, con altezze variabili tra 3,39 e 3,59 m, innestati su una ciabatta di fondazione lunga 4,80 m e altra 100 cm, su cui si innestano pali di fondazione ϕ .1200 mm.

Lo spessore del paraghiaia è 40 cm.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidità presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

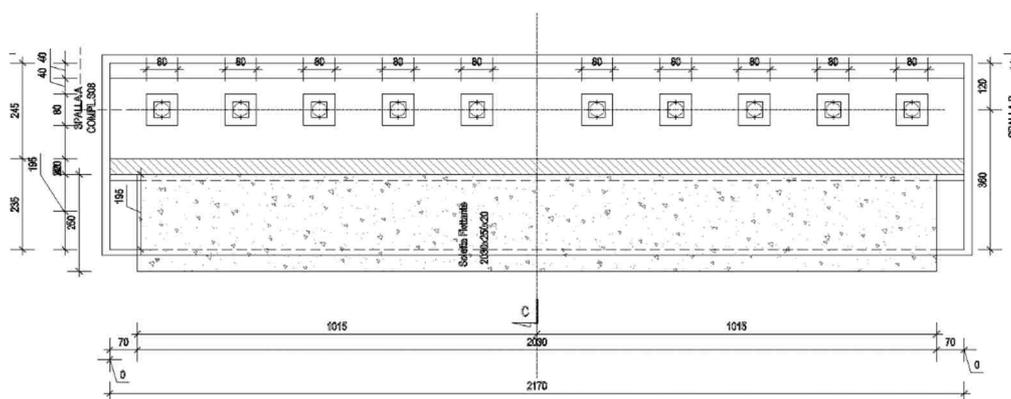


Figura 35 – Spalla A pianta -- Viadotto Cungianus

6.2.2 Ponte Rio Salius deviato (progr. 5+300)

Il ponte Rio Salius deviato è un'opera che si sviluppa sull'asta principale nella parte centrale del tracciato ed appartiene al lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento del canale di nuova realizzazione (non facente parte del presente appalto) e verrà realizzato in allargamento a seguito della demolizione della struttura esistente per permettere il flusso veicolare sulle nuove corsie di accelerazione e decelerazione.

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

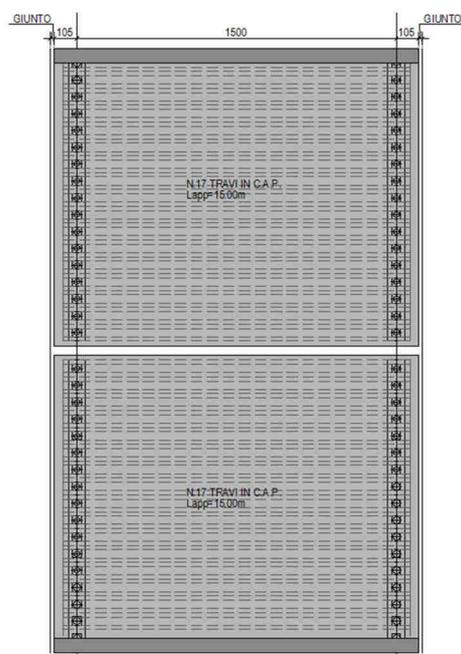


Figura 36 – Pianta degli impalcati – Ponte Rio Salius deviato

Gli impalcati sono separati nelle 2 direzioni e sono costituiti da 17 travi a T rovescio H60 ciascuno poste ad interasse di 0.80m ed affiancate.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio.

La luce di calcolo del manufatto è pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 5+283.48 ed alla 5+298.48.

La soletta ha uno spessore costante di 20 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioli.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta e del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

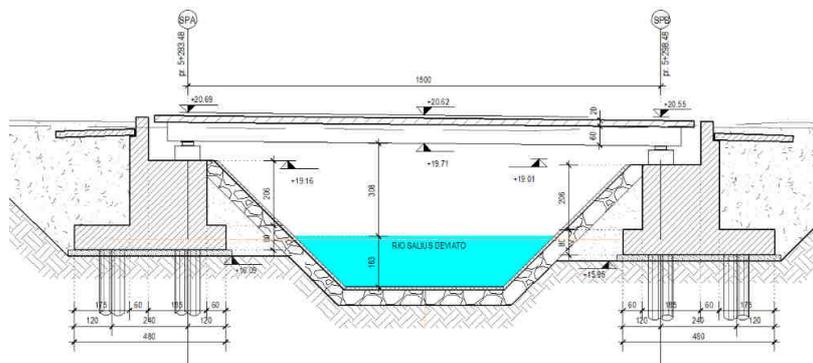


Figura 37 – Sezione longitudinale - Ponte Rio Salius deviato

Le travi poggiano su baggioli in calcestruzzo armato mentre gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

La piattaforma stradale su ciascun manufatto ha una larghezza complessiva di 12,75m.

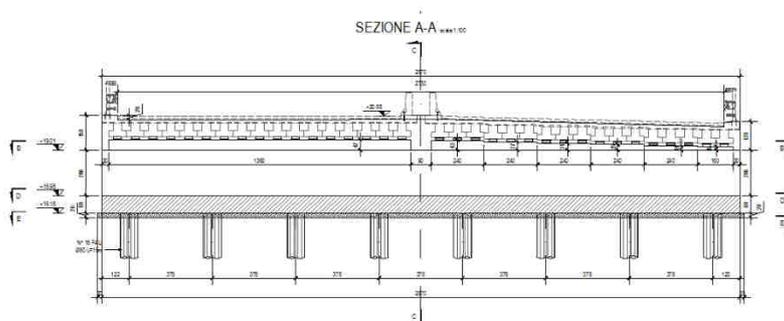


Figura 38 – Spalla B prospetto Ponte - Rio Salius deviato

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

Le spalle sono piuttosto basse e tozze con spessore della fondazione paria 80 cm.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidezza presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

6.2.3 Ponte Rio Salius (progr. 5+422)

Il ponte Rio Salus è un'opera che si sviluppa sull'asta principale nella parte centrale del tracciato ed appartiene al I lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento del canale di nuova realizzazione e verrà realizzato in allargamento asimmetrico rispetto all'asse principale (solo lato sud) per permettere il flusso veicolare sulle nuove corsie di accelerazione e decelerazione

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale e le modalità con cui effettuare l'intervento diverse dal punto di vista della scelta dell'impalcato rispetto al progetto preliminare.

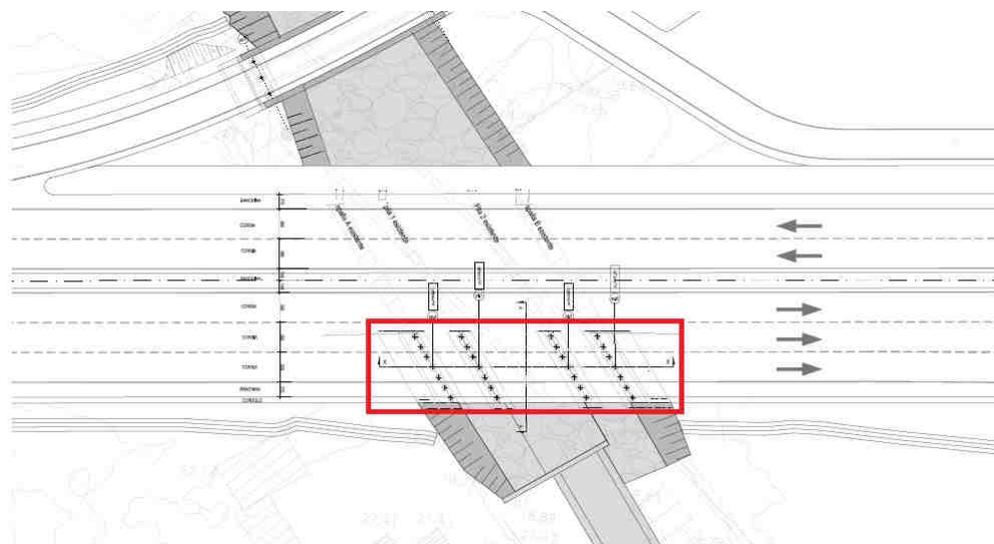


Figura 39 – Planimetria dell'impalcato – Ponte Rio Salius

L'impalcato del ponte, presenta andamento pressoché rettilineo con una lunghezza complessiva di circa 21,20m suddivisa in 3 campate di lunghezza 5,40+10,40+5,40m. La scelta di realizzare una struttura su più campate invece che a campata unica è stata dettata dalla volontà di evitare disagi legati alla formazione di fessure parallele all'asse stradale legate alla differente deformabilità del manufatto adiacente caratterizzato da una struttura su 3 campate. La sezione trasversale di larghezza 9.50m circa è composta da un unico impalcato con sezione stradale di larghezza pari a 8.80m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 5+409.97 ed alla 5+431.16.

Le pile sono posizionate rispettivamente alle progressive 5+415.36 e 5+425.75

La struttura portante è costituita da un solaio alveolare di spessore 50 cm con il successivo getto collaborante con uno spessore costante di 30 cm. La scelta della prefabbricazione è stata dettata dalla volontà di ridurre i tempi di realizzazione dell'allargamento.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle elementi alveolari in precompresso con conseguente altezza variabile dei baggioli.

Il cordolo è posizionato sul lato sud ed ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail.

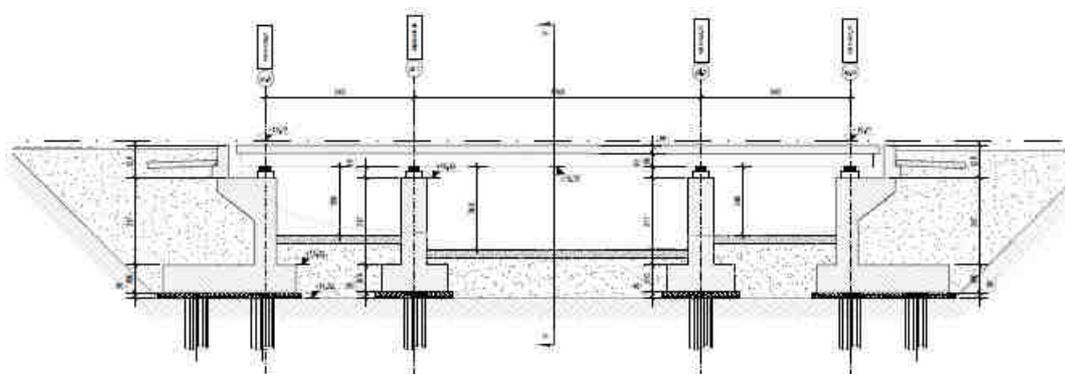


Figura 40 – Sezione longitudinale -- Ponte RioSalius

I pannelli prefabbricati poggiano su baggioli in calcestruzzo armato mentre gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

Le spalle sono piuttosto tozze, hanno un'altezza di poco superiore ai 2,0m mentre la fondazione ha uno spessore di 150 cm.

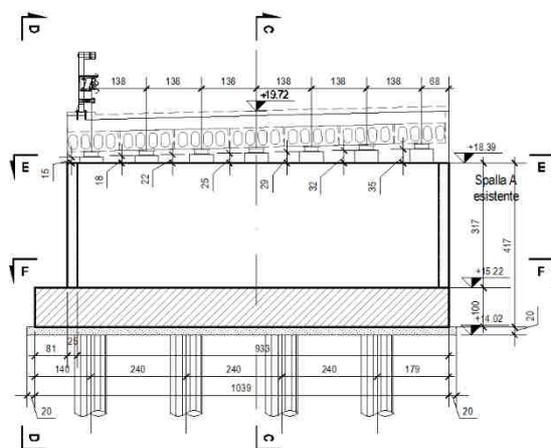


Figura 41 – Spalla A prospetto -- Ponte RioSalius

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidezza presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

6.2.4 Prolungamento sottovia ferroviario (progr. 6+825)

Il sottovia in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario rispetto alla SS554 necessita di essere prolungato per permettere l'adeguamento stradale che coinvolge tutta la viabilità nel tratto oggetto del presente appalto.

Il sottovia si trova nella parte centrale del tratto oggetto della presente progettazione definitiva ed all'interno del II lotto funzionale.

Il prolungamento viene previsto sia sul lato nord che su quello sud della SS 554. Il prolungamento si sviluppa su ambo i lati della SS554 per circa 22m.

Il manufatto esistente è in buone condizioni per cui non sono previsti importanti interventi.

La struttura esistente è costituita da 2 spalle in cemento armato gettato in opera mentre la copertura è costituita da travi prefabbricate con schema stati di semplice appoggio.

La scelta progettuale più logica è dunque quella di riproporre dal punto di vista strutturale dei prolungamenti con caratteristiche simili all'esistente al fine di non generare differenti rigidezze in gioco nel limite del possibile.

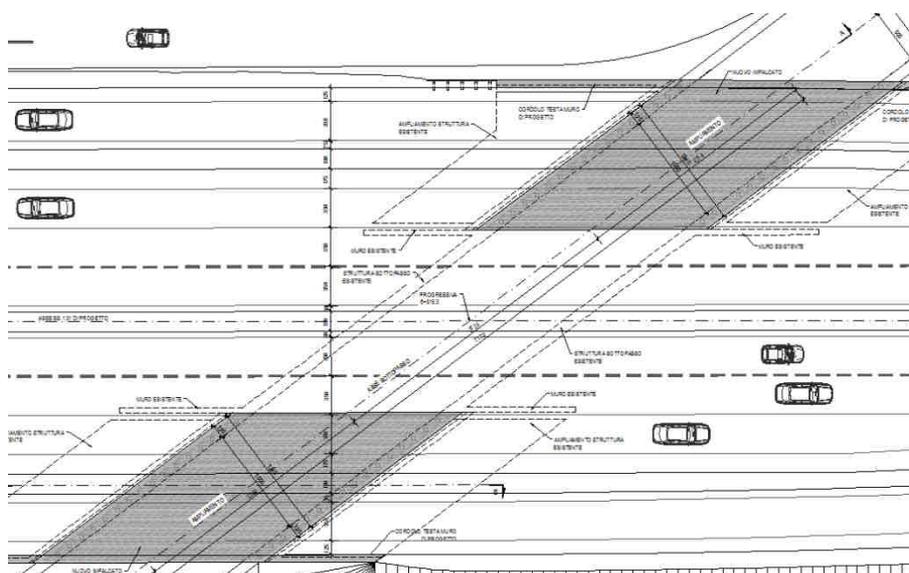


Figura 42 – Planimetria – Sottovia ferroviario km. 6+825

Le spalle ed i muri d'ala sono realizzati in cemento armato gettato in opera. La fondazione verrà realizzata soltanto a monte rispetto al tracciato ferroviario in quanto gli spazi a disposizione sono decisamente ridotti ed una scelta diversa genererebbe problematiche dal punto di vista della sicurezza sui luoghi di lavoro.

I muri d'ala sono paralleli alla viabilità principale della SS554 e nel tratto a nord-ovest proseguiranno con muri prefabbricati di sostegno.

Gli impalcati sono costituiti ciascuno da 16 travi a T rovescio H60 ciascuno poste ad interasse di 0.80m ed affiancate. Lo schema statico è di semplice appoggio e la luce di calcolo del manufatto è pari a 19,95m. La luce netta ortogonalmente al tracciato ferroviario internamente alle spalle è pari a 10,0m. La soletta ha uno spessore costante di 20 cm con lastre predalles che costituiscono il cassero in fase di getto. La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioli. Il cordolo ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail. Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta.

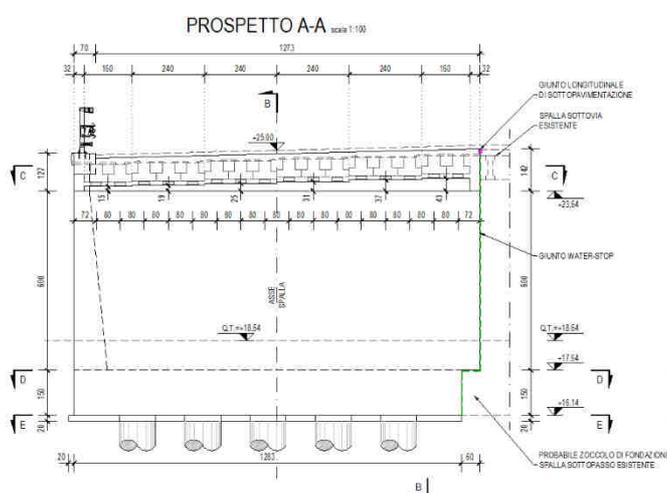


Figura 43 – Prospetto spalla 1 impalcato est – Sottovia ferroviario km. 6+825

Le spalle hanno tutte una fondazione alla medesima quota, il muro frontale ha in tutti 4 i casi spessore di 120 cm mentre la fondazione ha spessore 150 cm.

6.3 Ponti sugli svincoli e viabilità secondarie

Nel seguente paragrafo vengono descritte le principali caratteristiche geometriche e tecnologiche dei ponti e dei cavalcavia presenti in corrispondenza degli svincoli e delle viabilità secondarie.

La progettazione delle opere in generale si è resa necessaria in seguito all'allargamento in sede dell'attuale viabilità con l'inserimento in particolare nei pressi dei viadotti principali di complanari che permettessero di collegare la rete viaria principale con quella locale e contestualmente sovrappassare corsi d'acqua esistenti.

Si inseriscono in questo contesto le seguenti opere:

- Ponte Rio Nou su complanare S4;
- Ponte Rio Nou su complanare S5;
- Ponte Rio Cungianus su complanare S8;

- Ponte Rio Cungianus su complanare S9;

In altri casi si è reso necessario realizzare una nuova opera all'interno dell'individuazione di una complanare staccata e non parallela rispetto alla viabilità principale per sovrappassare contestualmente un canale; è questo il caso del ponte sul Rio Salius.

In altri casi infine si è provveduto ad allungare opere esistenti in seguito al potenziamento di svincoli (prolungamento sottovia svincolo SS131) o per la ridefinizione complessiva dei medesimi (ponte ramo 5 strada per Poetto all'interno dello svincolo SS125).

Si riportano di seguito per ciascuna opera menzionata le principali caratteristiche geometriche e tecnologiche adottate.

6.3.1 Ponte su rampa 5 svincolo SS.125

L'opera si trova all'interno dello svincolo che nello sviluppo finale del tratto di strada oggetto del presente bando permette di collegare la SS554 da un lato con la strada statale SS125 permettendo nel contempo il collegamento con la viabilità per Poetto ed il collegamento tra quest'ultima e la SS125.

In questo contesto per gli utenti provenienti da Cagliari e diretti verso Poetto è possibile dopo aver percorso il viadotto Quartucci in allargamento staccarsi dalla principale e sovrappassare la bretella che a livello del piano di campagna collega le secondarie e le viabilità locali di questa zona con Villasimius.

In sede di progetto preliminare in questa zona era previsto un lungo sottopasso entro cui si inseriva la viabilità locale mentre i mezzi provenienti dal viadotto Quartucci passavano sopra lo soletta di copertura. Erano inoltre presenti dei muri di sottoscampa a sostegno della viabilità principale dove essa affianca la viabilità locale.

Nel progetto definitivo si propone la realizzazione di un cavalcavia in acciaio calcestruzzo di luce pari a circa 30m costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 150 cm ed interasse 280 cm. Le travi esterne risultano svasate secondo uno schema che si riproduce per tutte le opere principali dell'appalto.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 0+076.39 ed alla 0+106.14. L'asse degli appoggi è fortemente inclinata rispetto all'asse viario.

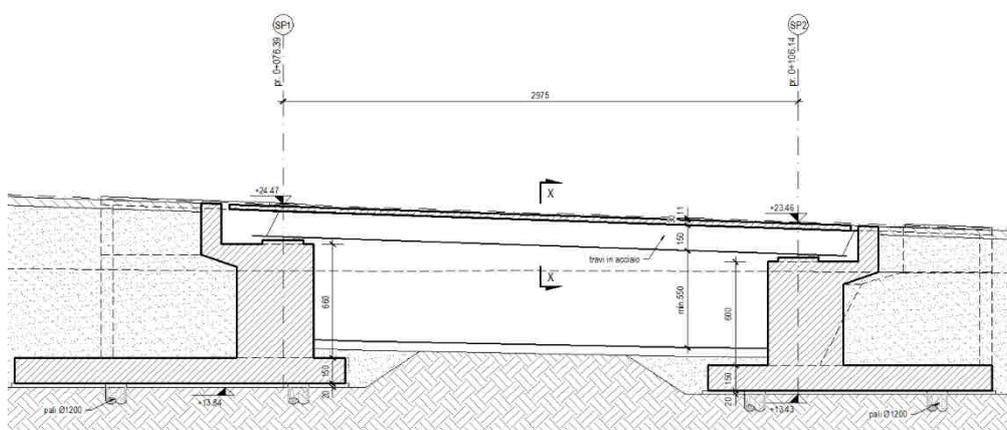


Figura 44 – Sezione longitudinale – Sottovia svincolo SS.125 – rampa 5

La soletta ha uno spessore costante di 30 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioli.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta e del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

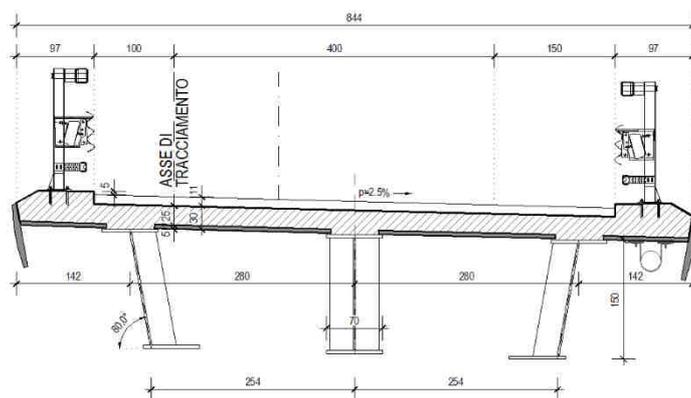


Figura 45 – Sezione trasversale ortogonale alle travi principali – Sottovia svincolo SS.125 – rampa 5

Le travi poggiano su baggioli in calcestruzzo armato mentre gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 8,44m ortogonalmente alle travi principali.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

La scelta progettuale di prevedere un impalcato in acciaio ha una serie di vantaggi rispetto al progetto del sottovia posto a base di gara:

- Maggiore durabilità delle strutture in acciaio rispetto a quelle in calcestruzzo;
- Minore interferenza nella realizzazione delle opere di fondazione e rapidità nelle fasi di varo rispetto al sottovia;
- Maggiore gradevolezza estetica ed inserimento paesaggistico dell'opera;

Le spalle sono piuttosto alte, con una variabilità del muro frontale che va da un minimo di 803 cm a 933 e spessore per entrambe di 150 cm. La fondazione è per entrambe pari a 150 cm.

SEZIONE F-F scala 1:100

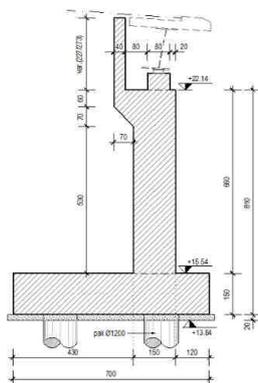


Figura 46 – Sezione trasversale ortogonale alle travi principali Sottovia svincolo SS.125 – rampa 5

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidezza presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

I muri d'ala sono costanti nella parte sommitale e di spessore pari a 50 cm mentre si allargano successivamente con una pendenza costante di 1:5.

6.3.2 Prolungamento sottovia stradale su svincolo SS.131

Descrizioni delle opere

Il sottopasso in corrispondenza del rilevato nei pressi dello svincolo denominato Quadrifoglio, poco a nord del medesimo sulla SS131 necessita di essere prolungato per permettere la continuità delle viabilità locali ad oggi presenti a livello di piano di campagna.

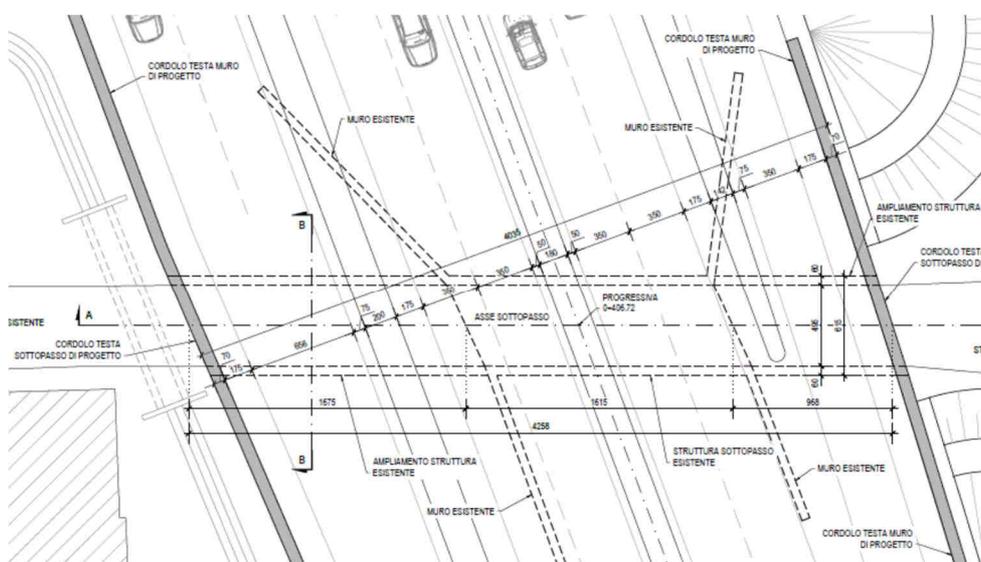


Figura 47 – Planimetria – Sottovia svincolo SS.131dir

Il sottovia si trova nella prima parte del tratto oggetto della presente progettazione definitiva ed all'interno del I lotto funzionale.

Il manufatto ad oggi presente è costituito da una struttura con elevazioni gettate in opera e soletta di copertura costituita da elementi in c.a. prefabbricato.

L'opera prevista è progettata per inserirsi in continuità con l'esistente permettendo lo sviluppo delle rampe conseguenti al potenziamento della viabilità SS131.

Dal punto di vista strutturale si prevede una lastra predalle in copertura autoportante in maniera da velocizzare le fasi di getto senza la necessità di casseri garantendo una migliore finitura dal punto di vista estetico e della durabilità.

Anche per quanto riguarda i piedritti si prevede una doppia lastra prefabbricata con l'obiettivo duplice di velocizzare le fasi realizzative dell'opera e garantire maggiore durabilità e prestazioni nel tempo rispetto agli agenti atmosferici.

Si prevede inoltre la parziale demolizione dei muri andatori esistenti per permettere la realizzazione del rilevato con misto cementato come da specifiche.

Il rilevato viene contenuto mediante la realizzazione di muri di sostegno posizionati parallelamente alla SS131. Questi muri sono anch'essi prefabbricati nell'ottica sopra descritta.

Il manufatto ha dimensioni interne nette BxH pari a 4,95m x 5,50m. Lo spessore della soletta è pari 50 cm, i piedritti hanno spessore 60 cm mentre la soletta di base ha spessore di 70 cm.

I tratti in allungamento sono rispettivamente 16.75m e 9.68m.

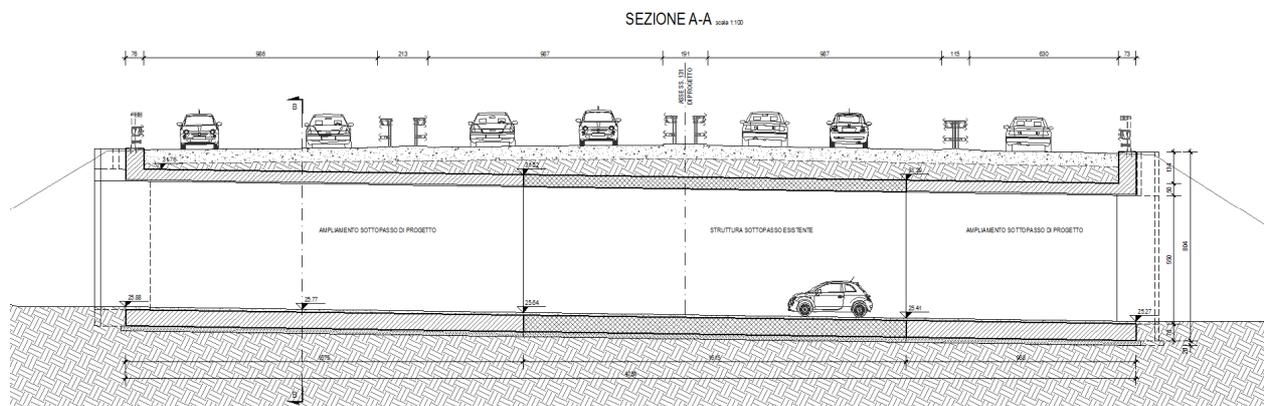


Figura 48 – Sezione longitudinale in asse sottovia – Sottovia svincolo SS.131dir

In copertura si sviluppa la viabilità principale e la prosecuzione delle rampe di ingresso ed uscita previste nel progetto stradale.

All'estremità è presente un cordolo in c.a. gettato in opera su cui vengono posizionati i guard rail e la rete di protezione mentre a chiusura del manufatto si prevede un cordolo gettato in opera.

Anche tra una carreggiata e l'altra sono posizionati dei guard rail di separazione per la sicurezza degli utenti.

La quota di fondazione è variabile lungo lo sviluppo longitudinale con una pendenza circa del 4,0% che segue quella della viabilità locale. Il ricoprimento massimo nel tratto stradale è di 140 cm, quello minimo 83; per tutto il tratto viene considerato agente il traffico stradale.

L'impermeabilizzazione verrà realizzata mediante una membrana bituminosa; mentre a protezione verrà posizionato un doppio strato di TNT con funzione protettiva; è previsto infine un massetto di protezione sopra la guaina.

Esternamente per contenere il rilevato sono previsti dei muri prefabbricati di altezza variabile che si sviluppano parallelamente alla SS131.

I manufatti sono costituiti da uno strato di magrone non armato, una platea in calcestruzzo armato ed un elemento modulare verticale con paramento piano nervato a seconda delle altezze e dei carichi agenti.

SEZIONE TIPO MURI PREFABBRICATI scala 1:100

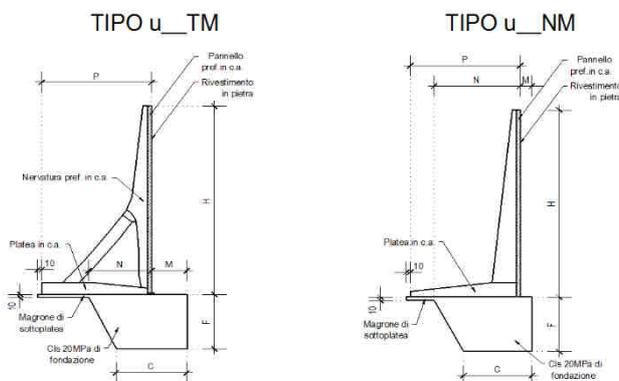


Figura 49 – Muri prefabbricati sezioni tipologiche -- Sottovia svincolo SS.131dir

In apposite tabelle sono tabulate le dimensioni caratteristiche dei manufatti (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici specifici).

Un aspetto importante riguarda la necessità di realizzare l'opera per fasi al fine di ridurre l'impatto sull'utilizzo dell'arteria sovrastante molto trafficata in particolare in alcuni periodi dell'anno in virtù della valenza fortemente turistica della zona.

Si è valutata la possibilità di fasizzare l'intervento garantendo comunque in tutte le fasi un flusso veicolare idoneo a supportare i volumi di traffico. In quest'ottica la prefabbricazione assume una valenza notevole stante la possibilità di ridurre in termini temporali tutte le fasi costruttive connesse con la realizzazione dell'opera.

6.3.3 Ponte Rio Salius su viabilità secondaria AV04

Il ponte Rio Salius su viabilità AV04 è un'opera che si sviluppa sulla complanare menzionata nella parte centrale del tracciato ed appartiene al I lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento del canale artificiale e verrà realizzato come nuova opera in seguito alla necessità di sviluppare una nuova viabilità che permetta l'inserimento sulla viabilità principale a partire dalle viabilità locali che confluiscono nella rotatoria di nuova realizzazione nei pressi del viadotto Monserrato.

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio, ad unico impalcato ed è costituito da 3 travi H125 poste ad interasse di 2,1m, con luce di calcolo del manufatto pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 0+563.30 ed alla 0+584.50.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioli. Il cordolo ha una larghezza di 70 cm e su di esso è montato il guard rail.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto della soletta e del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

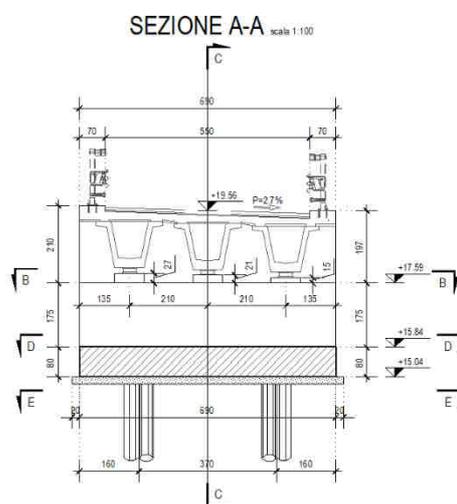


Figura 50 – Spalla A prospetto – Ponte Rio Salius su viabilità AV04

Le travi poggiano su baggioli in calcestruzzo armato mentre gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 5,50m.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

Le spalle sono piuttosto basse e tozze con spessore della fondazione paria 80 cm.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidità presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

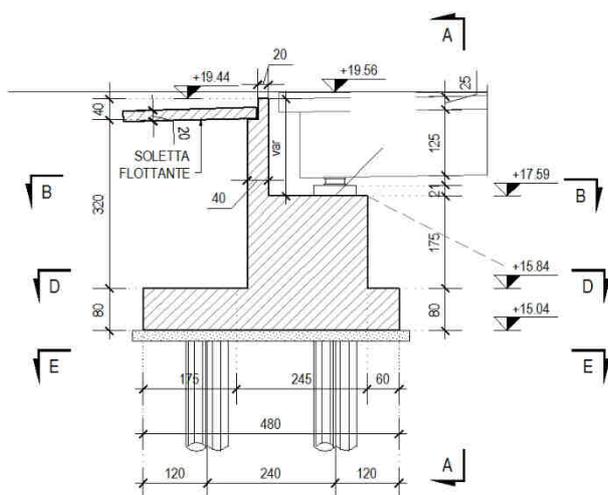


Figura 51 – Spalla A sezione trasversale - Ponte Rio Salius su viabilità AV04

6.3.4 Ponte Rio Nou su complanare S4

Il ponte Rio Nou su complanare S4 è un'opera che si sviluppa sulla complanare menzionata nella seconda parte del tracciato ed appartiene al II lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento dell'omonimo rio e verrà realizzato come nuova opera in seguito alla necessità di allargare la piattaforma stradale complessiva per permettere lo sviluppo delle complanari che connettono l'asta principale con la viabilità locale.

Si affianca a sua volta ad 1 manufatto dell'asta principale che permette di sovrappassare la rotonda di nuova realizzazione prevista per gestire il traffico locale e che prende il nome di viadotto Selargius Centro.

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio, ad unico impalcato ed è costituito da 3 travi H125 poste ad interasse di 2,1m, con luce di calcolo del manufatto pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 1+199.10 ed alla 1+220.30.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei boggioni.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 9,00m.

Per quanto riguarda le dimensioni del cordolo laterale, le caratteristiche della veletta, degli apparecchi d'appoggio e del pacchetto stradale, si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 6.3.3 per il ponte stradale sulla AV04.

Sono inoltre presenti muri d'ala per contenere il rilevato di spessore pari a 70 cm.

Si affianca a sua volta ad 1 manufatto dell'asta principale che permette di sovrappassare la rotatoria di nuova realizzazione prevista per gestire il traffico locale e che prende il nome di viadotto Selargius Centro.

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio, ad unico impalcato ed è costituito da 3 travi H125 poste ad interasse di 2,1m, con luce di calcolo del manufatto pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 0+317.71 ed alla 0+158.91.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La pendenza trasversale è garantita attraverso il posizionamento sfalsato in quota delle travi in CAP con conseguente altezza variabile dei baggioni.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 6,90m.

Per quanto riguarda le dimensioni del cordolo laterale, le caratteristiche della veletta, degli apparecchi d'appoggio e del pacchetto stradale, si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 6.3.3 per il ponte stradale sulla AV04.

Le spalle sono alte 5,58m e 7.09m con muro frontale di spessore 80 cm mentre la fondazione ha spessore pari a 100 cm in entrambi i casi.

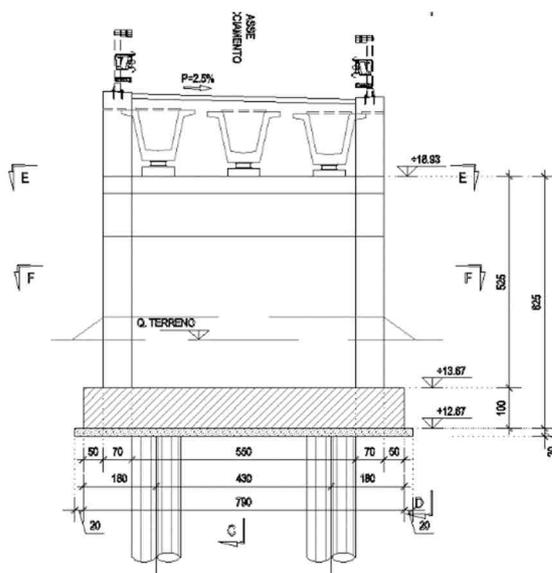


Figura 54 – Spalla B prospetto Ponte Rio Nou su viabilità S05

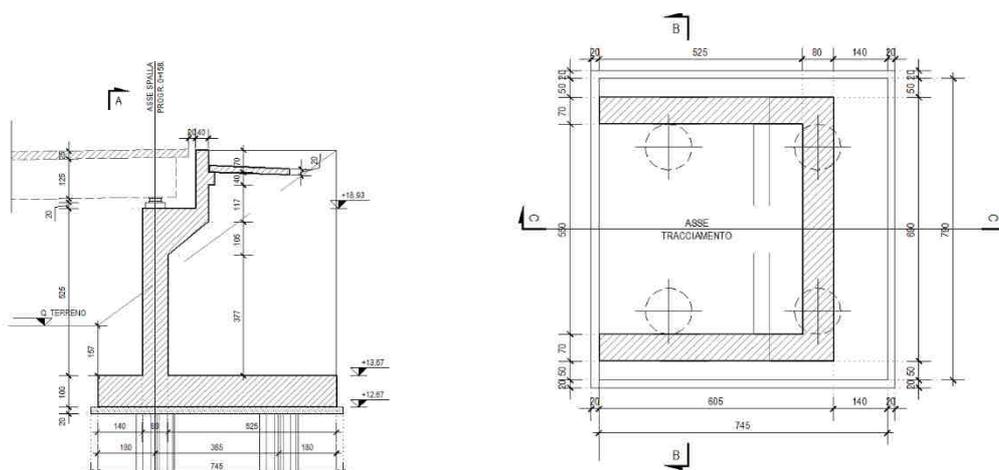


Figura 55 – Spalla B sezione e pianta estradosso fondazione - Ponte Rio Nou su viabilità S05

6.3.6 Ponte Rio Cungianus su complanare S8

Il ponte Cungianus su complanare S8 è un'opera che si sviluppa sulla complanare menzionata nella seconda parte del tracciato ed appartiene al II lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento dell'omonimo rio e verrà realizzato come nuova opera in seguito alla necessità di allargare la piattaforma stradale complessiva per permettere lo sviluppo delle complanari che connettono l'asta principale con la viabilità locale.

Si affianca a sua volta ad 1 manufatto molto simile dal punto di vista strutturale ed identico per schema statico e luce di calcolo che si sviluppa sulla principale, ovvero il viadotto Cungianus (VI05).

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio, ad unico impalcato ed è costituito da 3 travi H125 poste ad interasse di 2,1m, con luce di calcolo del manufatto pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 0+832.15 ed alla 0+853.35.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 9,00m.

Per quanto riguarda le dimensioni del cordolo laterale, le caratteristiche della veletta, degli apparecchi d'appoggio e del pacchetto stradale, si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 6.3.3 per il ponte stradale sulla AV04.

Le spalle sono piuttosto basse e tozze con spessore della fondazione pari a 150 cm.

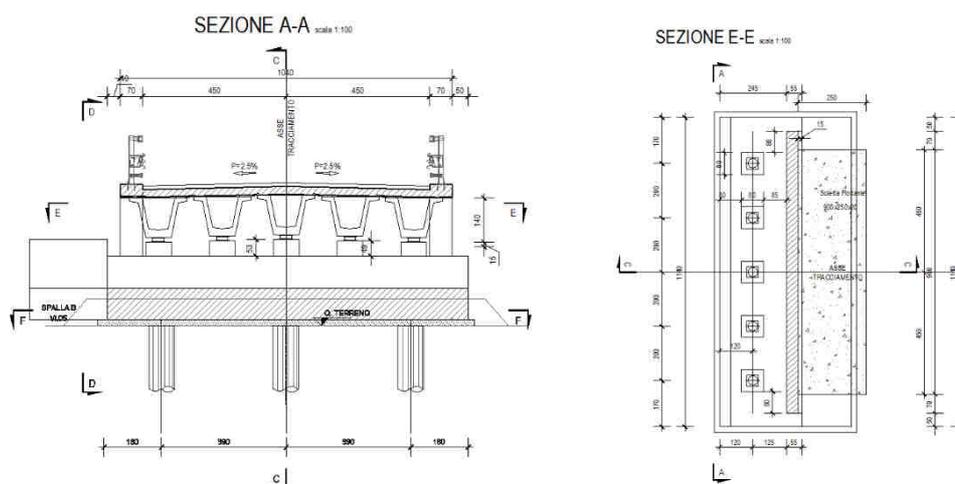


Figura 56 – Spalla B prospetto e pianta - Ponte Rio Cungianus su viabilità S08

6.3.7 Ponte Rio Cungianus su complanare S9

Il ponte Cungianus su complanare S9 è un'opera che si sviluppa sulla complanare menzionata nella seconda parte del tracciato ed appartiene al II lotto funzionale in cui è divisa l'opera.

Il manufatto permette il superamento dell'omonimo rio e verrà realizzato come nuova opera in seguito alla necessità di allargare la piattaforma stradale complessiva per permettere lo sviluppo delle complanari che connettono l'asta principale con la viabilità locale.

Si affianca a sua volta ad 1 manufatto molto simile dal punto di vista strutturale ed identico per schema statico e luce di calcolo che si sviluppa sulla principale, ovvero il viadotto Cungianus (VI05).

L'opera era già prevista in sede di PP; l'approfondimento progettuale ha permesso di valutare l'effettiva esigenza in termini di lunghezza dell'opera necessaria per sovrappassare il canale.

Si tratta di un viadotto in CAP su una campata con schema statico di semplice appoggio, ad unico impalcato ed è costituito da 3 travi H125 poste ad interasse di 2,1m, con luce di calcolo del manufatto pari a 21,2m.

Gli assi appoggi sulle rispettive spalle sono posizionati alla progressiva 0+300.47 ed alla 0+321.67.

La soletta ha uno spessore costante di 25 cm con lastre predalle che costituiscono il cassero in fase di getto.

La piattaforma stradale ha una larghezza complessiva di 6,90m.

Per quanto riguarda le dimensioni del cordolo laterale, le caratteristiche della veletta, degli apparecchi d'appoggio e del pacchetto stradale, si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 6.3.3 per il ponte stradale sulla AV04.

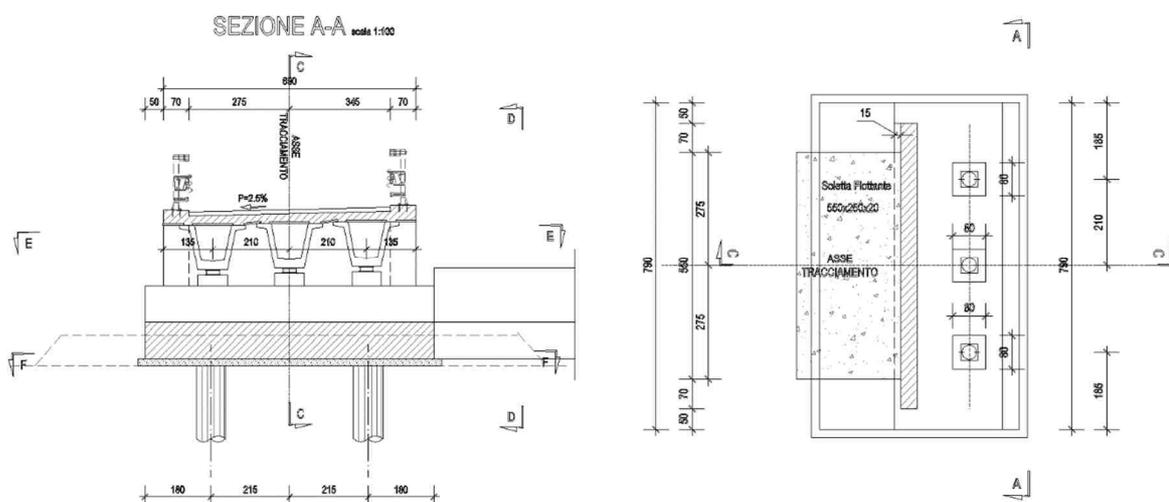


Figura 57 – Spalla A prospetto e pianta - Ponte Rio Cungianus su viabilità S09

Le spalle sono piuttosto basse e tozze con spessore della fondazione pari 150 cm.

6.4 Sottovia dell'asse principale

6.4.1 Sottovia alla progr. 11+638

Il sottopasso alla prog 11+638 è un sottopasso bidirezionale previsto in sede di progetto definitivo con lo scopo di sottopassare la viabilità principale della SS554 in direzione Villasimius. Si inserisce nel contesto della realizzazione di una nuova viabilità locale che permette il collegamento alla zona industriale evitando i passaggi a raso tra viabilità con chiare differenze in termini di volumi di traffico.

Il sottovia si trova all'interno del II lotto funzionale.

Il sottovia è stato progettato mediante elementi prefabbricati sia per quanto riguarda il manufatto che per i muri andatori.

L'opera principale ha una lunghezza complessiva di 30,00m mentre la sezione trasversale è di 11.50m x 6.20m

Le fondazioni sono gettate in opera ed hanno una sezione trasversale di dimensioni 3.00m x 0.65m.

Sono previsti sia gli elementi redirettivi che un sistema di raccolta delle acque meteoriche eventualmente presenti.

Il sottovia è costituito da 2 archi identici a forma di "L" che, a montaggio ultimato, costituiscono ciascuno un ritto, una trave inclinata sull'orizzontale di 45° e una trave orizzontale.

I vari elementi che costituiscono la struttura sono posati affiancati, quasi a contatto tra loro.

L'armatura è in parte inserita negli elementi prefabbricati ed in parte posizionata in opera negli appositi vani tra un'articolazione e l'altra.

Successivamente i vari elementi prefabbricati sono solidarizzati tra loro con un getto di completamento a rendere la struttura monolitica.

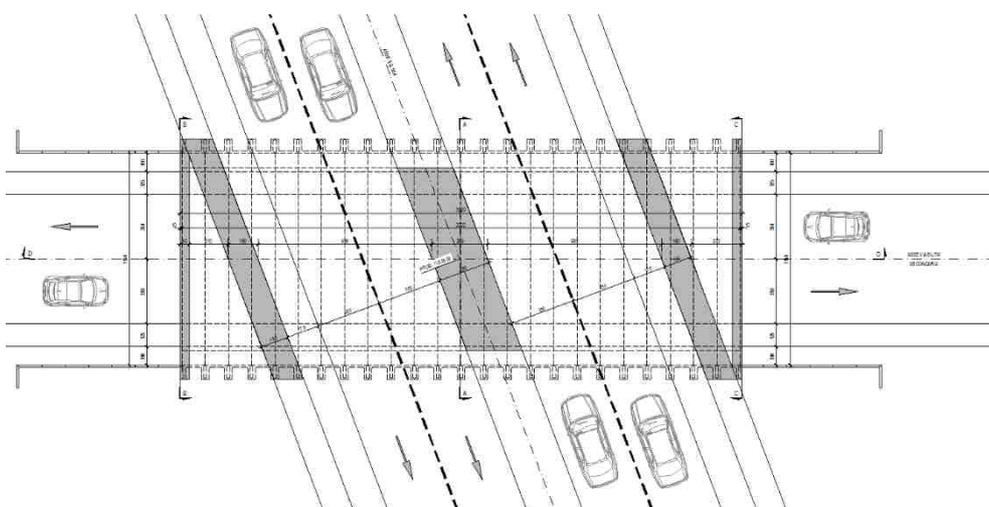


Figura 58 – Planimetria – Sottovia km. 11+500

Le cerniere laterali, situate alla base dei ritti, collegano il piede del prefabbricato, opportunamente profilato, e il getto di sigillatura solidale alla fondazione.

Lo spessore dei ritti prefabbricati è di 75 cm così come gli obliqui (aventi un'inclinazione di 45° ed una proiezione di 100cm) mentre la soletta superiore ha uno spessore complessivo di 85 cm con un getto integrativo in opera.

La quota di fondazione è variabile lungo lo sviluppo longitudinale con una pendenza del 0,8% che segue quella della viabilità locale. Il ricoprimento massimo nel tratto stradale è di 76 cm, nel tratto in cui non vi è traffico stradale esso è pari a 86 cm.

La scelta della prefabbricazione permette di velocizzare i tempi di realizzazione fornendo una maggiore garanzia al cliente di rispetto dei tempi di esecuzione oltre che maggiori garanzie di rispetto dei copriferrì progettuali previsti e, relativamente alle tipologie dei materiali impiegati, maggiori caratteristiche prestazionali.

L'impermeabilizzazione verrà realizzata mediante una membrana bituminosa; mentre a protezione verrà posizionato un doppio strato di TNT con funzione protettiva; è previsto infine un massetto di protezione sopra la guaina.

I muri di contenimento sono rivestiti in pietra.

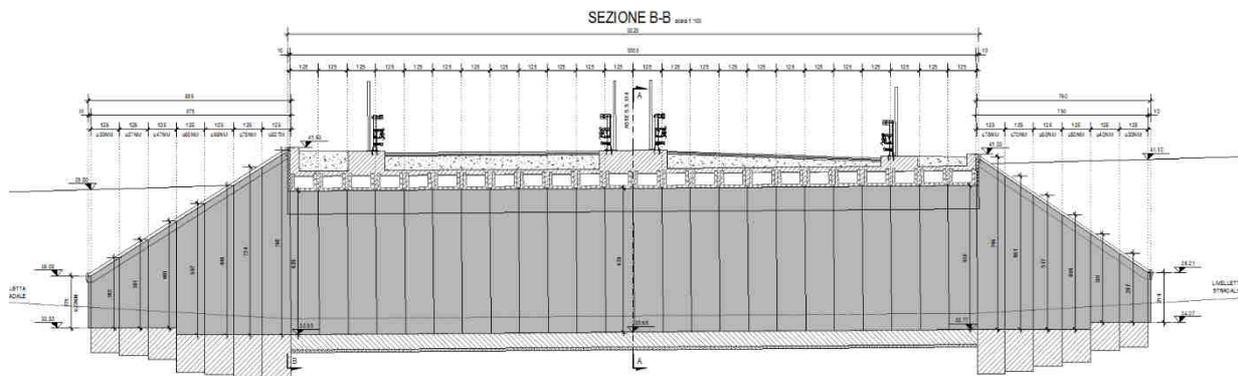


Figura 59 – Prospetto longitudinale con muri di imbocco - Sottovia km. 11+500

In copertura si sviluppa la viabilità principale della SS 554. Vengono previsti 2 cordoli laterali per il posizionamento dei guard rail e della rete di protezione mentre a chiusura del manufatto si prevede un cordolo gettato in opera.

Il rilevato presente in corrispondenza dell'entrata e dell'uscita del sottovia viene contenuto con muri prefabbricati di diverse dimensioni e carpenterie a seconda dell'altezza del rilevato.

I manufatti sono costituiti da uno strato di magrone non armato, una platea in calcestruzzo armato ed un elemento modulare verticale con paramento piano nervato a seconda delle altezze e dei carichi agenti.

SEZIONE TIPO MURI PREFABBRICATI scala 1:100

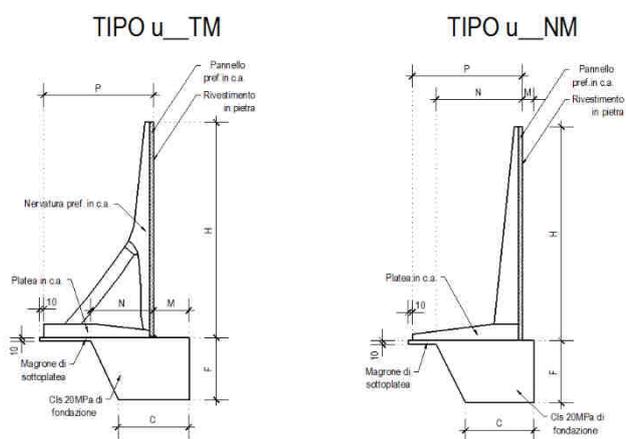


Figura 60 – Muri prefabbricati sezioni tipologiche - Sottovia kim. 11+500

In apposite tabelle sono tabulate le dimensioni caratteristiche dei manufatti (per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici specifici).

Un aspetto importante riguarda la necessità di realizzare l'opera per fasi al fine di ridurre l'impatto sull'utilizzo dell'arteria sovrastante molto trafficata in particolare in alcuni periodi dell'anno in virtù della valenza fortemente turistica della zona. Si è valutata la possibilità di fasizzare l'intervento garantendo comunque in tutte le fasi un flusso veicolare idoneo a supportare i volumi di traffico. In quest'ottica la prefabbricazione assume una valenza notevole stante la possibilità di ridurre in termini temporali tutte le fasi costruttive connesse con la realizzazione dell'opera.

6.5 Sottovia sugli svincoli e viabilità secondarie

6.5.1 Sottovia ramo B svincolo SS.125

Il sottovia ramo B all'interno dello svincolo SS125 è stato previsto in sede di progettazione definitiva in alternativa alle profonde trincee previste in sede di progetto preliminare.

La scelta ha una valenza fortemente estetica e paesaggistica e si inserisce in un'ottica di completa ridefinizione dello svincolo SS125 proposta in sede di progetto definitivo.

Il sottovia permette di eliminare una serie di opere di sostegno in destra e sinistra rispetto al senso di percorrenza della rampa pensate in progetto preliminare per contenere i rilevati presenti a tergo della spalla 2 del viadotto Quartucciu ed il ramo B e tra quest'ultimo e la viabilità locale che prosegue verso la rotatoria Quartucciu.

La realizzazione dell'opera consente di ripristinare, con opportuni riempimenti a valle della realizzazione del manufatto, la situazione preesistente da questo punto di vista.

Il sottovia si trova all'interno del II lotto funzionale.

L'opera in oggetto è costituita da uno scatolare in cemento armato gettato in opera che viene realizzato nelle fasi iniziali senza particolari interferenze viabilistiche con il traffico opportunamente deviato su arterie alternative.

Lo sviluppo planimetrico complessivo è pari a 207,35m.

La larghezza interna netta è pari a 750 cm mentre l'altezza è pari a 680 cm con un'altezza utile netta minima di 550 cm.

Lo spessore della soletta superiore è pari a 80cm, quello dei piedritti è pari a 70 cm mentre la soletta inferiore risulta da 90 cm generalmente tranne nel tratto dello scatolare-spalla in cui essa è pari a 100 cm.

Dal punto di vista della viabilità si mantiene la livelletta di progetto preliminare inserendo nel punto di minimo della "corda molle" un sistema di raccolta acque con relativo impianto di sollevamento posizionato planimetricamente a nord rispetto al punto di minimo.

In alcuni tratti la soletta di copertura ha un ricoprimento variabile, in altri tratti oltre al terreno si sviluppa la viabilità stradale (ad esempio in corrispondenza dell'innesto sul viadotto Quartucciu); infine vi è un tratto in cui lo scatolare costituisce la spalla del cavalcavia in acciaio calcestruzzo che permette alla viabilità proveniente da Poetto di sovrappassare la SS554 con un'opera a 3 travi su 7 campate in allargamento.

Si riportano di seguito un paio di sezioni trasversali relative ai casi appena descritti:

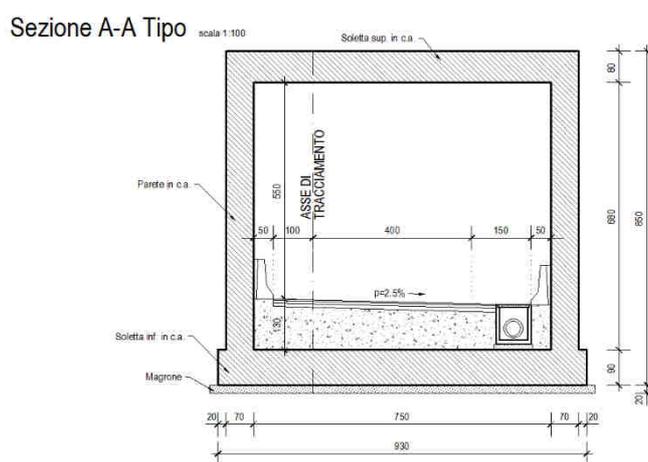


Figura 61 – Sezione trasversale tipologica - Sottovia svincolo SS.125 ramo B

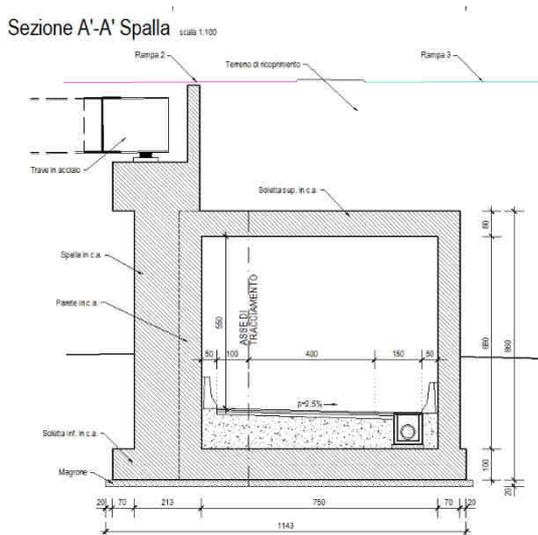


Figura 62 – Sezione trasversale in corrispondenza dell'attraversamento delle rampe 2 e 3 - Sottovia svincolo SS.125 ramo B

L'impermeabilizzazione è costituita da uno strato in TNT con guaina in PVC e massetto di protezione.

La vasca di sollevamento è completamente interrata ed è costituita da una struttura in c.a. gettato in opera con fondazione, pareti verticali e copertura dello spessore di 50 cm opportunamente compartimentata con adeguati spazi interni per alloggiare le acque derivanti a gravità dal sottovia e le pompe utilizzate per restituire le acque nei fossi di guardia posti al piede del rilevato stradale.

6.6 Cavalcavia

I cavalcavia presenti nella tratta oggetto dell'appalto sono essenzialmente 3:

- Cavalcavia di svincolo SS131
- Cavalcavia di svincolo Baracca Manna
- Cavalcavia di svincolo SS125

Tutte le opere hanno la funzione di sovrappassare la SS 554.

Nei primi 2 casi l'opera si inserisce nel I lotto funzionale mentre l'ultima si inserisce nel II lotto funzionale.

La caratteristica peculiare che accomuna i manufatti è che sono realizzati tutti in strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Il progettista ha valutato dare a questi manufatti visibili dagli utenti una valenza estetica funzionale e di durabilità.

Tutte e 3 le opere si inseriscono all'interno di svincoli che hanno subito nel corso del progetto definitivo importanti ridefinizioni così come richiesto dal bando tese da un lato a migliorare l'efficacia delle viabilità di raccordo medesime, dall'altro di favorire l'inserimento paesaggistico attraverso l'eliminazione o la riduzione dell'altezza dei muri e dei rilevati presenti (Baracca Manna e SS125), o gli aspetti viabilistici permettendo collegamenti diretti talvolta non previsti in PP (Baracca Manna) o un aumento delle corsie disponibili agli utenti in condizioni di esercizio (cavalcavia SS131 – svincolo Quadrifoglio).

6.6.1 Cavalcavia Svincolo SS.131

Lo svincolo “Quadrifoglio” in corrispondenza della SS131 attualmente presente viene sviluppato e potenziato secondo quanto previsto in PP in maniera da introdurre delle carreggiate supplementari separate dalla corsia di marcia normale su cui avvengono le manovre di scambio.

Per altri versi la struttura viabilistica viene migliorata con un importante intervento attraverso il potenziamento a livello di SS 554 della struttura viabilistica prevista in PP riproponendo lo schema previsto a livello di SS131.

Vengono in sostanza previste 2 corsie aggiuntive (una per senso di marcia) rispetto a quelle previste da PP.

Questa scelta comporta la necessità di allungare notevolmente la luce di calcolo dell’impalcato centrale e di quelli alterali che avranno una luce di calcolo di 50,78m in luogo dei 34m previsti in preliminare.

La struttura esistente e quelle previste in sede di PP sono in CAP con soletta integrativa.

Analogamente ai viadotti principali si propone la realizzazione di impalcati con struttura mista acciaio calcestruzzo.

L’opera è costituita da 4 impalcati separati (2 relativi alla viabilità principale e 2 relative alle corsie di uscita-immissione).

Dal punto di vista strutturale si ha per ciascun impalcato 1 campata con schema statico di semplice appoggio di luce complessiva pari a 50.78m con retro-trave di 600 mm.

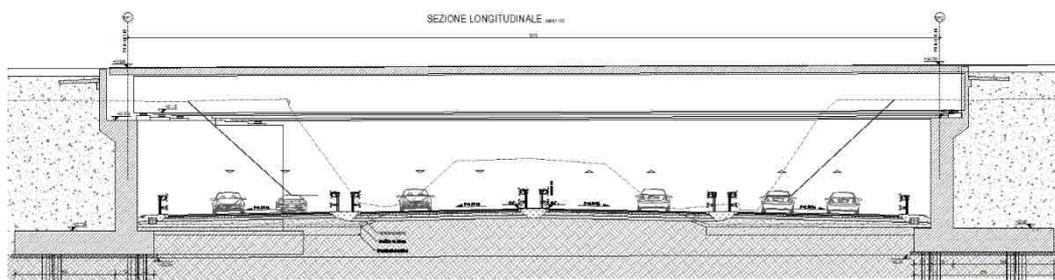


Figura 63 – Sezione longitudinale impalcato – Cavalcavia svincolo SS.131dir

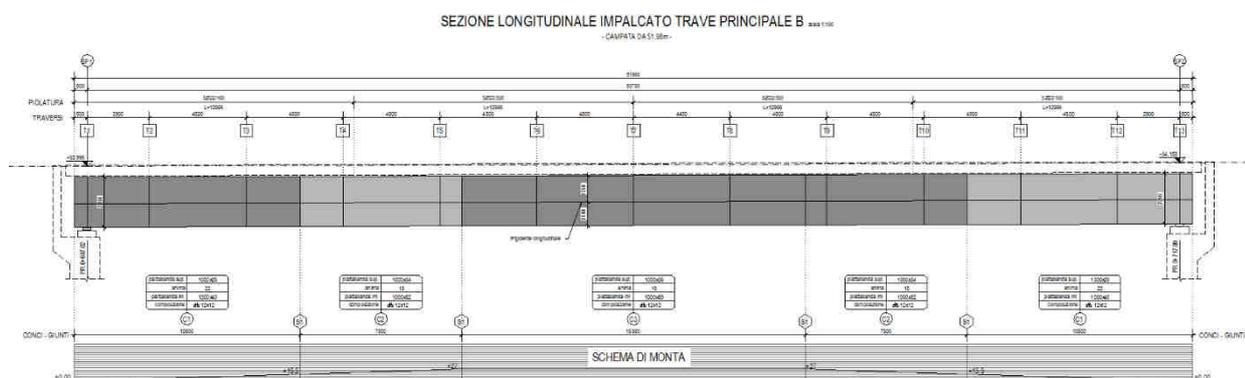


Figura 64 – Sezione trasversale con traversi di testata

Ciascun impalcato è costituito da 3 travi in acciaio di altezza pari a 235 cm, le travi laterali sono inclinate verso l'esterno; l'interasse delle travi in acciaio è pari a 3,54m in corrispondenza dell'appoggio della soletta mentre lo sbalzo massimo è pari a 2.25m dall'asse trave più esterna.

La soletta in calcestruzzo getta in opera ha uno spessore pari a 35 cm mentre la pendenza trasversale necessaria dal punto di vista viabilistico viene conferita attraverso il posizionamento a differenti quote delle travi in acciaio mediante baggioli di differente altezza.

I diaframmi di testa sono pieni mentre gli altri diaframmi in campata sono reticolari con profili a doppio L 120x10 ed un interasse di 4,5m.

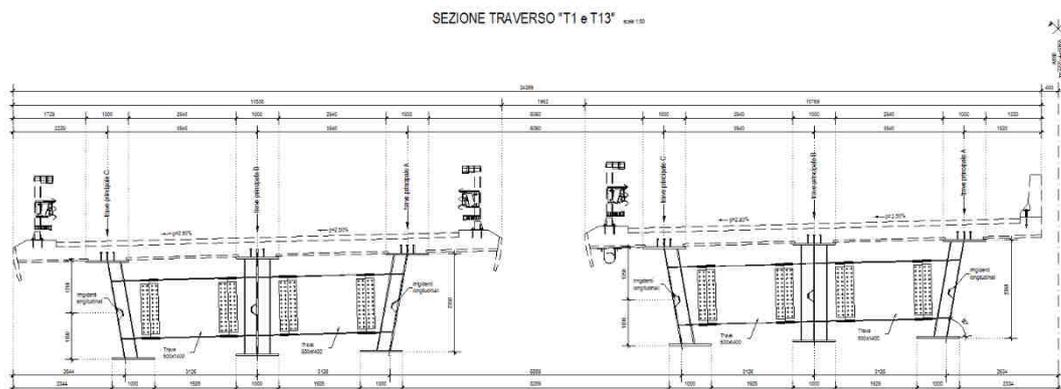


Figura 65 – Sezione trasversale con traversi di testata – Cavalcavia svincolo SS.131dir

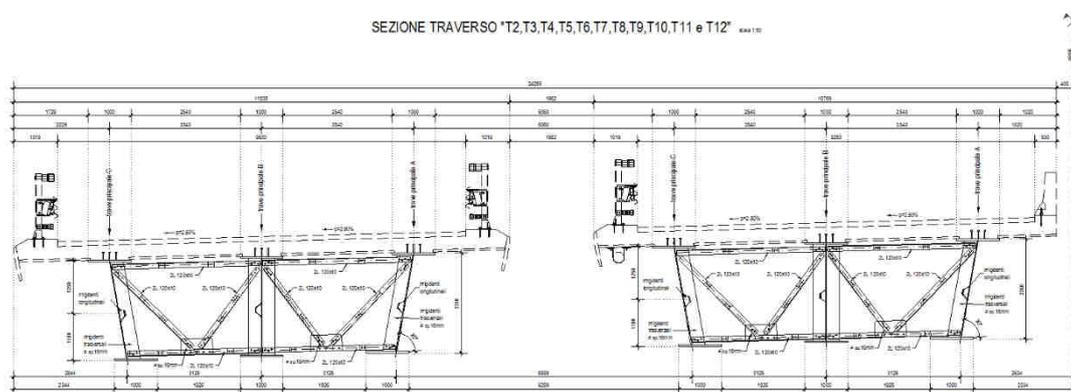


Figura 66 – Sezione trasversale con traversi in campata – Cavalcavia svincolo SS.131dir

Sono infine presenti dei controventi reticolari di piano con campi di 8,0m costituita da angolari ad L doppi 80x8.

E' prevista una lastra predalle tralicciata autoportante in fase di getto dello spessore di 5cm.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm con un'ulteriore svasatura sull'esterno di 27 cm; sul cordolo viene posizionato il guard rail con la rete di protezione integrata necessaria per la presenza di viabilità al livello inferiore; sul filo interno degli impalcati centrali sono invece presenti dei new jersey.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

La scelta progettuale adottata per gli impalcati in acciaio ha una serie di vantaggi rispetto al progetto posto a base di gara:

- Maggiore durabilità delle strutture in acciaio rispetto a quelle in CAP;
- Riduzione del numero complessivo di apparecchi di appoggio con conseguente riduzione degli oneri manutentivi nel tempo per il gestore dell'infrastruttura;
- Maggiore facilità di trasporto dei conci delle travi in acciaio senza adottare necessariamente trasporti eccezionali in un contesto urbano fortemente trafficato e considerando che ci inserisce complessivamente in un attraversamento di una rete viaria quale la SS554 fortemente trafficata di gestione non agevole dal punto di vista degli spazi a disposizione dell'appaltatore;
- Notevole semplificazione delle fasi costruttive per quanto riguarda lo stoccaggio, l'assemblaggio ed il posizionamento nella loro sede definitiva degli elementi portanti rispetto alla soluzione di PP;
- Maggiore gradevolezza estetica ed inserimento paesaggistico dell'opera grazie ai notevoli sbalzi trasversali che mimetizzano l'impatto visivo rispetto alla soluzione posta a base di gara;
- Riduzione dei carichi trasferiti complessivamente in fondazione rispetto alle soluzioni più massive.

Le spalle sono uniche per i quattro impalcati. Lo spessore del muro frontale è di 1,30m mentre lo sviluppo in pianta ha una lunghezza di 52.50m. La fondazione ha uno spessore di 1,50m mentre la dimensione trasversale in pianta è pari a 8,20m. Alle estremità le spalle hanno dei muri d'ala di chiusura nei confronti del rilevato con elementi a bandiera al fine di ridurre la fondazione. Le sottostrutture sono costituite da pali di diametro 120cm.

L'altezza delle spalle è pari a 10.16m; il paraghiaia ha uno spessore di 40 cm.

Viene inoltre predisposta una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera armato con rete elettrosaldata al fine di ridurre la differente rigidità dell'impalcato rispetto al terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

Gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

6.6.2 Cavalcavia Svincolo Baracca Manna

Il Cavalcavia di svincolo si inserisce in un contesto urbano che è stato notevolmente modificato e migliorato per quanto riguarda gli aspetti viabilistici con una ridefinizione complessiva dei medesimi, per quanto riguarda l'inserimento paesaggistico previo la riduzione dell'ingombro dei muri presenti o l'eliminazione dei medesimi e dal punto di vista estetico con l'inserimento di un manufatto in acciaio calcestruzzo in continuità strutturale in luogo della proposta di PP in CAP a schema statico appoggio-appoggio.

La scelta progettuale adottata risolve le principali criticità individuate rispetto alla proposta di gara che sono in sintesi:

- mancanza di un collegamento dallo svincolo in oggetto in entrata nell'asse principale SS 554 in direzione est (Villasimius-Poetto);
- mancanza di un collegamento fra la rotatoria di progetto WBS AV02 su via Sulcis e la rotatoria su via Is Corrias in direzione di quest'ultima;
- mancanza di un collegamento tra l'area industriale e lo svincolo in oggetto in direzione di quest'ultimo; si evidenzia che allo stato attuale l'area industriale è servita dalla rampa dello svincolo attuale tra la SS554 da est (Villasimius-Poetto) e la SS 131 in direzione nord, ed essendo la rampa a senso unico è possibile solo entrare dalla SS554 e solo uscire sulla SS131, od eventualmente utilizzare la viabilità locale costituita da strade rurali non pavimentate.

La ridefinizione dello svincolo passa attraverso la realizzazione di 1 rotatorie aggiuntive all'estremità sud del cavalcavia con l'inserimento di una serie di rampe che permettono una rete di collegamenti che complessivamente migliora sensibilmente la rete stradale prevista in PP. Vengono di seguito riassunti gli elementi progettuali che hanno permesso di superare le rispettive criticità menzionate:

Il collegamento dallo svincolo in oggetto in entrata nell'asse principale SS 554 in direzione est (Villasimius-Poetto), viene risolto con l'introduzione della nuova rampa monodirezionale 4, collegata a tutte le direzioni attraverso la nuova rotatoria sud rimanendo all'interno dello svincolo, in questo modo si evita di dover percorrere la viabilità locale ed utilizzare uno degli altri svincoli di progetto.

Il collegamento fra la rotatoria di progetto WBS AV02 su via Sulcis e la rotatoria su via Is Corrias in direzione di quest'ultima viene ripristinato con la nuova rampa bidirezionale AV02 – via Sulcis, la nuova rotatoria sud e la nuova rampa 2 monodirezionale, rimanendo quindi all'interno dello svincolo; in questo modo si evita di dover percorrere la viabilità locale.

Il collegamento tra l'area industriale e lo svincolo in oggetto in direzione di quest'ultimo viene risolto con la rampa bidirezionale AV01 – complanare.

La struttura del manufatto è costituita da un impalcato in struttura mista acciaio calcestruzzo a 5 campate in continuità dal punto di vista strutturale; la luce delle campate è la seguente 24m-24m-42m-24m-24m a fronte dell'impalcato a 4 campate con schema di semplice appoggio del PP.

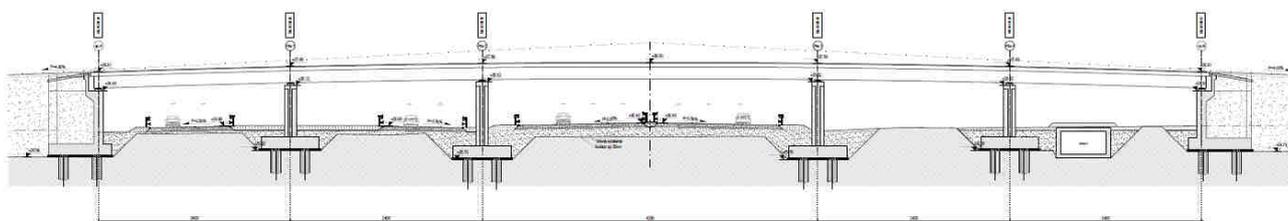


Figura 67 – Profilo longitudinale Cavalcavia Svincolo Baracca Manna

La spalla B viene spostata a monte garantendo un abbassamento dei muri d'ala prevedendo contestualmente l'inserimento di una campata aggiuntiva rispetto al PP.

La pila 1 viene posizionata al centro della nuova rotatoria a sud sia per ragioni costruttive che di visibilità in esercizio. La pila 3 viene leggermente allontanata dalla sede stradale principale per evitare interferenze nelle fasi realizzative e ridurre la possibilità di problematiche connesse alla sicurezza sui luoghi di lavoro.

L'impalcato è costituito da 3 travi di altezza pari 150 cm con interasse pari a 330 cm. Le travi laterali sono svasate verso l'esterno secondo uno schema che caratterizza tutto i viadotti e cavalcavia oggetto del progetto. Lo sbalzo massimo risulta pari a 250 cm.

I diaframmi di testa sono pieni mentre gli altri diaframmi in campata sono reticolari con profili a doppio L 120x10 ed un interasse in alcuni tratti di 4.33 m, in altri di 5.67m.

Sono infine presenti dei controventi reticolari di piano con campi di 8,0m costituita da angolari ad L doppi 80x8.

La soletta in calcestruzzo getta in opera ha uno spessore pari a 35 cm mentre la pendenza trasversale necessaria dal punto di vista viabilistico viene conferita attraverso il posizionamento a differenti quote delle travi in acciaio mediante baggioli di differente altezza.

E' prevista una lastra predalle tralicciata autoportante in fase di getto dello spessore di 5cm.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm con un'ulteriore svasatura sull'esterno di 27 cm; sul cordolo viene posizionato il guard rail con la rete di protezione integrata necessaria per la presenza di viabilità al livello inferiore.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

Dal punto di vista sismico le azioni longitudinali vengono trasferite sulle spalle mentre trasversalmente ciascuna pila risulta essere fissa.

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

La scelta progettuale adottata per gli impalcato in acciaio ha una serie di vantaggi rispetto al progetto posto a base di gara:

- Maggiore durabilità delle strutture in acciaio rispetto a quelle in CAP;
- Riduzione del numero complessivo di apparecchi di appoggio con conseguente riduzione degli oneri manutentivi nel tempo per il gestore dell'infrastruttura;
- Maggiore facilità di trasporto dei conci delle travi in acciaio senza adottare necessariamente trasporti eccezionali in un contesto urbano fortemente trafficato e considerando che ci inserisce complessivamente in un attraversamento di una rete viaria quale la SS554 fortemente trafficata di gestione non agevole dal punto di vista degli spazi a disposizione dell'appaltatore;
- Notevole semplificazione delle fasi costruttive per quanto riguarda lo stoccaggio, l'assemblaggio ed il posizionamento nella loro sede definitiva degli elementi portanti rispetto alla soluzione di PP;

- Maggiore gradevolezza estetica ed inserimento paesaggistico dell'opera grazie ai notevoli sbalzi trasversali che mimetizzano l'impatto visivo rispetto alla soluzione posta a base di gara;
- Riduzione dei carichi trasferiti complessivamente in fondazione rispetto alle soluzioni più massive.

Per quanto riguarda le sottostrutture pile e spalle sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera.

Le spalle sono realizzate in cemento armato gettato in opera e sono caratterizzate da muri d'ala rientrati rispetto al filo esterno della carreggiata con l'obiettivo di ridurre l'impatto visivo dell'opera. Da essi si dipartono i muri prefabbricati di sostegno.

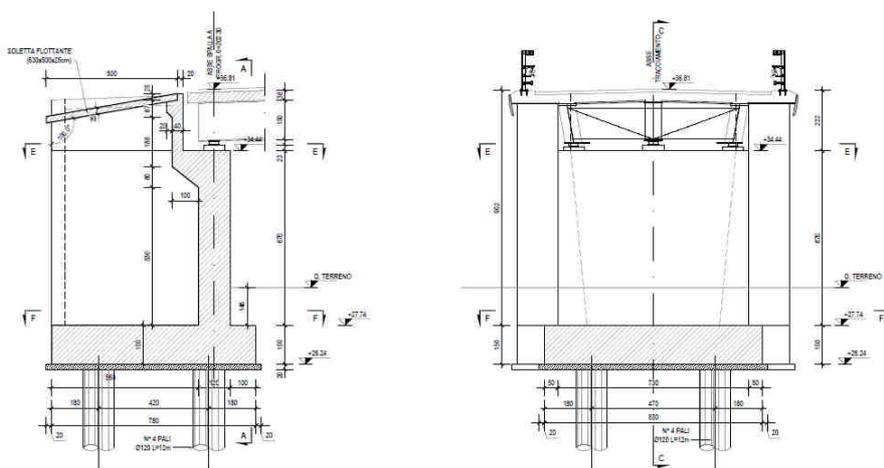


Figura 68 – Carpenteria spalle - Svincolo Baracca Manna

Al fine di ridurre l'impatto visivo si è provveduto a realizzare l'opera di contenimento solo in corrispondenza dei tratti in cui il rilevato avrebbe invaso le viabilità poste nei pressi dell'opera di attraversamento.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidità presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

Le pile hanno una gradevole struttura costituita da fusti con sezione trasversale a forma di croce svasati lungo l'altezza in allargamento verso il basso ed un pulvino anch'esso a forma di croce su cui vengono appoggiate le travi in acciaio.

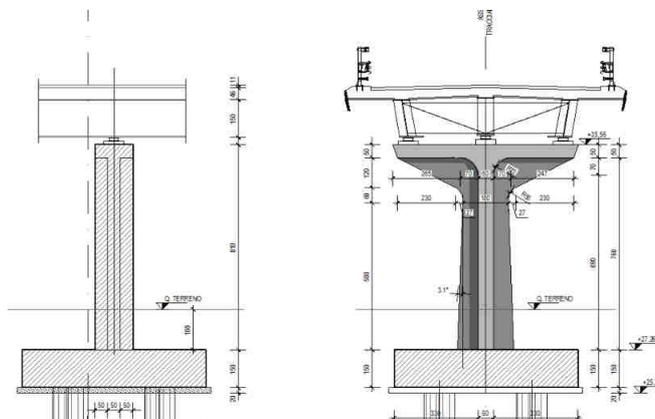


Figura 69 – Carpenteria pile - Svincolo Baracca Manna

Le pile vengono realizzate per fasi seguendo nella logica la realizzazione dell'impalcato sovrastante e permettendo di sfruttare lo spazio disponibile per il varo dal basso delle travi.

Sull'esterno si prevede un notevole sbalzo dell'elemento portante orizzontale ad altezza variabile che conferisce da un lato un piacevole effetto estetico mimetizzando l'impatto delle sottostrutture e dando risalto all'impalcato dall'altro conferendo un notevole vantaggio in fase realizzativa.

6.6.3 Cavalcavia Svincolo SS.125 – rampa 2

Il cavalcavia di svincolo SS125 si inserisce nella ridefinizione complessiva attuata in sede di progetto definitivo rispetto alla proposta progettuale a base di gara.

La configurazione di PP prevede per gli utenti provenienti da Poetto la possibilità di dirigersi verso Villasimius o, attraverso, le rampe 2 e 3, sovrappassare la SS554 per approcciare la viabilità locale oppure inserirsi sulla SS554 medesima in corrispondenza del viadotto Quartucciu.

Entrambe le viabilità (per Villasimius e lo scavalco della SS554) sono caratterizzate in PP da muri di notevoli dimensioni fortemente impattanti dal punto di vista estetico e paesaggistico.

In questo contesto viene proposta in sede di progetto definitivo la realizzazione di un cavalcavia in acciaio calcestruzzo continuo su 7 campate che permette da un lato di ridurre gli imponenti muri dall'altra di velocizzare le fasi realizzative dell'opera garantendo maggiore probabilità di rispettare i tempi contrattuali.

Lo sviluppo dell'opera avviene a partire dalla progressiva 10+700 circa mantenendo 2 delle 3 campate previste in sede di PP (eliminando quella in cui la divaricazione tra le rampe 2 e 3 era maggiore) ed estendendosi per 220m circa in direzione Poetto.

La struttura è costituita così come nel PP da un impalcato in acciaio calcestruzzo a 3 travi con controventi pieni in asse pila e reticolari in campata.

Essendo la larghezza dell'impalcato variabile si ha nel tratto verso Poetto un interasse delle travi pressoché costante mentre all'avvicinarsi all'attraversamento della SS554 con la divaricazione delle rampe si ha un contestuale e progressivo allargamento delle travi. Visti i campi di soletta e gli sbalzi di notevoli dimensioni presenti si è optato per una soluzione caratterizzata da traversi alti in maniera da sfruttare l'appoggio dei medesimi ed avere per la soletta un comportamento a piastra.

La larghezza dell'impalcato nella prima campata è variabile tra 14.69m e 12.11m, nella seconda 9.48m, nella terza tra 9.48m e 8.49m mentre nelle ultime campate è pari a 8,49m.

Nella prima campata le travi hanno un'altezza di 180 cm, nella seconda un'altezza variabile tra 180 cm e 150 cm mentre nelle ultime cinque campate le travi hanno un'altezza di 150 cm. L'interasse tra le medesime è variabile nelle prime 3 campate mentre è pari a 280 cm nelle altre campate.

Nella prima campata lo sbalzo è costante, nella seconda e terza è variabile, nelle ultime quattro è costante.

Gli apparecchi di appoggio fissi, unidirezionali e multidirezionali sono del tipo a disco elastomerico confinato.

La soletta in calcestruzzo getta in opera ha uno spessore pari a 30 cm mentre la pendenza trasversale necessaria dal punto di vista viabilistico viene conferita attraverso il posizionamento a differenti quote delle travi in acciaio mediante baggioli di differente altezza.

E' prevista una lastra predalle tralicciata autoportante in fase di getto dello spessore di 5cm.

Il cordolo ha una larghezza di 70 cm con un'ulteriore svasatura sull'esterno di 27 cm; sul cordolo viene posizionato il guard rail con la rete di protezione integrata laddove necessaria per la presenza di viabilità al livello inferiore.

Sull'esterno trova spazio una veletta in calcestruzzo prefabbricato che costituisce nelle fasi realizzative il cassero durante il getto del cordolo mentre in esercizio ha anche la funzione di mascherare il sistema di smaltimento delle acque di impalcato.

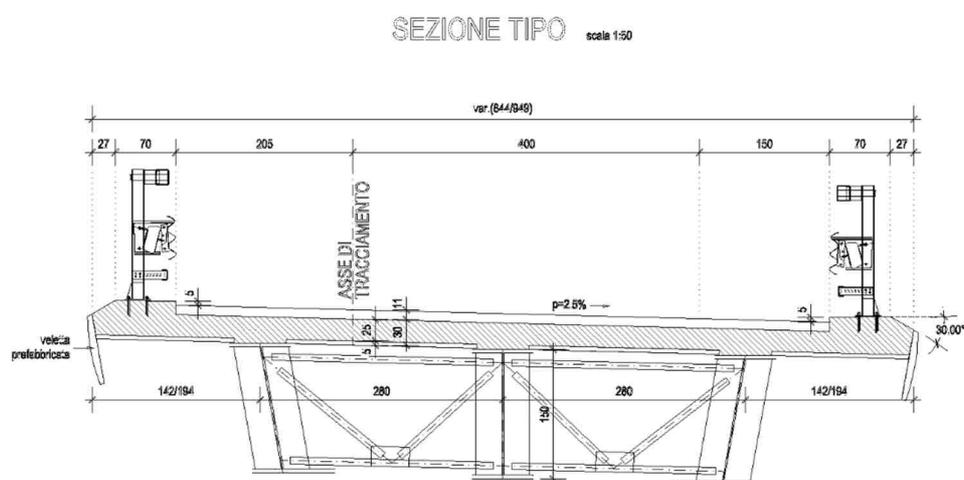


Figura 70 – Sezione tipologica in campata – Cavalcavia Svincolo SS.125 – rampa 2

Il pacchetto sovrastante ha uno spessore costante di 11 cm essendo costituito da un'impermeabilizzazione con cappa in asfalto di 10 mm, ed una pavimentazione con binder di spessore 6 cm ed usura di spessore 4 cm.

La scelta progettuale adottata di confermare dal punto di vista tipologico l'impalcato in acciaio ha una serie di vantaggi rispetto al progetto posto a base di gara:

- Maggiore durabilità delle strutture in acciaio rispetto a quelle in CAP;
- Riduzione del numero complessivo di apparecchi di appoggio con conseguente riduzione degli oneri manutentivi nel tempo per il gestore dell'infrastruttura;
- Maggiore facilità di trasporto dei conci delle travi in acciaio senza adottare necessariamente trasporti eccezionali in un contesto urbano fortemente trafficato e considerando che ci inserisce complessivamente in un attraversamento di una rete viaria quale la SS554 fortemente trafficata di gestione non agevole dal punto di vista degli spazi a disposizione dell'appaltatore;

- Notevole semplificazione delle fasistiche costruttive per quanto riguarda lo stoccaggio, l'assemblaggio ed il posizionamento nella loro sede definitiva degli elementi portanti rispetto alla soluzione di PP;
- Maggiore gradevolezza estetica ed inserimento paesaggistico dell'opera grazie ai notevoli sbalzi trasversali che mimetizzano l'impatto visivo rispetto alla soluzione posta a base di gara;
- Riduzione dei carichi trasferiti complessivamente in fondazione rispetto alle soluzioni più massive.

Per quanto riguarda le sottostrutture esse sono tutte gettate in opera.

La spalla 1 è caratterizzata dalla presenza del sottovia del ramo B dello svincolo SS125 per cui è sostanzialmente uno scatolare spalla con spinte del terreno asimmetriche. La soletta di copertura dello scatolare ha spessore 80 cm, il piedritto contro terra 70 cm, quello costituente il muro frontale della spalla vera e propria 174 cm, mentre la soletta di base ha uno spessore di 100 cm. La spalla 2 è invece una spalla di tipo tradizionale con muro frontale alto complessivamente 6,35m, spessore 130 cm mentre la zattera di fondazione ha uno spessore di 130 cm. Il paraghiaia ha spessore 40 cm.

Viene prevista inoltre una soletta di transizione in calcestruzzo gettato in opera con una rete elettrosaldata con lo scopo di mitigare gli effetti dovuti alla differente rigidità presente sull'impalcato e sul terrapieno della spalla riducendo quindi la possibilità di avere nel tempo cedimenti locali della pavimentazione.

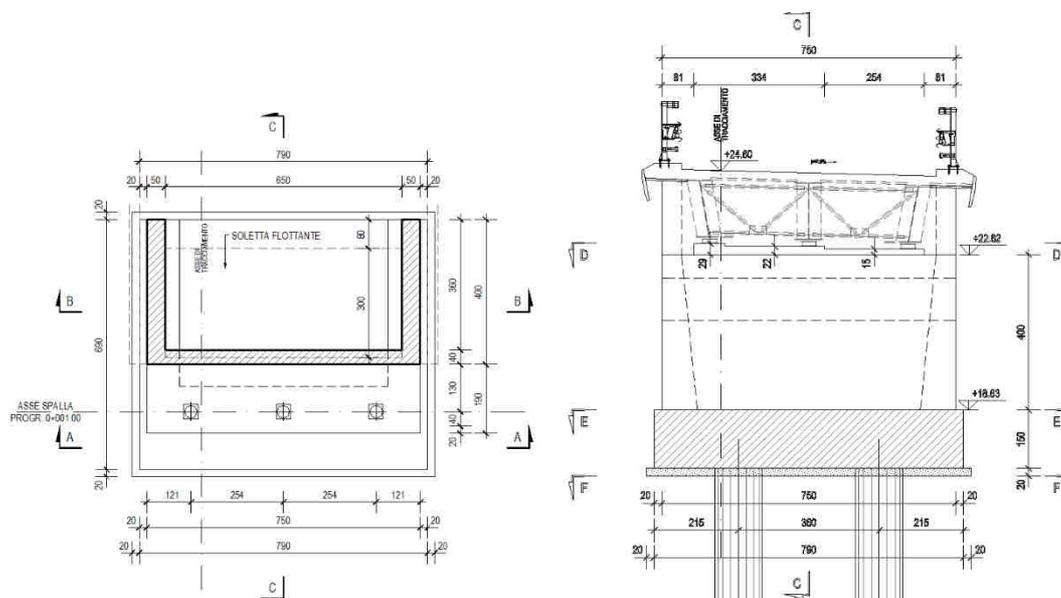


Figura 71 – Spalla 1 – Pianta e prospetto – Cavalcavia Svincolo SS.125 – rampa 2

Le pile hanno una gradevole struttura costituita da fusti con sezione trasversale a forma di croce svasati lungo l'altezza in allargamento verso il basso ed un pulvino anch'esso a forma di croce su cui vengono appoggiate le travi in acciaio.

La dimensione trasversale minima è pari a 180 cm, quello longitudinale è costante e pari a 150 cm (tranne per la pila 6 in cui è 160).

L'altezza dei fusti è variabile tra 330 cm e 630 cm, il pulvino è alto 190 cm ed ha una dimensione trasversale di 630 cm.

7 OPERE D'ARTE SECONDARIE

Le opere d'arte secondarie previste sull'infrastruttura di progetto sono i tombini idraulici, presenti in numero molto elevato (114) sia sotto l'asse principale che sotto le secondarie, e muri di sostegno lungo linea, e alcune opere accessorie ricadenti nell'Accordo di programma tra ANAS e la Regione Sardegna

7.1 Tombini idraulici

All'interno dei due lotti oggetto della progettazione, sono stati previsti un notevole numero di tombini idraulici, già nella fase di progettazione preliminare, principalmente allo scopo di migliorare in modo significativo la permeabilità idraulica della nuova infrastruttura, che come descritto nel capitolo precedente, allo stato di fatto rappresenta uno sbarramento al deflusso superficiale delle acque, o subisce fenomeni esondativi su rilevanti segmenti del tracciato.

Sono previsti nel complesso, nei due lotti funzionali, 109 tombini idraulici, così suddivisi:

- 36 tombini lungo l'asse principale (16 nel I° Lotto e 20 nel II° Lotto). Si tratta in tutti i casi di manufatti di ripristino della continuità idraulica lungo la direttrice Sud – Nord per il primo tratto (zona Is Corrias) e Nord – Sud in tutti gli altri tratti. Come si nota in Tabella 19, sono tutti riconducibili all'interno di 8 dei 9 bacini interferiti, descritti in precedenza: nei casi dei tombini T12, T13, T14, T17 e T18, si tratta di interferenze dirette dei nuovi canali di regimazione delle acque, in tutti gli altri, si tratta di tombini di continuità che collegano principalmente i fossi di guardia delle rampe dell'asse principale e complanari.
- 72 tombini lungo gli svincoli e viabilità minori (49 nel I° Lotto e 23 nel II° Lotto). Si tratta in alcuni casi di manufatti di ripristino della continuità idraulica attraverso le viabilità secondarie, in altri casi attraversamenti di accessi a fondi o proprietà private da parte dei fossi di guardia, ed in 24 casi di tombini facenti parte dei nuovi canali di regimazione Is Corrias, Rio Mortu, Rio San Lussorio e Canale di fine lotto (evidenziati in verde nelle tabelle).

Nella fase di progettazione definitiva si è provveduto al dettaglio progettuale, alla razionalizzazione, in alcuni casi di collocazioni e pendenze, nei confronti del reticolo idraulico di progetto, lasciando generalmente inalterata (tranne qualche raro caso di palese incompatibilità con le altimetrie) la sezione di deflusso indicata nel progetto preliminare.

Ciò allo scopo di mantenere sempre lo stesso grado di sicurezza idraulica previsto nel PP, anche laddove i gradi di riempimento calcolati per i tempi di ritorno duecentennali risultavano spesso abbondantemente al di sotto del limite assunto del 70%.

In seguito al parere del CSLLPP del 16.09.2019 alcune sezioni sono state modificate passando da circolare alla rettangolare, inoltre nel caso di funzionamento a superficie libera è stato verificato che il tirante idrico non superi i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m.

Le portate di progetto utilizzate nelle verifiche idrauliche derivano dai versanti o dalla piattaforma stradale stessa e quindi determinate come somma di singoli contributi oppure assunte dalla modellazione HEC-RAS nel caso di tombini in continuità con i canali di regimazione.

7.1.1 Tombini dell'asse principale

Nella seguente Tabella 19 si riportano i tombini previsti in interferenza con l'asse principale della SS.554, dove oltre alla collocazione sull'asse, alle caratteristiche geometriche e alla verifica idraulica (grado di riempimento GR e franco f), si evidenzia anche la fasistica prevista che si sposa sempre con le configurazioni della sede stradale durante il cantiere.

Nella maggior parte dei casi, la realizzazione "cut&cover" dei manufatti, presuppone l'infissione di palancole provvisorie a supporto della parzializzazione dello scavo per la posa del manufatto stesso.

Dati Generali			Geometria			Idraulica					
Tombino	Progr	Lotto	B [m]	H [m]	L [m]	Q [mc/s]	Q.S. monte [m]	Q.S. valle [m]	p [%]	GR [%]	f [m]
T1	1+600	1	1.20	1.00	30.10	0.474	7.31	7.16	0.50	26	0.740
T2	1+870	1	2.00	1.50	27.04	0.081	10.37	10.24	0.48	4	1.441
T3	1+913	1	2.00	1.50	32.00	0.233	10.75	10.61	0.44	8	1.382
T4	2+103	1	2.00	1.50	35.30	0.033	13.06	12.88	0.51	2	1.466
T5	2+297	1	2.00	1.50	32.03	0.947	15.48	15.25	0.72	16	1.254
T6	2+641	1	2.00	1.50	47.20	0.090	19.37	19.21	0.34	5	1.429
T7	2+838	1	2.00	1.50	50.63	1.031	21.95	21.73	0.43	20	1.193
T8	3+102	1	2x2.00	1.00	51.43	0.736	23.53	23.27	0.51	15	0.854
T9	3+306	1	2.00	1.50	56.63	0.100	24.24	24.01	0.41	5	1.429
T10	3+565	1	5.00	2.00	51.46	1.370	24.18	23.97	0.41	10	1.802
T11	5+915	1	1.20	1.00	53.27	0.930	14.53	14.26	0.51	41	0.585
T12	5+956	1	2x4.00	2.00	90.73	9.300	13.67	13.21	0.51	43	1.140
T13	6+054	1	3.00	1.50	46.93	4.400	14.12	13.88	0.51	37	0.942
T14	6+118	1	3.00	1.50	47.18	1.000	14.02	13.78	0.51	14	1.287
T15	6+235	1	1.20	1.00	44.82	1.239	15.00	14.69	0.70	45	0.546
T16	6+599	1	1.20	1.00	53.69	0.094	16.48	16.20	0.52	9	0.911
T17	7+045	2	4.00	2.00	51.77	0.043	16.20	15.95	0.48	7	1.853
T18	7+149	2	4.00	2.00	59.52	2.800	15.83	15.53	0.50	33	1.350
T19	7+369	2	2.00	1.50	52.26	0.029	18.70	18.43	0.52	2	1.469
T20	7+390	2	2.00	1.50	51.58	0.014	18.09	17.82	0.52	1	1.480
T21	7+406	2	2.00	1.50	52.12	0.003	17.81	17.54	0.52	1	1.493
T22	7+425	2	2.00	1.50	47.81	0.054	17.52	17.27	0.52	3	1.455
T23	7+445	2	2.00	1.50	49.00	0.042	17.25	17.00	0.51	3	1.461
T24	7+465	2	2.00	1.50	48.14	0.013	17.07	16.82	0.52	1	1.481
T25	7+485	2	2.00	1.50	48.01	0.013	16.88	16.62	0.54	1	1.482
T26	7+505	2	2.00	1.50	48.03	0.013	16.65	16.40	0.52	1	1.481
T27	7+639	2	2.00	1.50	52.52	0.383	16.41	16.12	0.55	10	1.350
T28	7+659	2	2.00	1.50	51.14	0.077	16.05	15.79	0.51	4	1.444
T29	7+679	2	2.00	1.50	51.14	0.306	15.69	15.59	0.20	12	1.319
T30	8+021	2	2.00	2.00	55.86	1.419	15.80	15.52	0.50	18	1.638
T31	8+179	2	2.00	2.00	56.59	0.072	16.36	16.08	0.49	3	1.945
T32	8+467	2	1.20	1.00	49.60	0.929	17.33	17.08	0.50	42	0.585
T33	8+729	2	1.20	1.00	46.96	0.028	19.59	19.08	1.09	3	0.967

Dati Generali			Geometria			Idraulica					
Tombino	Progr	Lotto	B [m]	H [m]	L [m]	Q [mc/s]	Q.S. monte [m]	Q.S. valle [m]	p [%]	GR [%]	f [m]
T34	10+356	2	2x2.00	1.00	48.70	0.032	21.16	20.91	0.51	2	0.978
T35	10+490	2	3.00	1.50	62.46	0.142	19.87	19.56	0.50	4	1.436
T36	10+766	2	2x2.00	0.80	53.00	2.586	18.30	17.77	1.00	32	0.542

Tabella 19: – Tombini Idraulici Asse Principale

Per quanto riguarda la funzione idraulica dei manufatti, si nota che:

- Per la zona Is Corrias la continuità idraulica viene garantita tra la zona a sud della SS.554, e il canale di raccolta situato immediatamente a nord della stessa;
- La zona Sugoddu, attualmente non regimata, prevede il passaggio della portata di piena attraverso l'opera infrastrutturale, tramite la posa di ben 13 tombini in parallelo;
- Per quanto riguarda gli altri sistemi Rio Salius, Rio Mortu, Rio San Lussorio e Zona Quartucciu, i tombini presentano in tutti i casi la risoluzione dell'intersezione dei nuovi canali idraulici con l'infrastruttura.

7.1.2 Tombini sugli svincoli e viabilità secondarie

Nella seguente Tabella 20 si riportano i tombini previsti in interferenza con svincoli, complanari e viabilità secondarie del 1°Lotto, con le stesse caratteristiche della precedente.

Dati Generali			Geometria				Idraulica					
Tombino	Progr	Lotto	B [m]	H [m]	Ø [m]	L [m]	Q [mc/s]	Q.S. monte [m]	Q.S. valle [m]	p [%]	GR [%]	f [m]
S1	-	1	12.00	3.00		46.00	24.620	6.49	6.00	1.07	55	1.340
S2	0+360	1	3.00	2.00		13.52	1.336	18.69	18.61	0.59	12	1.756
S3	0+160	1	1.50	1.50		32.74	0.264	10.71	10.54	0.52	10	1.353
S4	0+289	1	1.50	1.50		31.80	0.015	23.78	23.20	1.82	1	1.483
S5	0+200	1	1.50	1.50		30.64	0.235	12.30	12.19	0.36	10	1.346
S6	0+109	1	2.00	1.50		13.38	0.185	23.51	23.45	0.45	7	1.399
S7	0+320	1			1.00	18.06	0.190	23.74	23.63	0.61	23	0.769
S8	0+380	1	1.50	1.50		12.19	0.313	32.71	32.66	0.41	12	1.323
S9	0+160	1	2.00	2.00		14.94	0.057	29.72	29.64	0.54	2	1.954
S10	0+220	1	2.00	2.00		15.46	0.104	29.57	29.48	0.58	3	1.935
S11	0+800	1	2.00	2.00		57.00	0.378	31.00	30.69	0.54	7	1.851
S12	0+400	1	2.00	1.50		16.76	0.044	24.82	24.73	0.54	3	1.460
S13	0+080	1	1.50	1.50		27.99	0.031	25.80	25.66	0.50	3	1.461
S14	0+140	1	2.00	2.00		54.21	1.009	22.78	22.49	0.53	14	1.718
S14bis	0+140	1			0.80	13.28	0.034	24.72	24.65	0.53	14	0.690
S15	-	1			0.80	13.22	0.070	24.13	24.05	0.61	19	0.648
S16	-	1	1.60	0.80		12.92	0.512	24.62	24.55	0.54	27	0.587
S17	0+500	1	5.00	3.50		192.00	24.620	20.20	19.41	0.41	25	2.640
S18	-	1	5.00	3.50		10.00	30.450	20.77	20.73	0.40	47	1.840
S19	-	1	5.00	3.50		5.00	30.450	20.91	20.89	0.40	47	1.870

Dati Generali			Geometria				Idraulica					
Tombino	Progr	Lotto	B [m]	H [m]	Ø [m]	L [m]	Q [mc/s]	Q.S. monte [m]	Q.S. valle [m]	p [%]	GR [%]	f [m]
S20	-	1	5.00	3.50		6.00	30.450	21.02	21.00	0.33	47	1.860
S21	-	1	5.00	3.50		9.00	30.450	21.25	21.21	0.44	47	1.850
S22	-	1	5.00	3.50		9.00	30.450	21.37	21.30	0.78	47	1.860
S23	-	1	4.00	3.50		82.00	30.450	22.16	21.81	0.43	43	1.990
S24	0+040	1	3.00	1.50		17.73	0.069	27.93	27.84	0.51	3	1.459
S25	0+200	1	3.00	2.00		40.30	0.144	27.35	27.15	0.49	3	1.935
S26	0+070	1			1.00	20.85	0.035	27.44	27.33	0.53	11	0.895
S27	-	1	4.00	3.00		40.00	41.300	26.68	26.35	0.82	34	1.990
S28	-	1	4.00	3.00		47.90	41.300	27.20	26.95	0.52	34	1.990
S29	viabilità	1			1.00	14.81	0.241	28.99	28.91	0.54	27	0.732
S30	viabilità	1			0.80	12.45	0.014	24.27	24.20	0.56	9	0.729
S31	viabilità	1			1.00	10.15	0.010	25.34	25.29	0.49	6	0.941
S32	viabilità	1			0.80	11.20	0.014	20.74	20.68	0.54	9	0.728
S33	viabilità	1			0.80	10.38	0.018	24.34	24.28	0.58	10	0.720
S34	viabilità	1			0.80	8.61	0.010	18.03	17.98	0.58	8	0.740
S35	viabilità	1			0.80	8.29	0.086	17.53	17.46	0.84	19	0.646
S36	viabilità	1			0.80	9.13	0.083	17.88	17.85	0.33	24	0.608
S37	viabilità	1			0.80	10.70	0.075	17.43	17.39	0.37	22	0.623
S38	viabilità	1	1.00	0.80		14.29	0.566	16.98	16.84	0.98	34	0.528
S39	-	1	3.00	3.00		37.15	6.827	13.25	13.09	0.43	27	2.201
S40	viabilità	1			1.00	34.63	0.092	14.97	14.80	0.49	17	0.830
S41	-	1	5.00	2.00		11.60	1.400	14.46	14.34	1.03	26	1.490
S42	-	1	5.00	2.00		13.55	1.400	15.92	15.78	1.03	25	1.500
S43	-	1	5.00	2.00		56.35	1.400	17.49	16.90	1.05	26	1.490
S44	-	1	3.00	2.00		21.00	1.400	18.54	18.47	0.33	48	1.050
S45	-	1	2.00	3.00		9.70	12.100	19.04	18.91	1.34	62	1.140
S49	-	1	5.00	2.00		33.00	2.800	16.90	16.72	0.55	21	1.590
S50	-	1	3.00	1.50		36.00	2.800	18.38	18.28	0.28	47	0.790
S50bis	-	1	3.00	1.50		18.60		17.33	17.20	0.70		

Tabella 20: – Tombini Idraulici Svincoli e Viabilità secondarie – I° Lotto

Si noti come in 7 casi non risulti possibile la realizzazione con scavo dall'alto, e si renda necessario lo spingitubo al di sotto delle viabilità in esercizio (5 casi nello svincolo SS.131) e sotto la linea FS Cagliari – Tortoli (2 casi, con sistema di sostegno del binario).

Nella seguente Tabella 21 si riportano i tombini previsti in interferenza con svincoli, complanari e viabilità secondarie del II°Lotto, con le stesse caratteristiche della precedente.

Come in tutte le tabelle del presente documento, i manufatti del II° Lotto sono riportati in colore blu.

Dati Generali			Geometria				Idraulica					
Tombino	Progr	Lotto	B [m]	H [m]	Ø [m]	L [m]	Q [mc/s]	Q.S. monte [m]	Q.S. valle [m]	p [%]	GR [%]	f [m]
S51	viabilità	2	2.00	1.50		18.56	1.009	14.58	14.44	0.75	17	1.248
S52	viabilità	2	1.20	1.00		19.85	0.969	17.25	17.16	0.45	44	0.555
S53	viabilità	2			1.00	19.03	0.426	19.04	18.91	0.68	34	0.661
S55	viabilità	2	1.20	1.00		8.43	0.959	18.30	18.26	0.47	43	0.566
S56	canale di gronda	2	1.50	1.50		7.67	3.000	21.87	21.84	0.39	58	0.626
S57	viabilità	2			1.00	18.21	0.108	22.01	21.90	0.60	18	0.825
S58	0+400	2			0.80	14.12	0.066	20.81	20.76	0.35	21	0.632
S59	0+240	2			0.80	23.20	0.061	18.25	18.13	0.52	18	0.653
S60	-	2	2.00	2.00		33.70	3.173	16.20	16.02	0.53	31	1.384
S61	-	2	4.00	2.50		75.00	11.858	15.54	15.10	0.59	33	1.674
S62	-	2	4.00	2.50		18.25	11.858	13.88	13.80	0.44	37	1.587
S63	-	2	4.00	2.50		29.30	11.858	12.80	12.50	1.02	27	1.815
S64	-	2	4.00	2.50		21.56	11.858	11.18	11.11	0.32	40	1.488
S65	0+260	2	3.00	1.50		14.40	2.595	17.72	17.69	0.21	35	0.971
S66	viabilità	2			1.00	9.22	0.058	22.15	22.10	0.54	13	0.867
S67	viabilità	2	3.00	1.50		42.85	2.836	17.48	17.33	0.35	31	1.028
S68	viabilità	2			1.00	11.40	0.226	18.61	18.55	0.53	26	0.739
S69	viabilità	2			1.00	26.54	0.416	16.80	16.66	0.53	36	0.642
S70	viabilità	2	4.00	2.00		36.50	8.269	15.46	15.26	0.55	33	1.337
S71	viabilità	2			0.80	9.66	0.016	23.53	23.46	0.72	9	0.729
S72	viabilità	2			0.80	15.14	0.036	25.48	25.40	0.53	14	0.687
S73	viabilità	2	1.20	1.00		13.15	1.140	26.88	26.81	0.53	47	0.528
S75	viabilità	2			1.00	13.33	0.098	40.45	40.38	0.53	17	0.827

Tabella 21: – Tombini Idraulici vincoli e Viabilità secondarie – II° Lotto

Come si evince dalle tabelle di riepilogo, per le sezioni scolarari sono stati adottati in massima parte manufatti prefabbricati, quantomeno fino alle dimensioni commercialmente disponibili. Per le rimanenti sezioni a dimensioni maggiori, peraltro quasi tutte comprese all'interno di canali idraulici (e come tali realizzate in continuità con le parti gettate in opera "ad U", si utilizzerà il getto in opera.

Le sezioni prefabbricate previste, per un totale di 95 tombini, sono le seguenti:

- Sezione Tipo 1 – 200 x 150 cm – n°21 tombini;
- Sezione Tipo 2 – 200 x 200 cm – n°8 tombini;
- Sezione Tipo 3 – 300 x 150 cm – n°8 tombini;
- Sezione Tipo 4 – 300 x 200 cm – n°4 tombini;
- Sezione Tipo 5 – 400 x 200 cm – n°5 tombini;
- Sezione Tipo 6 – 500 x 200 cm – n°5 tombini;
- Sezione Tipo 7 – 200 x 100 cm – n°4 tombini;

- Sezione Tipo A – ϕ . 800 – n°13 tombini;
- Sezione Tipo B – ϕ .1000 – n°11 tombini;
- Sezione Tipo C – 120 x 100 cm – n°9 tombini;
- Sezione Tipo D – 150 x 150 cm – n°6 tombini;
- Sezione Tipo E – 160 x 80 cm – n°1 tombino.

Le sezioni gettate in opera previste, per un totale di 17 manufatti, sono le seguenti:

- Sezione Tipo 8 – 500 x 350 cm – n°6 tombini;
- Sezione Tipo 9 – 400 x 350 cm – n°1 tombini;
- Sezione Tipo 10 – 400 x 300 cm – n°2 tombini;
- Sezione Tipo 11 – 300 x 300 cm – n°1 tombini;
- Sezione Tipo 12 – 400 x 250 cm – n°4 tombini;
- Sezione Tipo 14 – 1200 x 300 cm – n°1 tombini;
- Sezione Tipo 15 – 200 x 80 cm – n°1 tombini.

Dal punto di vista delle fasi realizzative sono state individuate 4 diverse sequenze costruttive, riportate negli elaborati grafici generali dei tombini:

- 1) In variante - fase unica
- 2) In due fasi con palancole
- 3) A spinta sotto sede stradale con la tecnica dello spingi-tubo;
- 4) A spinta sotto linea ferroviaria, con sistema di sostegno del binario tipo “Essen”.

7.1.3 Realizzazione a spinta sotto sede stradale

E' stata effettuata, per i manufatti che verranno realizzati a spinta, una verifica della forza di spinta necessaria alla traslazione ed infissione dei manufatti di progetto.

Il numero e la capacità dei martinetti sono stati dimensionati in modo tale che solo il 60% di essi lavori al massimo durante la fase di spinta. L'espressione del calcolo della spinta dipende dalla natura del terreno, dalla profondità dello scavo e dalla lunghezza dello scatolare. La lunghezza considerata nel calcolo è pari alla lunghezza complessiva dell'attraversamento in relazione al problema geometrico in oggetto. La spinta totale massima dei martinetti Q, viene calcolata come somma delle resistenze di attrito e della resistenza all'avanzamento del rostro, nelle ultime fasi di infissione, considerando tutto lo scatolare infisso nel terreno. Per le resistenze di attrito sono state considerate le resistenze laterali dovute alla pressione a riposo esercitata dal terreno e dalle resistenze superiori e inferiori dovute ai carichi verticali gravanti.

7.1.4 Realizzazione a spinta sotto linea ferroviaria

Nel caso dei due tombini denominati S50 ed S50bis, lo spingi-tubo avverrà sotto la linea ferroviaria RFI Cagliari – Tortoli.

In questi casi, non essendo stato possibile, vista la fase di gara, concordare nel dettaglio le modalità di esecuzione con il gestore della linea ferroviaria, è stata proposta una soluzione che preveda, durante l'infissione dei manufatti, la posa in opera di **un sistema di sostegno dei binari tipo Essen**, abitualmente utilizzato nell'ambito di lavori ferroviari e gradito ad RFI in quanto garantisce una velocità di progetto di 80 km/h.

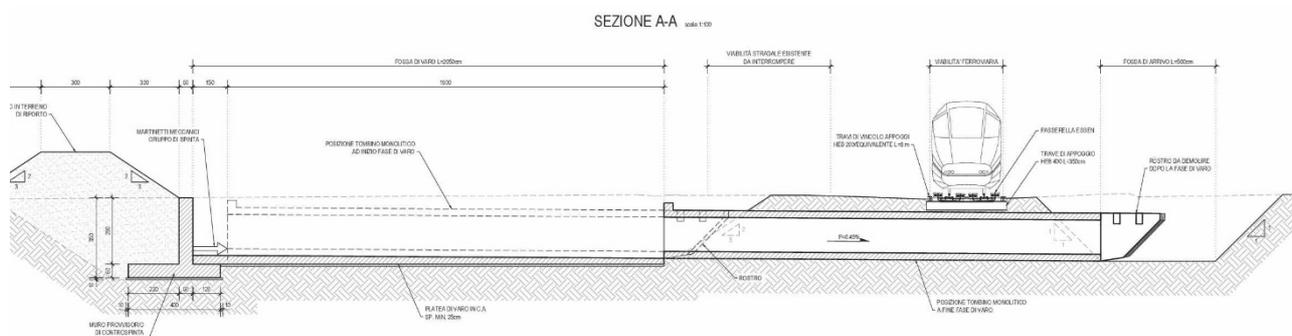


Figura 73 – Realizzazione tombino S50bis a spinta sotto linea RFI con sistema di sostegno dei binari tipo ESSEN

Durante la successiva fase esecutiva, ci sarà la possibilità di concordare nel dettaglio con RFI la soluzione tecnica proposta.

7.2 Muri sull'asse principale

Lo studio e l'affinamento progettuale hanno portato ad un'importante riduzione del numero, dell'estensione e dell'altezza dei muri di sostegno.

Tutti i muri di sostegno dell'asse principale sono stati previsti prefabbricati. La scelta ha una duplice valenza:

- Maggiore precisione geometrica, maggiore rapidità esecutiva tenendo conto anche del contesto stradale in cui ci si trova ad operare.
- Garanzia di durabilità rispetto agli agenti esterni con minore necessità di manutenzione da parte dell'ente proprietario dell'arteria.

Complessivamente nel tratto di viabilità principale sono stati previsti 21 muri.

Per ciascun tratto di muro e per ciascuna tipologia di caratterizzazione geotecnica si sono effettuate le seguenti verifiche previste dalle normative vigenti:

- verifica allo scorrimento (GEO) sul piano di posa;
- verifica al ribaltamento (EQU) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione;
- verifica strutturale (STR) con il confronto tra le sollecitazioni e le resistenze nelle sezioni delle membrature;
- verifica al collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno

Successivamente si sono effettuate le verifiche strutturali sia per quanto riguarda il paramento frontale che per la fondazione in ca gettata in opera.

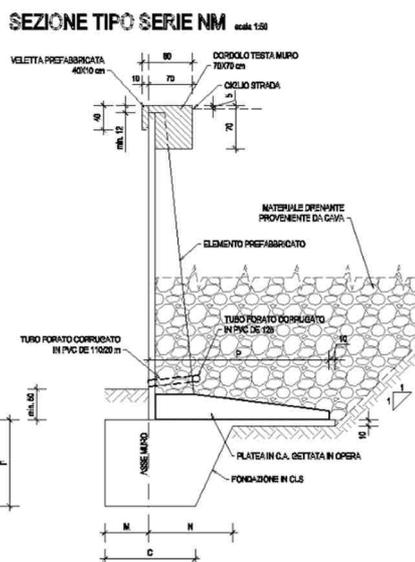


Figura 74 – Sezione trasversale muro tipo NM

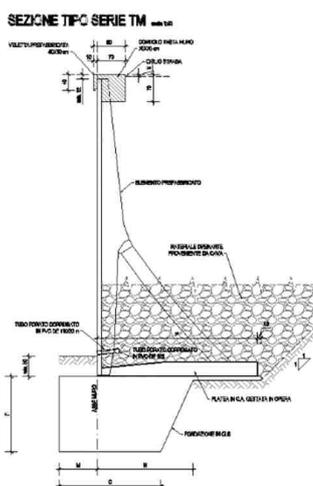


Figura 75 – Sezione trasversale muro tipo TM

La sezione resistente in pianta è a T. In funzione dell'altezza, del terreno e dei carichi sono previste diverse tipologie di muro.

In testa al muro è prevista un cordolo in ca gettato in opera di dimensioni 70cmx70 su cui vengono posizionati, laddove necessario, il guard rail e/o la barriera antirumore.

In testa al muro sul filo esterno si prevede una veletta prefabbricata in calcestruzzo.

Per maggiori dettagli su questi aspetti si rimanda alle relazioni ed agli elaborati grafici specifici.

7.3 Muri su svincoli e viabilità di servizio

Anche per quanto riguarda i tratti stradali in svincolo e le viabilità di servizio si è provveduto ad una notevole riduzione dell'estensione e dell'altezza degli stessi sia in corrispondenza dello svincolo Baracca Manna che nello svincolo SS125.

Tutti i muri di sostegno dell'asse principale sono stati previsti prefabbricati. La scelta ha una duplice valenza:

- Maggiore precisione geometrica, maggiore rapidità esecutiva tenendo conto anche del contesto stradale in cui ci si trova ad operare.
- Garanzia di durabilità rispetto agli agenti esterni con minore necessità di manutenzione da parte dell'ente proprietario dell'arteria.

Complessivamente nei tratti di viabilità in oggetto sono stati previsti 16 muri.

Per ciascun tratto di muro e per ciascuna tipologia di caratterizzazione geotecnica si sono effettuate le seguenti verifiche previste dalle normative vigenti:

- verifica allo scorrimento (GEO) sul piano di posa;
- verifica al ribaltamento (EQU) rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione;
- verifica strutturale (STR) con il confronto tra le sollecitazioni e le resistenze nelle sezioni delle membrature;
- verifica al collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno

Successivamente si sono effettuate le verifiche strutturali sia per quanto riguarda il paramento frontale che per la fondazione in ca gettata in opera.

La sezione resistente in pianta è a T. In funzione dell'altezza, del terreno e dei carichi sono previste diverse tipologie di muro.

In testa al muro è prevista un cordolo in ca gettato in opera di dimensioni 70cmx70 su cui vengono posizionati, laddove necessario, il guard rail e/o la barriera antirumore.

In testa al muro sul filo esterno si prevede una veletta prefabbricata in calcestruzzo.

Per maggiori dettagli su questi aspetti si rimanda alle relazioni ed agli elaborati grafici specifici.

7.4 Passerella Ciclo-pedonale Rio Salius

Nell'ambito dell'accordo di programma tra ANAS e la regione Sardegna, è prevista la realizzazione di un tratto di percorso ciclo-pedonale di lunghezza circa 700 m, con sviluppo in direzione Nord – Sud, parallelo al corso del Rio Salius, circa ortogonale al tracciato dell'infrastruttura di progetto.

Il tracciato della pista ciclo-pedonale, partendo dalla zona a sud, scavalca la sede stradale della SS 554 "Cagliari" in corrispondenza della pk 5+400 circa per proseguire poi verso nord raccordandosi alla sede del percorso ciclo ciclabile di progetto.

Il percorso ciclo-pedonale, sarà realizzato per circa 222 m su impalcato, per circa 50 m su muri andatori in continuità sulle spalle, e per i rimanenti 450 m su sezione in rilevato o a piano campagna. Nelle seguenti Figura 76 e Figura 77 si riporta un prospetto del tratto su impalcato.

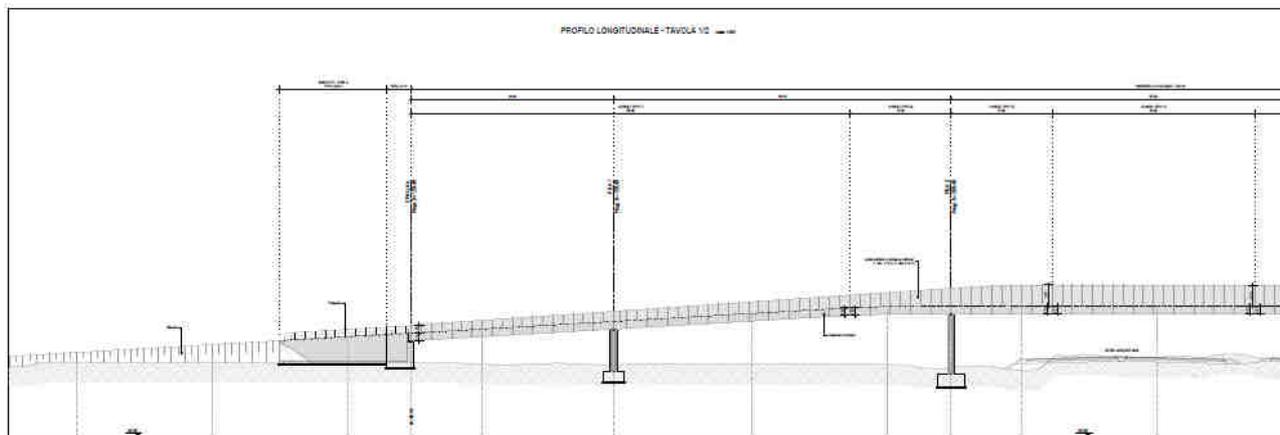


Figura 76 – Prospetto del ponte (1 di 2)

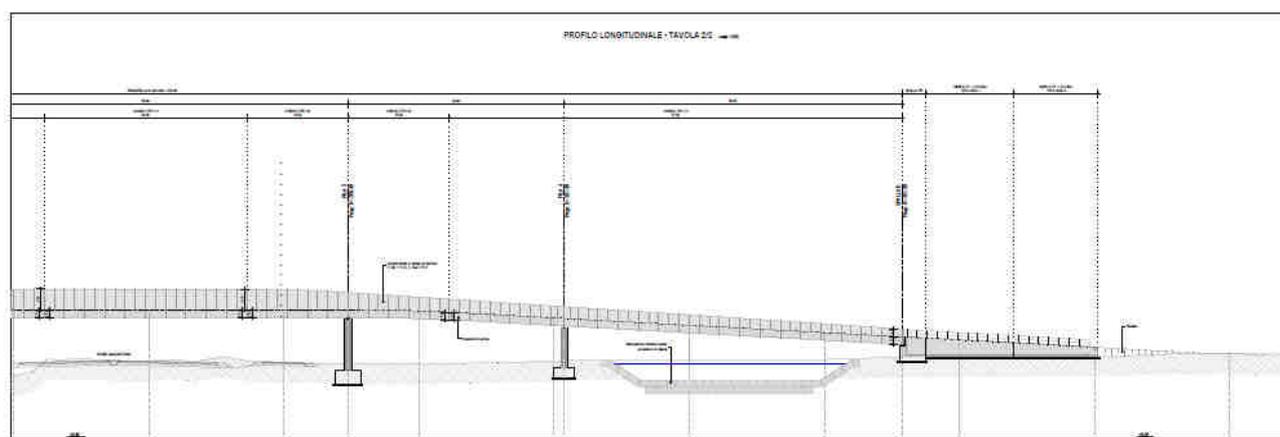


Figura 77 – Prrospetto del ponte (2 di 2)

L'impalcato si sviluppa in continuità su 5 campate di luce rispettivamente pari a 50, 32, 60, 50 e 30 metri, si vedano gli elaborati grafici allegati.

La sezione trasversale si compone della sede ciclo-pedonale per una fascia centrale di 2.5 m, il settore rimanente comprende i due cordoli laterali in cui si innestano i parapetti (di larghezza pari a 0.25 m) risultando un ingombro complessivo di 3.00 m. La struttura portante di impalcato si compone di due travi principali in acciaio e soletta in lamiera grecata. Si realizzano traversi ad interasse 3 m che garantiscono la ripartizione del carico ortogonalmente all'asse longitudinale.

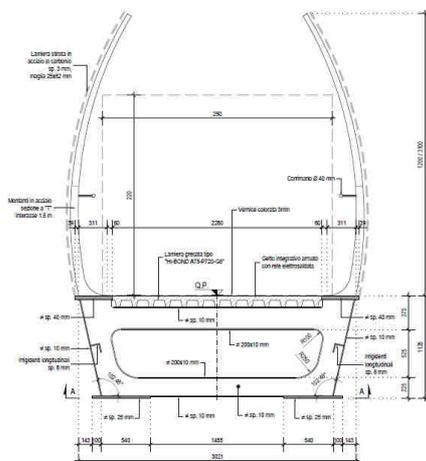


Figura 78 – Sezione tipologica passerella

Per quanto riguarda le finiture, l'impalcato sarà completato da un parapetto architettonico e di sicurezza, ad altezza variabile, costituito da una struttura portante di montanti e parapetti in acciaio, e da una rete in lamiera in acciaio al carbonio.



Figura 79 – Vista 3D interna della passerella

7.5 Sottovia ciclo-pedonale alla progressiva 10+300

Sempre all'interno dell'accordo di programma tra ANAS e la regione Sardegna, è prevista la realizzazione di un breve di connessione per un percorso ciclo-pedonale di lunghezza circa 115 m, con sviluppo in direzione Nord – Sud, parallelo al corso del Rio Cungianus, circa ortogonale al tracciato dell'infrastruttura di progetto.

Il tracciato sottopassa la sede stradale della SS 554 “Cagliaritana” in corrispondenza della pk 10+300 in sponda sinistra al corso del Rio Cungianus, poco ad est delle spalle dei ponti della principale e delle due complanari ad essa parallele.

Il percorso è costituito da un tratto di circa 45 m in sezione scatolare di dimensioni interne B x H = 250 x 300 cm.e per due tratti di lunghezza circa 70 m complessivi dalle due rampe di accesso, aventi pendenza massima del 10%.

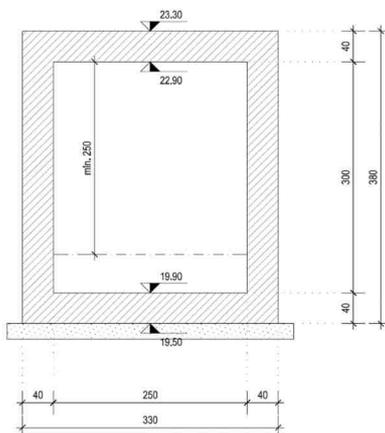


Figura 80 – Sezione del sottovia ciclo-pedonale Rio Cungianus

7.6 Sottovia su svincolo Baracca Manna

Altra opera di una certa rilevanza nell’ambito dell’accordo di programma tra ANAS e la regione Sardegna, è la predisposizione per la risoluzione di un’interferenza della parte Nord dello svincolo Baracca Manna, con il futuro prolungamento della metropolitana di superficie (linea ARST), che nella tratta in oggetto avrà uno sviluppo Est-Ovest parallelo alla SS.554 e ortogonale alla rampa principale dello svincolo.

La struttura è costituita da un tratto di circa 54 m in sezione scatolare di dimensioni interne B x H = 590 x 790 cm.in grado di ospitare la futura sede della linea metropolitana, sottopassando la rampa bidirezionale principale dello svincolo, la rampa 5 e la viabilità AV01.

Il progetto comprende la sola predisposizione “al rustico” della struttura scatolare, posizionata secondo ipotesi formulate in autonomia, non essendo note le caratteristiche infrastrutturali della linea interferita in termini di tracciato planimetrico, livellette e sezioni tipologiche.

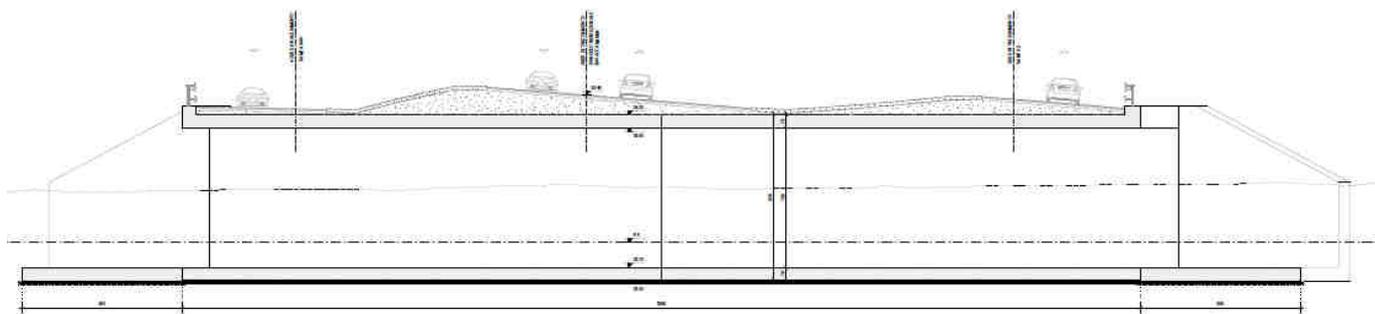


Figura 81 – Sezione longitudinale del sottovia sullo svincolo Baracca Manna

8 DEMOLIZIONI

Nel corso dei lavori di adeguamento della SS 554 “Cagliaritano”, sarà necessario procedere alla demolizione di varie opere esistenti sull’infrastruttura attuale, ed in particolare si fa riferimento a:

- pavimentazione stradale;
- barriere stradali;
- opere d’arte maggiori in c.a. (cavalcavia su SS 131, ponte su Rio Nou, ponte su Rio Cungiaus e muri dislocati lungo lo sviluppo dell’intera infrastruttura);
- passerelle pedonali (zona Monserrato e Selargius ovest);
- elementi lungo linea quali cunette alla francese, canali di scolo acque meteoriche e recinzioni;
- edifici.

I materiali oggetto di demolizione saranno principalmente costituiti da:

- materiale inerte (conglomerato cementizio armato e no, laterizi e intonaci);
- materiali ferrosi;
- conglomerato bituminoso.

Per quanto possibile si prevede di riutilizzare i materiali provenienti dalle operazioni di demolizione, tuttavia, ove il riutilizzo o il riciclaggio dei materiali non risultasse fattibile, si dovrà procedere al corretto smaltimento in discarica degli stessi individuando per ciascuno di essi il relativo codice CER.

8.1 Pavimentazione esistente

I lavori in oggetto prevedono la rimozione dell’attuale pavimentazione stradale sia nel tratto di asse principale sia in corrispondenza di strade secondarie limitrofe, quest’ultime riconducibili essenzialmente a due tipologie:

- strade pavimentate;
- strade sterrate.

Lo studio effettuato dall’Università di Pisa circa la composizione dei pacchetti stradali sia della viabilità principale che delle viabilità secondarie (complanari, rampe e rotatorie) in progetto ha verificato la possibilità di riutilizzare parte del materiale proveniente dalla demolizione della pavimentazione esistente per la realizzazione del nuovo pacchetto stradale.

Il fresato proveniente dalla demolizione della pavimentazione esistente e gli aggregati provenienti dalla demolizione della fondazione esistente potranno essere potenzialmente riutilizzati per la realizzazione della nuova pavimentazione.

Per entrambi i lotti le disponibilità di materiali riciclabili per la realizzazione della nuova pavimentazione sono superiori agli effettivi fabbisogni, pertanto sarà necessario prevedere il conferimento a discarica dei seguenti quantitativi di materiale:

	Volumi da conferire a discarica [mc]	
	Fresato	Fondazione
Lotto I	5.772,18	18.549,06
Lotto II	8.407,29	16.035,74

Tabella 22 – Volumi di materiale proveniente dalla demolizione della pavimentazione stradale da conferire in discarica

8.2 Barriere stradali esistenti

La sistemazione della strada statale 554 prevede la rimozione delle barriere stradali esistenti e la posa in opera di nuove barriere di sicurezza stradali. I manufatti in buono stato di conservazioni verranno smontati e messi in deposito per un successivo riutilizzo, in alternativa verranno conferiti in centri di riciclaggio. Si consideri che le barriere stradali sono installate generalmente su basamenti in cemento armato che dovranno essere rimossi a loro volta.

La lunghezza totale delle opere da rimuovere risulta pari a circa 22 km per il lotto 1 e 6 km per il lotto 2.



Figura 82 – Guard rail su asse stradale principale

8.3 Opere d'arte maggiori in c.a.

Il progetto prevede la demolizione ed il successivo rifacimento del cavalcavia della SS 131, allo stato attuale in cattivo stato di conservazione, che sovrappassa l'esistente SS 554 al km 3+050 circa.



Figura 83 – Cavalcavia attuale SS131 su SS.554

E' prevista inoltre la demolizione e successiva ricostruzione anche dei ponti esistenti sul Rio Nou (km 8+350) e sul Rio Cungiaus (km 10+050); nel primo caso l'attraversamento sarà compreso all'interno di un viadotto multicampata di nuova realizzazione, nel secondo caso verrà realizzato un nuovo ponte a luce unica in luogo della struttura esistente.



Figura 84 – Attraversamento Rio Nou al km 8+350 circa

Infine lungo la SS 554 sono presenti muri in cemento armato di dimensioni varie anch'essi oggetto di demolizione.



Figura 85 – Muro di separazione tra rampa 4 e rampa 7 dello svincolo SS 131

Il calcestruzzo proveniente dalle demolizioni potrà essere riutilizzato per recuperi ambientali e per la realizzazione di rilevati previo trattamento. Si evidenzia che il recupero è subordinato all'esecuzione di test di cessione sul rifiuto tal quale.

L'inerte ottenuto dal riciclaggio non potrà essere utilizzato per calcestruzzi strutturali, ma potrà comunque essere impiegato per la realizzazione di rilevati o riempimenti in altri cantieri oppure come inerte per sottofondi, massetti, magrone ed asfalto. Dal materiale da demolizione verrà separata, mediante l'utilizzo di calamite, la frazione metallica, che verrà inviata separatamente a recupero presso impianti autorizzati.

8.4 Passerelle pedonali esistenti

Lungo il tracciato in oggetto sono presenti tre sovrappassi pedonali realizzati in materiale metallico il primo nella zona del futuro svincolo Baracca Manna (km.4+000 circa), il secondo in corrispondenza del futuro svincolo Monserrato (km.6+000 circa), mentre il terzo è nella zona del futuro svincolo Selargius est. Le opere, ormai non più utilizzate, saranno rimosse, così come le relative stradine pedonali di accesso in calcestruzzo.



Figura 86 – Sovrappasso pedonale zona svincolo Selagrus ovest e relativa strada pedonale d'accesso in cls

I tre sovrappassi pedonali metallici verranno demoliti e quindi conferiti in un centro per il riciclaggio dei materiali metallici.

8.5 Elementi lungolinea

Ai lati delle carreggiate, nei tratti in trincea, sono presenti canalette alla francese per lo smaltimento delle acque meteoriche che dovranno essere demolite per permettere l'allargamento della strada statale esistente ai fini dell'adeguamento della sezione stradale alla categoria "B".



Figura 87 – Cunetta alla francese in cls

Lungo lo sviluppo dell'infrastruttura esistente sono presenti inoltre numerosi canali di scolo delle acque meteoriche che verranno demoliti e ricostruiti in funzione del nuovo assetto stradale.



Figura 88 – Attuale canale di scolo in zona Is Corrias – manufatto rettangolare in cls

Infine nelle immediate adiacenze della SS 554 sono presenti numerose recinzioni che dovranno essere rimosse per permettere la realizzazione dell'intervento in progetto.



Figura 89 – Recinzione da rimuovere al km 2+250



Figura 90 – Recinzione da rimuovere in corrispondenza della rotatoria Selargius ovest

Il calcestruzzo armato che costituisce le opere presenti lungo linea verrà trattato analogamente a quanto visto per il calcestruzzo delle opere d'arte maggiori, mentre il metallo costituente le recinzioni verrà avviato ad un centro di riciclaggio.

8.6 Edifici

Per permettere l'adeguamento della SS 554 alla categoria "B" sarà necessario allargare l'attuale sede stradale; ciò comporterà inevitabilmente l'esproprio di alcune aree in corrispondenza delle quali sono attualmente presenti edifici. Si tratta in particolare di 5 edifici di cui si riportano di seguito gli estremi catastali.

COMUNE	FOGLIO	Particelle Fabbricati	Fabbricati
SELARGIUS	42	4565	Distributore Carburanti
MONSERRATO	20	450 / 884	Laboratorio Artigianale / Distrib.
SELARGIUS	31	1934	Distributore Carburanti
SELARGIUS	35	2728	Distributore Carburanti

Per un corretto riutilizzo dei materiali è importante che la demolizione sia selettiva, ossia pianificata e realizzata in modo da separare le componenti omogenee. Per tale demolizione è opportuno quindi affidarsi ad operatori specializzati, che operino contestualmente la suddivisione dei materiali e il loro eventuale primo trattamento in cantiere.

Il riutilizzo o lo smaltimento di questi materiali sarà funzione della quantità e della qualità risultante. In particolare essi potranno essere inviati al recupero in procedura semplificata (D.M. 5 aprile 2006 n° 186) oppure essere smaltiti in discarica controllata seguendo le indicazioni del Decreto 27 settembre 2010 e s.m.i.

Fanno parte degli edifici da demolire 3 distributori di carburante i quali saranno certamente dotati di cisterne interrate per lo stoccaggio dei carburanti stessi. Se le cisterne rinvenute saranno in buono stato di conservazione si proporrà il riutilizzo delle stesse a seguito di pulizia, in alternativa andranno smaltite con il codice CER relativo ai rifiuti metallici contaminati da sostanze pericolose.

9 OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

9.1 Opere di Mitigazione Acustica

Rumore in fase di esercizio

Al fine di proteggere i ricettori dal rumore indotto dalla infrastruttura stradale di progetto, si è intervenuto tramite installazione di barriere acustiche fonoassorbenti in alluminio di altezza variabile da 3, 4, 5 metri, con specchiature in PMMA per altezze superiori a 3 m. I pannelli trasparenti favoriscono l'intrusione visiva per le barriere più alte.

E' altresì prevista per alcuni edifici la sostituzione dei serramenti attuali con finestre fonoisolanti.

Gli interventi sono riportati sull'elaborato Rumore: Carta dei ricettori e degli interventi di mitigazione (scala 1:5.000), cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-PP-12-13 e negli elaborati Rumore: clima acustico post operam con interventi di mitigazione (diurno, cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-PP-18-19 e notturno, cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-PP-20-21) – scala 1:5.000.

Nella seguente tabella vengono riassunte le barriere antirumore:

LOTTO	BARRIERA N.	CARREGGIATA	PROG. INIZIO	PROG. FINE	L (m)	H (m)	SUPERFICIE (mq)
1	1	Nord	1+856	1+949	90	3	270
1	2	Sud	2+076	2+318	270	5	1350
1	3	Sud	su svincolo SS131 dir		420	5	2100
1	4	Sud	3+372	3+477	105	4	420
1	5	Sud	3+477	3+722	234	3	702
1	6	Sud	4+239	4+323	126	4	504
1	7	Sud	5+360	5+465	105	5	525
1	8	Sud	5+612	5+787	174	4	696
1	9	Nord	6+149	6+287	138	3	414
2	10	Sud	7+873	7+971	99	4	396
2	11	Sud	9+170	9+272	102	3	306
2	12	Sud	10+065	10+168	102	3	306

Le finestre fonoisolanti previste sono a ventilazione naturale, con serramenti avente potere fonoisolante L_w misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 35 dB.

Nella seguente tabella vengono riassunti gli interventi diretti previsti. Si riportano comune di appartenenza e destinazione d'uso del ricettore, il numero di piani fuori terra totali dell'edificio, i livelli fuori terra da proteggere (frontali e laterali alla Nuova SS554) e i metri quadri totali di finestre da sostituire.

Comune	Cod. ricettore	Destinazione d'uso	n. piani fuori terra totali	Piani fuori terra da proteggere frontali	Piani fuori terra da proteggere laterali	Totale m ² finestre
Cagliari	092009FV00117	Scuola	3	3	-	108
Cagliari	092009FV00115	Scuola	4	4	-	54

Selargius	092068CE00030	Residenza	5	2-3-4-5	4-5	123
Selargius	092068CE00045	Residenza	5	5	-	4

9.2 Opere di Mitigazione Atmosferica

Rispetto a quanto previsto a base gara, il progetto definitivo offerto prevede l'integrazione delle formazioni arboree ed arbustive in alcuni punti specifici del tracciato, allo scopo di mascherare il tracciato stradale specialmente nelle tratti ove le aree residenziali risultano prospicienti l'infrastruttura viaria. La formazione verde consente, inoltre, di schermare i fronti edificati dalla emissione di polveri in fase di esercizio rispondendo pertanto alle esigenze di miglioramento della qualità della salute umana.

Tali interventi sono previsti nei seguenti tratti del tracciato:

da progr. 2+612 fino a seguire l'andamento della rampa esterna dello svincolo con la SS131;

da progr. 3+893 a progr. 4+042;

da progr. 6+586 a progr. 6+734;

da progr. 6+790 a progr. 7+032;

da progr. 10+059 a progr. 10+345;

da progr. 10+400 fino a seguire il tracciato della Nuova Cagliaritana in direzione Poetto.

9.3 Opere a verde

Le sistemazioni ambientali proposte si fondano prevalentemente su interventi di restauro che consentono contemporaneamente il recupero delle aree direttamente interessate dalla realizzazione del progetto e la valorizzazione degli elementi che ad esso si relazionano percettivamente e funzionalmente. L'utilizzo di impianti a verde ha, infatti, non solo il fine di offrire una riqualificazione di tipo estetico - percettiva, ma ha anche il compito di operare la ricostruzione degli elementi a valenza naturale in un contesto che, come detto, si caratterizza per l'elevata valenza antropica.

Le sistemazioni a verde svolgono varie funzioni:

- sono tese a perseguire l'eliminazione/contenimento delle potenziali interferenze rilevate nel corso delle analisi ambientale condotta in sede di redazione dello Studio di Impatto Ambientale, al fine di perseguire nuove strategie di organizzazione e strutturazione ambientale e paesistica;
- svolgono la funzione di integrare l'infrastruttura di progetto all'interno del contesto di intervento perseguendo al contempo la definizione di un nuovo spazio che, non occultando il manufatto stradale, conformi e caratterizzi il contesto attraversato;
- sono tese a cogliere il potenziale di riqualificazione ambientale insito in ogni intervento di modificazione umana del territorio, che oltre ad essere subordinato al massimo rispetto dell'ambiente, deve tendere alla determinazione degli effetti di recupero e valorizzazione delle risorse ambientali e culturali.

L'approccio seguito persegue quindi l'integrazione e l'inserimento a carattere fondamentalmente naturalistico, con l'obiettivo di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla.

Il filo conduttore è rappresentato dalle opere a verde che svolgono varie funzioni come:

- la ricucitura con le formazioni vegetali di tipo naturale esistente e la riqualificazione ecologico - funzionale delle aree di intervento;
- l'arredo verde in corrispondenza delle aree intercluse, rotatorie e svincoli;
- l'inserimento ambientale dell'opera mediante la costituzione di quinte verdi con funzione di schermo e mascheramento percettivo.

I numerosi e complessi fattori che hanno determinato la scelta delle specie vegetali da utilizzare per gli interventi di mitigazione ambientale sono così sintetizzabili:

- fattori ecologici: le specie prescelte sono state individuate tra quelle autoctone, sia per motivi ecologici (dinamismo vegetazionale) che per capacità di attecchimento. Si è cercato anche di individuare specie che possiedono doti di reciproca complementarietà, in modo da formare associazioni vegetali polifittiche ben equilibrate e con doti di apprezzabile stabilità nel tempo.
- criteri ecosistemici: si è tenuto conto della potenzialità delle specie vegetali nel determinare l'arricchimento della complessità biologica, anche al fine di incrementare la disponibilità di rifugio e di fonti alimentari per l'avifauna e la fauna terrestre.
- fattori logistici: si è tenuto conto della reperibilità sul mercato del materiale vivaistico.
- criteri agronomici ed economici: in generale gli interventi sono calibrati in modo da contenere gli interventi e le spese di manutenzione (potature, sfalci, irrigazione, concimazione, diserbo).
- criteri di sicurezza stradale.

Per le sistemazioni a verde si propone, pertanto, di usare sia le specie tipiche della macchia e del bosco tipico della Sardegna, sia le piante coltivate nell'Isola, comprese le specie oggi quasi estinte che hanno viaggiato sulle navi dei romani o degli arabi. Sono le piante che evocano la Sardegna interna e il Mediterraneo. Ma non solo storia passata, tra queste specie anche il Mandorlo, oggi al centro di un tentativo di rilancio dell'agricoltura isolana.

Si tratta ovviamente di specie rustiche, per la gran parte molto resistenti all'aridità e che non richiedono interventi idrici dopo una prima fase di attecchimento.

Sono previste le seguenti tipologie di sistemazione a verde:

- inerbimento;
- esemplare isolato di prima grandezza;
- fascia arbustiva;
- fascia arboreo arbustiva di mitigazione;
- macchia arbustiva;
- filare arboreo singolo (alberi II grandezza);
- filare arboreo singolo/doppia (alberi I grandezza).

9.3.1 Inerbimento

L'inerbimento è associato a tutte le tipologie di sistemazioni a verde individuate ed è comunque previsto in tutte quelle situazioni in cui viene attuato il recupero di aree residuali e di tratti dismessi della viabilità esistente.

La semina sarà eseguita utilizzando le seguenti specie: *Anacylus tomentosus*, *Potentilla reptans*, *Paronychia argentea*, *Teucrium polium susp.aureum*, *Sedum album*, *Sedum dasyphyllum*, *Teucrium herba barona* e *Thymus capitatus*.

Nelle scarpate le miscele potranno essere arricchite con i seguenti taxa, tipici degli ambienti di gariga: *Artemisia arborescens*, *Bituminaria bituminosa*, *Dactylis hispanica* e *D. glomerata*, *Daucus carota*, *Dittrichia viscosa*, *Foeniculum vulgare*, *Helichrysum microphyllum subsp. tyrrhenicum*, *Phagnalon rupestre* e *P. saxatile*, *Piptatherum miliaceum*, *Ptilostemon casabonae*, *Sinapis alba*.

Fascia arbustiva

La siepe arbustiva insieme al filare arboreo di seconda grandezza contribuisce alla realizzazione del verde strutturato proposto all'interno delle aree di svincolo (svincolo con la SS131 e svincolo con la SP 8) e delle aree residuali che si vengono a formare nell'intorno della Nuova Cagliaritana.

Tipologia	Fascia arbustiva		
	Associazioni vegetali		
	Sommacco	<i>Rhus coriaria (Rc)</i>	50%
	Lentisco	<i>Pistacia lentiscus (Pl)</i>	50%
Dimensione	90 mq (3m x 30m)		
Quantità e dimensioni all'impianto	60 arbusti		

9.3.2 Fascia arboreo - arbustiva di mitigazione

L'intervento è finalizzato alla protezione di alcuni fronti edificati posti in stretto rapporto con il tracciato stradale. La creazione di una fascia verde ampia dello spessore minimo di 3-4 metri consente di proteggere i fronti edificati dalla emissione di polveri in fase di esercizio. Tali fasce verdi consentono di riqualificare a livello ambientale le aree urbane, al contempo, il loro impatto visivo.

Tipologia	Fascia arboreo – arbustiva di mitigazione		
	Associazioni vegetali		
	Carrubo	<i>Ceratonia siliqua (Cs)</i>	50%
	Olivastro	<i>Olea oleaster (Oo)</i>	50%
	Mirto	<i>Myrtus communis (Mc)</i>	20%
	Lentisco	<i>Pistacia lentiscus (Pl)</i>	80%
Dimensione	128 mq (4m x 32m)		
Quantità e dimensioni all'impianto	8 alberi		
	51 arbusti		

9.3.3 Macchia arbustiva

La formazione della macchia arbustiva è prevista principalmente all'interno dell'ampia area di svicolo di connessione con la SS131. Piccole macchie arbustive sono previste all'interno delle isole delle rotonde secondarie, ovvero delle rotonde che non sono interessate dall'attraversamento dei viadotti.

Tipologia	Macchia arbustiva		
	Associazioni vegetali		
	Corbezzolo	<i>Arbutus unedo (Au)</i>	30%
	Ginepro	<i>Juniperus communis (Jc)</i>	20%
	Lentisco	<i>Pistacia lentiscus (Pl)</i>	20%
	Mirto	<i>Myrtus communis (Mc)</i>	14%
	Lavanda selvatica	<i>Lavandula stoechas (Ls)</i>	16%
Dimensione	225 mq (15m x 15m)		
Quantità e dimensioni all'impianto	150 arbusti		

9.3.4 Filare arboreo singolo (alberi II grandezza)

Come precedentemente indicato il filare arboreo associato alla siepe arbustiva contribuisce alla realizzazione del verde strutturato proposto all'interno delle aree di svicolo (svicolo con la SS131 e svicolo con la SP 8) e delle aree residuali che si vengono a formare nell'intorno della Nuova Cagliariitana.

Tipologia	Filare arboreo singolo (alberi II grandezza)		
	Associazioni vegetali		
	Carrubo	<i>Ceratonia siliqua (Cs)</i>	100%
Dimensione	224 mq (7m x 32m)		
Quantità e dimensioni all'impianto	8 alberi		

9.3.5 Filare arboreo singolo (alberi I grandezza)

Il filare arboreo costituito da alberi di prima grandezza ha il compito di mascherare alcune porzioni del tracciato stradale che risultano più significative in termini di ingombro visivo quali ad esempio tratti di approccio ai viadotti, rilevati alti, muri.

Tipologia	Filare arboreo singolo (alberi I grandezza)		
	Associazioni vegetali		
	Sughera	<i>Quercus suber (Cs)</i>	100%
Dimensione	192mq (8m x 24m)		
Quantità e dimensioni all'impianto	3 alberi		

9.3.6 Esempari arborei isolati

In presenza di spazi esigui in cui non risulta possibile proporre sistemazioni a carattere lineare o areale è previsto l'impianto di esemplari arborei isolati di Sughera (*Quercus suber*). Tali esemplari rappresentano degli elementi di riferimento visuale negli spazi aperti posti lungo il tracciato.

10 IMPIANTI

10.1 Illuminazione

L'impianto di illuminazione di ogni svincolo è dimensionato in modo da garantire un illuminamento medio secondo quanto previsto dalla norma UNI 11248:2012 e UNI EN 132101-2 in funzione della tipologia delle strade.

La disposizione dei corpi illuminanti è stata scelta in funzione delle caratteristiche geometriche delle strade in modo da mantenere un buon confort visivo, ridurre i fenomeni di abbagliamento e realizzare una elevata uniformità dell'illuminamento del manto stradale che possa permettere l'immediata percezione di incroci e svincoli.

In ogni svincolo sono state illuminate le corsie di accelerazione e decelerazione, le rampe e le intersezioni con le complanari, ove presenti.

Inoltre il progetto prevede la realizzazione di intersezioni a raso lineari o a rotonda che collegano la nuova viabilità con la viabilità locale esistente; in questi casi è stata prevista l'illuminazione sia dell'intersezione sia delle strade di accesso secondo quanto previsto nell'Appendice C della norma UNI 11248:2012.

Ai fini dello studio illuminotecnico, sono state classificate le strade in riferimento alle prescrizioni della norma UNI 11248:2012, che associa una categoria illuminotecnica in funzione del tipo di strada e di alcuni parametri di influenza quali ad esempio i limiti di velocità, la presenza di zone di conflitto, la complessità del campo visivo.

Tutti gli impianti di illuminazione sono realizzati con corpi illuminanti che dovranno risultare installati ad un'altezza di 8 m in riferimento al livello carreggiata, montati su pali in acciaio zincato a caldo che devono permettere tale altezza, inoltre i pali saranno con sbracci di 1,5 m.

Saranno installate armature con ottica di tipo cut-off per evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto e contenere il fenomeno dell'inquinamento luminoso.

Le lampade utilizzate sono del tipo Led da 50 W o da 61 W, caratterizzate da bassi consumi ed elevata efficienza luminosa. I pali sono sostenuti mediante basamenti in calcestruzzo, prefabbricati di dimensioni 900x900x550 mm.

I pali sono posizionati lungo la carreggiata ad una distanza di circa 2,20 m dal margine della banchina, gli interassi variano in funzione della categoria illuminotecnica di progetto e della geometria della strada, e sono riportati nei calcoli illuminotecnici. Come previsto dalla norma CEI 64-7 articolo 3.6.1 la distanza minima dei sostegni dai limiti della carreggiata nelle strade extraurbane deve essere di almeno 140 cm.

La posizione e la tipologia dei corpi illuminanti è riportata negli elaborati specifici.

La scelta di utilizzare apparecchi a LED è in linea con l'attuale stato dell'arte che prevede sorgenti luminose ad elevata efficienza nell'ottica di contenere il consumo energetico.

Nella progettazione illuminotecnica si dovrà evitare per quanto possibile di illuminare aree non destinate alla circolazione stradale.

Armatura stradale tipo FIVEP KAI MEDIUM – 44 LED 350mA (vetro piano temprato), a LED 44W, 4000K, 5720lm, Resa cromatica maggiore di 70, completa di un driver elettronico montato su piastra asportabile e adatto alla potenza assorbita dal sistema led.

Armatura stradale tipo FIVEP KAI MEDIUM - 54 LED 350mA (vetro piano temprato), a LED 54W, 4000K, 6940lm, Resa cromatica maggiore di 70, completa di un driver elettronico montato su piastra asportabile e adatto alla potenza assorbita dal sistema led.

10.2 Distribuzione elettrica

L'energia viene fornita, attraverso diverse forniture in bassa tensione, ai nuovi quadri elettrici, ubicati nelle aree di svincolo come da elaborati grafici di progetto.

La fornitura ha le seguenti caratteristiche:

- Tensioni nominali di alimentazione: 400 V concatenate e 230 V stellate
- Frequenza nominale di tali tensioni: 50 Hz.
- Distribuzione delle alimentazioni: trifase con neutro
- Tipo di distribuzione: in derivazione
- Caduta di tensione massima: 4%
- Fattore di potenza: 0,95

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati costituiti da tubazione in pvc pesante, diametro 110 mm, doppia parete del tipo corrugato, da posizionarsi su scavi a sezione obbligata realizzati con mezzi meccanici.

Al fine di permettere un corretto infilaggio dei cavi elettrici, le tubazioni saranno intercettate da pozzetti in cls prefabbricati con chiusini carrabili.

Gli impianti dei vari svincoli presentano caratteristiche simili tra loro: le utenze costituite dai corpi illuminanti posti sulle rampe di svincolo e sulle corsie di accelerazione e decelerazione sono collegate ad un quadro elettrico posizionato a ridosso della viabilità principale, in posizione il più possibile baricentrica.

Tutte le altre utenze sono collegate a quadri elettrici posizionati in modo da essere facilmente raggiungibili dalla viabilità locale, per un'agevole manutenzione da parte dell'ente competente.

Ogni quadro permette la distribuzione dell'energia elettrica alle varie utenze per mezzo di interruttori automatici a protezione delle linee in uscita.

La derivazione dei cavi per ogni palo avviene nell'apposita morsettiera di connessione.

Il dimensionamento delle linee ha tenuto conto del coordinamento tra le correnti di impiego, quelle di intervento delle protezioni e le correnti massime consentite dai cavi nelle condizioni di posa previste.

La protezione dai contatti diretti è realizzata mediante l'impiego di conduttori isolati (FG7OR) e apparecchiature con grado di protezione superiore sempre a IP 2X.

La posa dei cavi di alimentazione avverrà all'interno di cavidotti interrati, costituiti da tubi protettivi a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, resistenza allo schiacciamento di 450 N, completo di giunto a manicotto conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4. Diametro esterno mm 110.

I cavi di alimentazione sono di tipo FG7OR 0,6/1 kV con conduttore di rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolati con miscela etilenpropilenica, guaina esterna a base di P.V.C. e riempitivi in materiale non igroscopico nelle formazioni multipolari, tensione nominale U_0/U 0,6/1 KV.

10.3 Impianti meccanici

In ognuna delle 17 vasche di prima pioggia è prevista l'installazione (compresa nella dotazione standard della vasca) di una elettropompa sommersa al fine di prelevare la portata necessaria allo svuotamento dalla vasca stessa ed inviarla alla sezione dedicata al disoleatore. La tipologia di elettropompa prevede;

- Corpo e girante in ghisa;
- Basamento in ghisa;
- Motore ecologico a secco;
- nr. 2 Tenute meccaniche in carburo di silicio, in camera olio, v-ring;
- Mandata verticale;
- Protezione termica, relè e galleggianti.

Ciascuna elettropompa richiede una potenza elettrica d'ingresso pari a circa 1,6 kW.

A servizio dell'area sottopasso SS125, in cui si prevede l'accumulo di acqua meteorica in ragione dell'abbassamento di quota, si è previsto l'installazione di tre elettropompe dotate delle seguenti caratteristiche principali:

- Pompa centrifuga non autoadescante, monostadio, per la gestione di acque reflue, acqua di processo e liquame non depurato.
- La girante fornisce il passaggio sferico libero di solidi fino a 100 mm ed è adatta per acque reflue con contenuto di materiale solido fino al 3%.

Ciascuna elettropompa avrà una potenza elettrica assorbita pari a circa 8,4 kW, sarà dotata di accoppiamento rapido, catene, saracinesche e valvola di non ritorno, galleggianti e possibilità di adozione di quadro acustico/visivo. Sarà presente il quadro di gestione dell'insieme delle tre pompe.

11 CANTIERIZZAZIONE E SICUREZZA

Si prevede per l'appalto in oggetto, un assetto lavorativo di base con 5 giorni lavorativi settimanali (feriali), basati su singolo turno nelle ore diurne. Sono invece prevedibili lavorazioni nei giorni festivi e qualche intervento notturno per limitare gli impatti di fasi delicate sul traffico.

Nella presente capitolo viene illustrato il **piano generale della cantierizzazione**, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti connessi alle movimentazioni all'interno delle aree di cantiere e i percorsi di approvvigionamento ed allontanamento dei materiali.

Per questa fase è stato sviluppato un approfondito studio del territorio e delle disponibilità necessarie all'esecuzione delle opere in piena sicurezza e soprattutto nel limitare il più possibile le interferenze con il traffico ordinario.

11.1 Aree di cantiere

Le aree per gli apprestamenti di cantieri individuate a base di gara, dopo una verifica dei luoghi, risultano idonee per un corretto svolgimento dei lavori, recependo anche le informazioni nuove fornite dall'amministrazione. Si evidenzia che la presente proposta progettuale **NON IMPEGNA aree ulteriori rispetto a quelle messe a disposizione**.

L'elencazione delle aree di cantiere (intese come aree puntuali a supporto dei lavori distribuiti sulla linea e come cantiere base), e la individuazione fisica sul territorio, è riportata sull'elaborato grafico "DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-PP-01 per il Lotto 01" (cui si rimanda per una completa lettura) unitamente all'elaborato "DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-PP-02 per il Lotto 02"; Tali elaborati evidenziano anche le principali dotazioni dei singoli cantieri, riportando anche le informazioni relative alla linea, alla bonifica del fondo, alle recinzioni ed agli accessi.

Si specifica che sono stati individuati un cantiere base per ogni lotto (Cantiere C1 per il Lotto 01 e cantiere C6 per il Lotto 02) e due cantieri operativi per ogni lotto (C2 e C3 per il primo lotto e C4 e C5 per il secondo lotto). Sono poi presenti delle zone logistiche lungo linea, con funzione di assistenza locale ai lavori di linea o ad opere importanti (ad. esempio i viadotti in progetto).

L'effettivo tracciamento delle superfici a disposizione deve comunque essere eseguito nel rispetto dei contenuti dei documenti dedicati all'individuazione degli espropri e delle occupazioni temporanee.

Il risultato di tali considerazioni, ha portato alla configurazione di due tipologie di cantiere:

1. **Cantiere base**, (C1 per il Lotto 01 e C6 per il Lotto 02);
2. **Cantieri operativi**, se ne prevedono 4, due per il Lotto 01 (C2 e C3) e due per il Lotto 02 (C4 e C5);

11.1.1 Cantiere base (C1 Lotto 01 e C6 Lotto 02)

Il cantiere base coincide con i rispettivi sedimi posti a base di gara. Su tale area saranno ospitati i principali box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e per gli operai.

E' sostanzialmente il cuore logistico delle operazioni.

Il numero delle persone previste in media (con riferimento al solo scopo del dimensionamento delle infrastrutture di cantiere) come operanti in cantiere (per ogni lotto) è stimato pari a circa 120 unità. I servizi di cantiere (intesi come logistica complessiva) sono di conseguenza stati dimensionati sulla base di tale numero, con la sola esclusione del servizio dormitorio, valutando sufficiente un numero pari a 60 unità di posti letto (ognuno in stanza singola).

Tutta la logistica di cantiere rispetta i requisiti posti a base di gara, con particolare riferimento agli aspetti igienico sanitari.

In sintesi essi contengono (in elencazione non esaustiva):

- locali uffici per la Direzione del cantiere e per la Direzione Lavori;
- mensa;
- zona spogliatoi ed alloggi maestranze;
- servizi igienici;
- infermeria;
- officina per la manutenzione, la riparazione dei mezzi d'opera e di cantiere, il lavaggio dei mezzi stessi e lo stoccaggio degli olii esausti e delle batterie;
- zona per lo stoccaggio dei rifiuti assimilabili agli urbani;
- buca per lavaggio automezzi;
- fossa settica;
- deposito carburante e pompa di distribuzione;
- magazzini;
- centrale termica;
- impianto elettrico;
- impianto idrico;
- rete di raccolta acque meteoriche e di scolo per i piazzali e la viabilità interna;
- impianto telefonico;
- impianto per la protezione dalle scariche atmosferiche;
- torri faro;
- gruppo elettrogeno;
- parcheggio delle autovetture e zona per il ricovero dei mezzi di cantiere;
- guardiania;
- area per lo stoccaggio temporaneo.

Per i dimensionamenti si veda l'elaborato grafico di cantierizzazione "DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-PP-01" per il Lotto 01 e "DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-PP-02" per il Lotto 02.

Nel seguito sono riportate comunque immagini rappresentative delle aree e delle rispettive dotazioni.

Si evidenzia che per il campo base C6 è disponibile una visualizzazione grafica 3D; per la consultazione si invita alla lettura dell'elaborato "DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-SC-02".

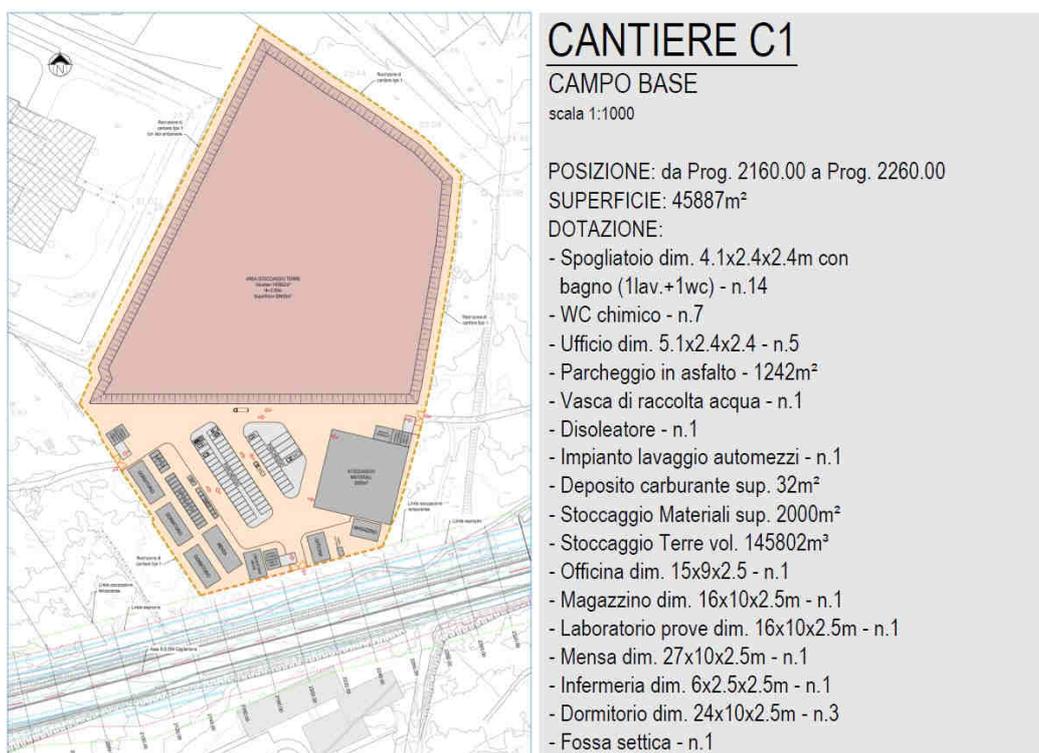


Figura 91– immagine campo base C3

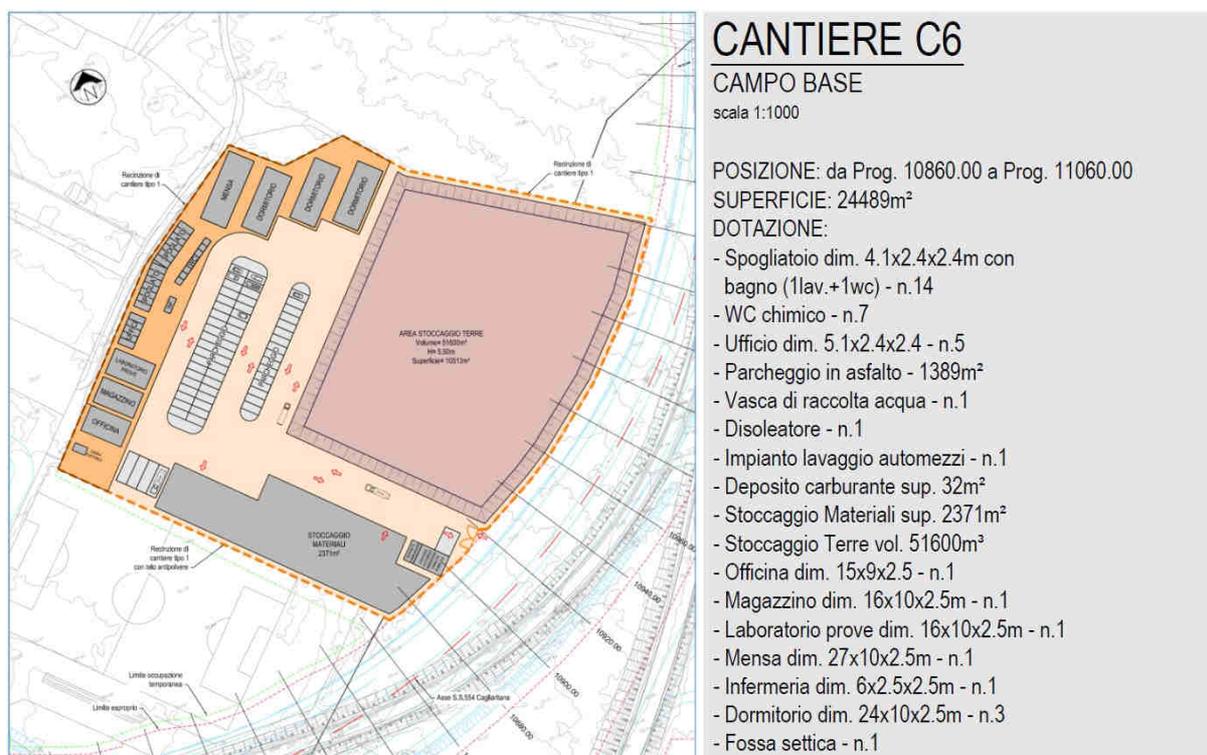


Figura 92– immagine campo base C6

11.1.2 Cantieri operativi

Nell'approfondire l'analisi della cantierizzazione posta a base di gara, si è ritenuto di evidenziare l'effettiva funzione delle aree messe a disposizione. Si annota che rispetto alle previsioni a base di gara sono confermati i cantieri operativi intesi come aree di supporto logistico alle lavorazioni delle principali opere d'arte lungo linea. I Cantieri Operativi, nel numero indicato in tabella che segue, sono localizzati in corrispondenza delle principali opere d'arte ed ospitano gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere stesse.

Le aree di cantiere operativo sono caratterizzate dalla presenza di zone destinate alle diverse attività operative previste e che ospitano le attrezzature necessarie allo svolgersi del lavoro.

Di base nei cantieri operativi saranno presenti (per il dettaglio si vedano i riquadri seguenti):

- zona per la movimentazione e lo stoccaggio di materiali in magazzini o aree all'aperto;
- zona per manutenzione e lavaggio dei mezzi di cantiere;
- zona uffici di appoggio;
- zona spogliatoi e servizi igienici;
- zone di parcheggio degli automezzi e dei mezzi d'opera;
- zona per il trattamento delle acque di piazzale;
- aree di manovra e operatività
- zone per lo stoccaggio temporaneo di materie

nei cantieri C2 e C5 si prevede la realizzazione di impianti di betonaggio.

11.1.3 Area di deposito e stoccaggio

Come detto presso i cantieri da C1 a C6 con la sola eccezione del cantiere C5 sono state individuate aree specifiche per deposito temporaneo del materiale scavato.

11.1.4 Area di cantiere di linea

Le rimanenti superfici espropriate per l'opera definitiva, o di fatto assoggettate ad occupazione temporanea, costituiscono di fatto il cantiere di linea, nel quale si sviluppa la costruzione dei rilevati, delle trincee e delle opere d'arte tutte.

11.2 Organizzazione del cantiere

Sono stati predisposti i seguenti crono programmi di progetto:

- "DPCA06-D-1501-T00-CA-01-CAN-CP-01 Cronoprogramma Lotto 1".
- "DPCA06-D-1501-T00-CA-01-CAN-CP-02 Cronoprogramma Lotto 2".

In detti elaborati sono rappresentate esplicitamente le fasi di lavoro in linea.

11.2.1 Macrofasi di intervento e indicazioni generali

Per quanto riguarda gli aspetti specifici dell'organizzazione del cantiere si rimanda agli elaborati grafici di sicurezza e cantierizzazione. Sulle planimetrie con relative sezioni in particolare sono definite:

- Luogo di lavoro
- Accessi dalle pubbliche vie
- Piste di cantiere
- Presenza censita di reti (si veda tavola specialistica per la risoluzione delle interferenze)
- Recinzioni e tipologia
- Campo base, cantieri operativi, cantieri di deposito e stoccaggio

Le indicazioni degli elaborati grafici forniscono guida alla lettura della cantierizzazione ma non sono ovviamente esaustivi di tutte le indicazioni contenute nei testi del presente piano di cantierizzazione, di tutte le situazioni che si possono trovare in cantiere e delle indicazioni contenute nella normativa nazionale, indicazioni che vanno comunque rispettate.

Come anticipato, per meglio organizzare la lettura e la comprensione dei documenti, si è prevista, vedasi crono programma, l'individuazione di numero 3 Macrofasi di lavoro di linea (per il Lotto 01 e numero 3 per il Lotto 02) denominate "P01, P02, P03", intese come intervalli temporali, nei quali descrivere le tratte di intervento attive (come lavorazione), quelle completate e quelle da eseguire. Tale nomenclatura, trova applicazione in tutti gli elaborati, grafici e non della cantierizzazione e della sicurezza in generale, e in particolare nel citato crono programma e nel citato quadro sinottico generale. Per la corretta individuazione delle fasi di lavoro attive all'interno delle singole macrofasi si rimanda al crono programma.

Sono poi state individuate delle fasi relative a zone puntuali quali gli svincoli, di base indipendenti da quelle sopracitate, indicate nei relativi disegni descrittivi delle fasi.

Per quanto riguarda le macro-fasi esecutive, rimandando agli elaborati specifici della sezione cantierizzazione, è stato previsto quanto segue.

Macrofasi di intervento Lotto 01 in linea

- **MACROFASE DI LINEA 1** denominata **P01** (da terzo mese fino a fine del 5° mese)..
Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:
- **MACROFASE DI LINEA 2** denominata **P02** (da quinto cantiere fino alla fine del 10° mese)..
Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:
- **MACROFASE DI LINEA 3** denominata **P03** (11° mese).
Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:

Macrofasi di intervento Lotto 02 in linea

- **MACROFASE DI LINEA 1** denominata **P01** (da terzo mese fino a fine del 5° mese)..
Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:
- **MACROFASE DI LINEA 2** denominata **P02** (da quinto cantiere fino alla fine del 10° mese)..
Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:

- **MACROFASE DI LINEA 3** denominata **P03** (11° mese).

Tale macrofase prevede in le seguenti lavorazioni:

Per quanto riguarda gli svincoli, è stato elaborato uno studio di fasi di dettaglio per quanto riguarda:

- Svincolo SS.131dir
- Svincolo Baracca Manna
- Svincolo SS.125
- Svincolo tipo con rotatoria.

11.3 Gestione del traffico in fase di cantiere

Al fine di valutare gli impatti sul traffico delle diverse fasi di cantiere, sono stati implementati due differenti modelli di simulazione. L'approccio utilizzato prevede sia un'analisi di area vasta, attraverso l'utilizzo del modello di macrosimulazione di cui al capitolo 5.11, sia un approfondimento puntuale su 3 ambiti principali: lo svincolo con la SS 131, lo svincolo tipo (cavalcavia lungo la SS 554 e nodo a rotatoria) e lo svincolo SS 125. Le analisi di dettaglio sono state effettuate attraverso l'implementazione e puntuale interrogazione di modelli di microsimulazione dinamica, in grado di riprodurre il comportamento di guida al livello del singolo veicolo, consentendo un'analisi precisa e affidabile su quelli che saranno gli effetti dovuti a modifiche geometriche del tracciato e restrizioni alla circolazione tipiche dei cantieri stradali. I risultati delle microsimulazioni sono riportate nei capitoli 11.3.2, 11.3.3 e 0. Si precisa che le valutazioni economiche richiamate nel presente capitolo non anticipano in alcun modo l'offerta economica formulata sui lavori in oggetto. Per maggiori approfondimenti sul tema della viabilità si rimanda al documento DPCA06-D-1501-T00-CA-00-CAN-RE-02-A "Studio del traffico nelle fasi di costruzione".

11.3.1 Gestione del traffico sulla sede SS.554

L'analisi della gestione del traffico sulla sede della SS.554 è stata effettuata attraverso il modello di macrosimulazione di area vasta. Lo scopo principale è quello di valutare a livello globale gli effetti della cantierizzazione, fornendo un adeguato supporto alla definizione della proposta progettuale migliorativa rispetto a quella a base gara. Nello specifico sono stati simulati due scenari di cantiere (Lotto 1 e Lotto 2, cui si rimanda agli appositi capitoli per una maggiore approfondimento) con la configurazione a base gara e, sulla base delle criticità emerse, è stato possibile definire un'apposita strategia di cantierizzazione alternativa migliorativa sia dal punto di vista della circolazione nell'area di studio, sia rispetto agli impatti gravanti sul traffico ad area vasta.

11.3.1.1 Cantiere Lotto 1 – Area vasta

Lo scenario di cantiere relativo al Lotto 1 è quello più impattante dal punto di vista delle ricadute sulla circolazione veicolare, in quanto comprende la porzione della SS.554 su cui attualmente si registra la maggior pressione veicolare.

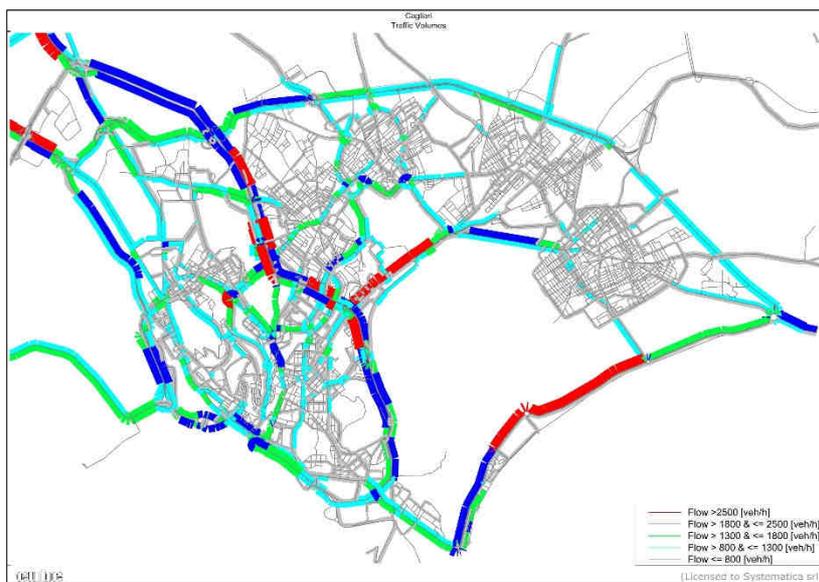


Figura 93 – Flussi di traffico scenario proposta progettuale di cantiere Lotto 1.

La figura successiva mostra il confronto tra i flussi di traffico della fase di proposta progettuale di cantiere e stato di fatto.

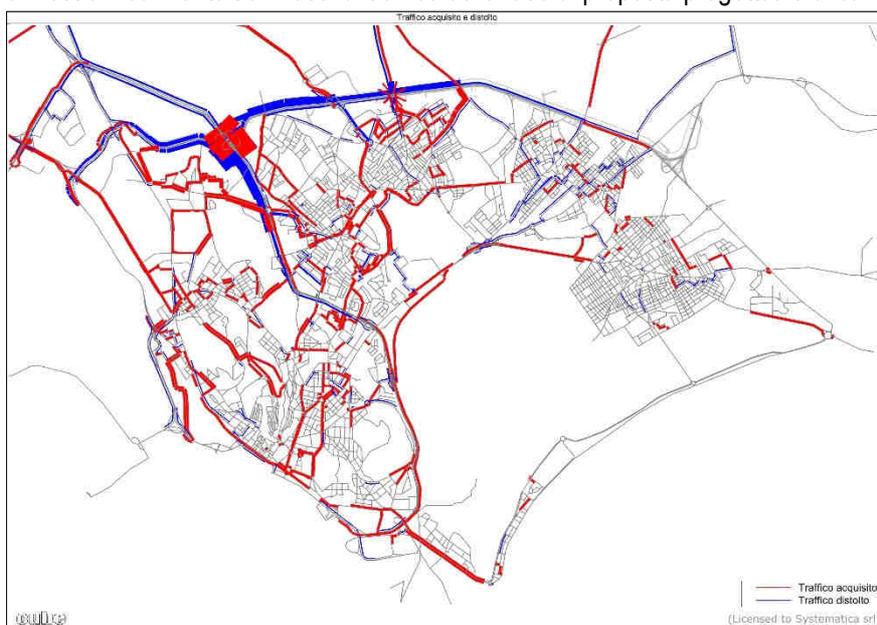


Figura 94 – Confronto stato di fatto e scenario proposta progettuale di cantiere Lotto 1

Gli impatti rispetto allo stato di fatto consistono in un aumento dei flussi di traffico sulle direttrici di penetrazione radiali all'area urbana, con un conseguente scarico della SS.131dir dovuto alla cantieristica dello svincolo (che mostra un carico aggiuntivo dovuto alle complanari). Inoltre, si registra un maggior flusso nel viale Marconi, che va ad accogliere le relazioni veicolari che nella fase di cantiere risentono necessariamente delle restrizioni alla circolazione sulla SS.554. La tabella successiva mostra gli indicatori trasportistici di confronto della proposta progettuale (PRJ) sia con lo stato di fatto (SDF),

sia con la configurazione a base gara, in modo da avere un riscontro oggettivo degli effetti e impatti relativi dei diversi scenari testati, anche a livello economico (VOC e VOT).

Lotto 1	Area Vasta				SS 554			
	Annuali	veh*km	veh*h	VOC	VOT	veh*km	veh*h	VOC
SDF	3,381,227,664	108,684,202	€ 879,844,907	€ 1,850,894,944	292,586,208	6,752,972	€ 76,135,212	€ 115,003,301
Base Gara	3,395,810,165	112,591,156	€ 883,639,487	€ 1,917,430,479	250,012,369	7,664,892	€ 65,056,876	€ 130,533,318
PRJ	3,406,483,243	111,433,006	€ 886,416,778	€ 1,897,707,139	264,348,317	5,933,275	€ 68,787,300	€ 101,043,839
PRJ vs SDF	0.75%	2.53%	€ 6,571,871	€ 46,812,194	-9.65%	-12.14%	-€ 7,347,912	-€ 13,959,463
PRJ vs Base Gara	0.31%	-1.03%	€ 2,777,291	-€ 19,723,340	5.73%	-22.59%	€ 3,730,423	-€ 29,489,479

Tabella 23 – Indicatori annuali di prestazione scenario di cantiere Lotto 1

Gli indicatori mostrano come gli impatti sul traffico durante la fase di cantiere Lotto 1 siano naturalmente peggiorativi rispetto alla situazione attuale. Tuttavia la proposta progettuale, rispetto a quella a base gara, garantisce importanti risparmi di tempo, mentre le maggiori percorrenze sono dovute alla migliore fruibilità del tracciato.

Traducendo economicamente tali indicatori, si ha che in un anno la proposta progettuale garantisce un risparmio pari a € 16,946,049 a livello di area vasta e € 25,759,056 a livello puntuale. Tali valori, più alti a livello puntuale, sono rappresentativi dell'equilibrio che, a livello di area vasta, viene raggiunto dall'intera domanda di mobilità.

11.3.1.2 Cantiere Lotto 2 – Area vasta

Lo scenario di cantiere del Lotto 2 è meno impattante sulla circolazione, in quanto va a ricadere su una zona interessata da flussi di traffico minori e, inoltre, beneficia della messa in esercizio del Lotto 1. La tabella successiva mostra gli indicatori trasportistici di confronto della proposta progettuale (PRJ) sia con lo stato di fatto (SDF), sia con la configurazione a base gara, in modo da avere un riscontro oggettivo degli effetti e impatti relativi dei diversi scenari testati anche a livello economico (VOC e VOT).

Lotto 2	Area Vasta				SS 554			
	Annuali	veh*km	veh*h	VOC	VOT	veh*km	veh*h	VOC
SDF	3,381,227,664	108,684,202	€ 879,844,907	€ 1,850,894,944	292,586,208	6,752,972	€ 76,135,212	€ 115,003,301
Base Gara	3,388,351,298	106,151,301	€ 881,698,581	€ 1,807,759,565	293,636,462	6,760,702	€ 76,408,503	€ 115,134,943
PRJ	3,381,449,524	105,017,092	€ 879,902,638	€ 1,788,443,946	292,393,496	6,351,927	€ 76,085,066	€ 108,173,495
PRJ vs SDF	0.01%	-3.37%	€ 57,731	-€ 62,450,998	-0.07%	-5.94%	-€ 50,146	-€ 6,829,807
PRJ vs Base Gara	-0.20%	-1.07%	-€ 1,795,943	€ 19,315,618	-0.42%	-6.05%	-€ 323,438	€ 6,961,448

Tabella 24 – Indicatori annuali di prestazione scenario di cantiere Lotto 2

Anche nel caso del Lotto 2 la proposta progettuale si dimostra migliorativa rispetto alla configurazione a base gara, con un risparmio annuo complessivo di € 21,111,561 ad area vasta e € 7,284,886 a livello puntuale.

11.3.2 Gestione del traffico sullo svincolo SS.131dir

Si riportano di seguito le risultanze ottenute analizzando, attraverso l'ausilio di specifici modelli di microsimulazione dinamica dello svincolo SS 554 / SS131, la soluzione di cantiere prevista a base gara e l'ipotesi di cantierizzazione dell'ipotesi progettuale di proposta (PRJ). Per entrambi i modelli è stata scelta la Fase di Cantiere n.2 poiché ritenuta la più critica, fase in cui si procede alla modifica e realizzazione del cavalcavia sulla SS131. I modelli differiscono, quindi, per la descrizione dell'offerta infrastrutturale ma implementano la medesima domanda desunta dal modello ad area vasta che riproduce le attuali condizioni.

I risultati simulativi evidenziano che la soluzione di cantiere a base gara presenta notevoli criticità che rendono impossibile l'assegnazione dell'intera domanda di traffico nell'ora simulata (il modello assegna circa il 70% della domanda e quindi solamente 5914 veicoli a fronte degli 8392 in matrice). Da un punto di vista operativo, è altamente probabile e realistico che a causa della presenza del cantiere una quota parte degli attuali utenti scelga percorsi alternativi riducendo la domanda di traffico complessiva, ma, per ottenere un confronto diretto tra le soluzioni di cantiere proposte, si è scelto di non considerare questa ipotesi.

La maggiore criticità è rappresentata dall'innesto a precedenza dei veicoli che provenienti dalla SS131 sud si immettono sulla SS554; data l'importante quota di traffico passante sulla SS554, una sola corsia non è in grado di gestire anche l'immissione dei veicoli provenienti dalla SS131 che creano, così, lunghi accodamenti tali da provocare rallentamenti e congestioni diffuse. Anche la presenza di una sola corsia che gestisce il flusso veicolare sulla SS131 per i veicoli provenienti da nord crea code e rallentamenti. Nell'ipotesi progettuale di proposta non si riscontrano criticità particolari dal momento che vengono mantenute le doppie corsie per direzione di marcia, sia sulla SS131 che sulla SS554. Tale accorgimento permette di ridurre, se non eliminare del tutto, le criticità collegate all'immissione dei veicoli riscontrate nell'opzione a base gara.

Scenario di cantiere (fase 2)	Ora (HH:MM:SS)	Numero di veicoli in matrice	Numero di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (m)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (km/h)
Base Gara	08:00 - 09:00	8392	5914	519.08	852.74	1585.20	9375	10.99
PRJ	08:00 - 09:00	8392	8392	112.46	262.16	1520.76	12762	48.68
PRJ vs Base Gara	08:00 - 09:00	-	2478	-406.6	-590.6	-64.4	3387.4	37.7
%	08:00 - 09:00	-	42%	-78%	-69%	-4%	36%	343%

Tabella 25 – Indicatori di prestazione svincolo SS.131dir cantiere Fase 2 (ora di punta AM)

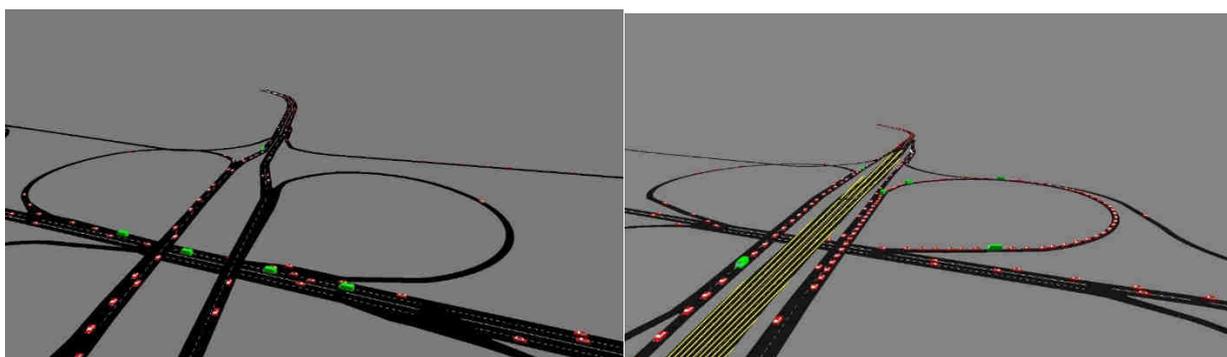


Figura 95 – Cantiere SS 131: scenario a base gara (a sx) e scenario di progetto definitivo (a dx)

Le stime economiche **mostrano che i risparmi ottenibili dalla configurazione di proposta progettuale sono stimabili in € 135,325** al giorno rispetto alla soluzione a base gara, **pari a € 53,989,388 all'anno**. Il valore più elevato registrato per le distanze percorse, nelle fasi di cantiere, è da considerarsi positivamente, in quanto è indice della maggiore possibilità di circolazione garantita dalla soluzione presentata, fattore confermato anche dalla maggiore velocità di percorrenza.

11.3.3 Gestione del traffico sugli svincoli con rotonda

Si riportano di seguito le risultanze ottenute simulando il cantiere in corrispondenza di uno svincolo con rotonda tipo, nello specifico lo svincolo n. 3 Monserrato. Sono state simulate sia la soluzione prevista a base gara sia la soluzione progettuale di proposta (PRJ) con la domanda dello Stato di Fatto desunta dal modello a scala territoriale.

Per entrambi i modelli è stata scelta la Fase di Cantiere 2 perché ritenuta quella maggiormente critica. In questa fase è prevista la realizzazione del viadotto sulla SS554, prevedendo contestualmente che il traffico venga deviato sulle complanari precedentemente realizzate e che le manovre di svolta vengano gestite dallo svincolo a rotonda realizzato nella fase precedente.

La differenza principale tra i due scenari simulati consiste nella capacità delle corsie di approccio alla rotonda. Infatti, nel modello dello scenario di base gara tutti gli approcci sono a singola corsia, mentre lo scenario della proposta progettuale prevede il raddoppio di corsia per tutti i nodi di riferimento, con sviluppo compatibile alle disponibilità delle aree di intervento. Anche in questo caso i risultati di simulazione evidenziano come la soluzione di cantiere a base gara presenti livelli di criticità tali da rendere impossibile l'assegnazione dell'intera domanda di traffico nell'ora simulata (il modello assegna circa l'83% della domanda e quindi solamente 3.075 veicoli a fronte dei 3.723 in matrice) e portando il valore della velocità media cumulata di rete intorno ai 5 Km/h (condizione di rilevante congestione). La principale causa di tali criticità è rappresentata dalla contrapposizione tra i flussi veicolari sulla SS554 in direzione Cagliari (circa 1.400 nell'ora simulata) e i flussi che dalla SS387 si attestano in rotonda (427 diretti in via Giulio Cesare e 359 in direzione Cagliari). Il flusso di veicoli sulla Cagliariitana, infatti, rallenta e impedisce l'immissione dei veicoli dalla SS387 e gli accodamenti che si vengono a creare fanno sì che peggiorino le condizioni cinematiche dell'intero nodo simulato.

Anche il fatto che la SS554 sia ad una sola corsia crea rallentamenti e accodamenti per i veicoli in direzione Cagliari. Tale situazione migliora nell'ipotesi di cantierizzazione di proposta, che, portando a 2 corsie tutti gli approcci in rotonda,

aumenta la capacità dell'intero nodo e migliora le condizioni di percorrenza, pur non eliminando del tutto la difficoltà di immissione dei veicoli sulla SS387.

Scenario di cantiere (fase 2)	Ora (HH:MM:SS)	Numero di veicoli in matrice	Numero di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (m)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (km/h)
Base Gara	08:00 - 09:00	3723	3075	323.06	275.95	409.90	1260	4.57
PRJ	08:00 - 09:00	3723	3521	131.47	128.58	404.61	1425	11.08
PRJ vs Base Gara	08:00 - 09:00	-	446	-191.6	-147.4	-5.3	164.2	6.5
%	08:00 - 09:00	-	15%	-59%	-53%	-1%	13%	143%

Tabella 26 – Indicatori di prestazione fase di cantiere svincolo a rotonda (ora di punta AM)

In questo scenario, anche se non viene assegnata l'intera domanda oraria, si ha un incremento del 15% circa nel numero dei veicoli simulati e un incremento della velocità media del 143%. Da un punto di vista operativo, è altamente probabile e realistico che a causa della presenza del cantiere una quota parte degli attuali utenti scelga percorsi alternativi riducendo la domanda di traffico complessiva, ma, per ottenere un confronto diretto tra le soluzioni di cantiere simulate, si è scelto di non considerare questa ipotesi.

Le stime economiche, in termini di costi associati al tempo speso in rete, **mostrano che i risparmi ottenibili dalla configurazione di proposta progettuale sono stimabili in € 36,378.38 € al giorno rispetto alla soluzione a base gara, pari a € 13,241,729 all'anno.** Il valore più elevato registrato per le distanze percorse, nelle fasi di cantiere, è da considerarsi positivamente, in quanto è indice della maggiore possibilità di circolazione garantita dalla soluzione presentata, fattore confermato anche dalla maggiore velocità di percorrenza.

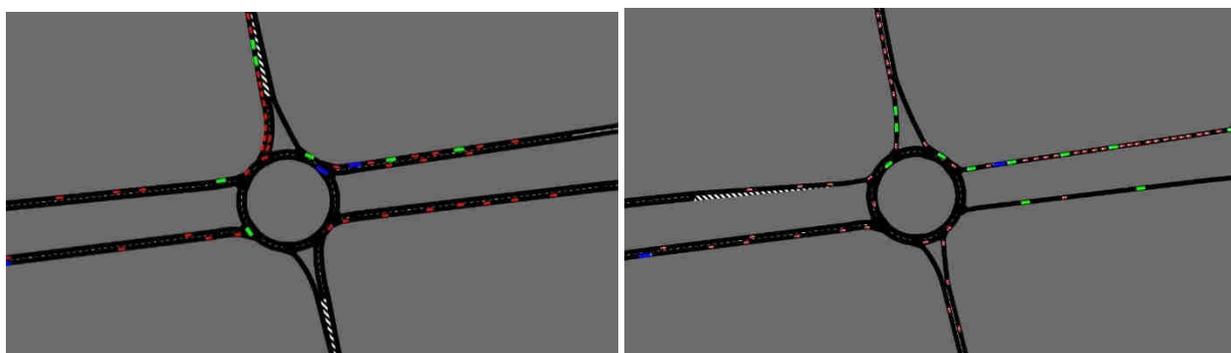


Figura 96 – Cantiere tipo in rotonda: scenario a base gara (a sx) e scenario di progetto definitivo (a dx)

11.4 Gestione del traffico sullo svincolo SS.125

Le analisi di traffico effettuate non hanno mostrato particolari differenze tra la configurazione a base gara e quella di proposta progettuale.

11.5 Sicurezza

Facendo seguito ai chiarimenti ai quesiti riportati dalla S.A. sull'argomento, è stato redatto un Piano di Sicurezza e Coordinamento, durante la fase di Progetto Definitivo, a firma di ing. Paolo Cucino in qualità di progettista incaricato, nonchè abilitato al coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione.

Nella successiva fase di Progetto Esecutivo, verrà nominato un Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione, che sarà incaricato della redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento finale, dovrà recepire le eventuali varianti proposte nella fase di progettazione esecutive, rispetto al Progetto Definitivo, di cui il presente documento è parte integrante.

Il Piano di Sicurezza e coordinamento costituisce il documento base per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in cantiere. Poiché si tratta di un'analisi preventiva dei rischi, il piano verrà aggiornato o integrato nel corso dei lavori, ogni qual volta sarà necessario, a cura del coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, anche in base alle osservazioni dei soggetti interessati ai lavori.

Si premette che il PSC risulta essere relativo ai lavori da eseguirsi a due lotti funzionali distinti, denominati primo e secondo lotto. Il documento stesso costituisce comune base organizzativa del lavoro per entrambe i lotti; sono distinte le valutazioni degli oneri della sicurezza, ed i crono programmi.

11.6 Aspetti ambientali legati alla cantierizzazione

11.6.1 Rumore in fase di cantiere

Ove l'opera lambisce nuclei residenziali si prevede l'installazione di barriere metalliche fonoassorbenti provvisorie mobili di altezza pari a 3 metri (montata su new jersey) per la durata delle lavorazioni nelle tratte indicate. Tali barriere saranno rilocate nelle varie postazioni, secondo quanto previsto dal cronoprogramma dei lavori.

Per quanto riguarda il rumore prodotto dai cantieri fissi, dalle simulazioni effettuate risulta che per il cantiere C2 (progr. km 4+500), ove è presente l'impianto di betonaggio, sarà necessario porre in opera un intervento di mitigazione (barriera antirumore metallica fonoassorbente di altezza pari a 4 metri montata su new jersey lungo tutta la recinzione di cantiere), mentre per il cantiere C1 (prog. 2+200), risultano necessarie barriere antirumore metalliche fonoassorbenti di altezza pari a 4 metri montate su new jersey, una lungo la recinzione lato Ovest, a protezione del ricettore Centro di Assistenza Multicanale di Cagliari (classe acustica II).

Di seguito si riportano le tabelle in cui sono indicate per singolo lotto la lunghezza complessiva delle barriere mobili lungo il fronte lavori e quelle dei cantieri fissi.

Lunghezza barriere fronte lavori

Lotto	H=3m (m)
1	3120
2	1320

Somma Totale 4440 m

Lunghezza barriere cantieri fissi e impianto betonaggio

Lotto - Ubicazione	H=4m (m)
Lotto 1 Cantiere C1	274
Lotto 1 Cantiere C2	529
Somma Totale	803 m

11.6.2 Atmosfera in fase di cantiere

La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di lavoro è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree e di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento. Le principali azioni consistono nella riduzione delle emissioni privilegiando processi di lavorazione ad umido, nella predisposizione di barriere fisiche alla dispersione e nella implementazione di buone pratiche di cantiere che riducano la produzioni di polveri e la conseguente dispersione. Le buone pratiche sono suddivise in approcci primari e secondari. I primi sono volti a prevenire la formazione di polveri, mentre i secondari hanno l'obiettivo di contenere la dispersione della polvere formata da una certa attività. Si specifica che gli interventi mitigativi sono stati differenziati in funzione della diversa classe di dispersività del materiale. Tali interventi sono adottati sui cantieri programmati in funzione delle attività previste in ognuno di essi. Per la trattazione dettagliata si rimanda all'elaborato DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-RE-01-A

Il controllo è riferito a:

- emissioni di polveri da piste e piazzali;
- emissioni di polveri da nastri trasportatori;
- emissioni di polveri da operazioni di perforazione e trivellazione;
- emissioni da opere di demolizione, abbattimento, disaggio e finitura;
- emissioni di polveri da operazioni di carico e scarico e da operazioni di movimento terra su e da materiali stoccati;
- emissioni di polveri dallo stoccaggio di materiali in sistemi aperti e chiusi per materiali;
- emissioni di polveri da impianti di betonaggio;

Gli altri interventi di mitigazione, che agiscono direttamente sulle sorgenti di polverosità e che saranno adottati, comprendono: l'installazione di un impianto di lavaggio delle ruote degli automezzi in uscita dalle aree di lavoro; la copertura dei carichi che possono essere dispersi in fase di trasporto; particolare attenzione alle modalità ed ai tempi di carico e scarico, alla disposizione dei cumuli di scarico e all'alternanza delle operazioni di stesa; i mezzi di trasporto dovranno essere di standard emissivo Euro 5 o successivo e sottoposti a continua manutenzione; le attività di scavo e di movimentazione terre dovranno essere interrotte in caso di velocità del vento superiore a 6 m/s; cantiere dotato di anemometro a norma.

Per le aree di cantiere e per la viabilità di accesso alle aree di cantiere è prevista l'irrorazione almeno bisettimanale. Nello studio si è provveduto al dimensionamento dell'irrorazione necessaria.

	OPERA	Durata complessiva (giorni)	Andamento stagionale sfavorevole (giorni)
a	ID01 - Sistemazione idraulica nuovo canale Is Corrias	333	70
b	ID03 - Sistemazione idraulica Rio Mortu	273	58
c	ID04 - Sistemazione idraulica Rio Lussoriu	195	41
d	SV08 - Adeguamento Svincolo SS 131 dir	601	126
	ST03 - Sottopasso svincolo SS 131 dir	42	9
	CV01 - Cavalcavia svincolo SS131 dir	153	32
	CV02 - Cavalcavia svincolo SS131 dir - rampa 2 e 3	120	25
	CV03 - Cavalcavia svincolo SS131 dir - rampa 4 e 5	120	25
e	AV01 - Adeguamento viabilità prog. 3+700	45	9
	AV02 - Adeguamento viabilità prog. 3+900	45	9
	AV03 - Adeguamento viabilità prog. 4+700	45	9
	CM01 - Viabilità di servizio e complanare km 5+900 (S1)	212	45
f	CM02 - Viabilità di servizio e complanare km 6+000 - 7+000 (S2)	212	45
	CM02 - Viabilità di servizio e complanare km 6+000 - 7+000 (S3)	212	45
g	SV01 - Svincolo Baracca Manna	83	18
	CV04 - Cavalcavia Svincolo Baracca Manna	184	19
h	SV03 - Svincolo Monserrato	426	90
	VI01 - Viadotto Monserrato progr. 5+900		

Tabella 27 – Tabella riepilogativa dei tempi – Lotto I