

S.G.C. E78 GROSSETO–FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena–Ruffolo (Lotto 0)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Riccardo Formichi – Pro Iter srl
Ordine Ing. di Milano n. 18045

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanica – Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Enrico Moretti – Erre.vi.a. srl
Ordine Ing. di Milano n. 16237

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Raffaele Franco Carso



PROTOCOLLO

DATA

01 - Parte Generale

Relazione generale descrittiva

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00GENRE01B.pdf		
DPFI0081	D	20	CODICE ELAB. T00EG00GENRE01	B	-
D					
C					
B	Revisione per istruttoria ANAS		Maggio 2021	BADALACCO	VIGANO' FORMICHI
A	Emissione		Ottobre 2020	BADALACCO	VIGANO' FORMICHI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	STORIA E INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	3
2.1	Inquadramento generale del progetto.....	3
2.2	Iter autorizzativo e approvativo	5
1.1.1.	Convenzione tra ANAS S.p.A. e il Comune di Siena (2006).....	5
1.1.2.	Documento preliminare alla progettazione e Progetto preliminare	6
3	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA.....	8
3.1	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA.....	8
3.2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	9
3.3	ANALISI DELLO SCHEMA STRADALE DELL'AREA SENESE.....	9
3.4	ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE ED OPZIONE DELLO STATUS QUO.....	11
3.4.1	Analisi del tratto stradale esistente	11
3.4.2	Esame del tracciato nell'ipotesi di non intervento	16
3.4.3	Obiettivi della soluzione di intervento.....	16
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	18
4.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	18
4.2	SINTESI DEGLI STANDARD PROGETTUALI ADOTTATI	19
4.3	PROGETTO STRADALE	20
4.3.1	Progetto asse principale.....	20
4.3.2	Svincolo di Cerchiaia.....	21
4.3.3	Svincolo di Ruffolo	22
4.3.4	Strada locale a destinazione particolare	23
4.4	SEZIONI TIPO	23
4.5	PACCHETTI PAVIMENTAZIONE	35
4.6	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE.....	37
4.6.1	Premessa	37
4.6.2	Studio idrologico e idraulico	38
4.6.3	Interventi di progetto per la verifica della compatibilità idraulica	39
4.6.4	Sistema di drenaggio della piattaforma stradale	42
4.7	CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI VIADOTTI.....	46
4.7.1	Scelte progettuali in merito a demolizione e ricostruzione	46

Relazione Illustrativa Generale

RTP di progettazione:

Mandataria

Mandanti

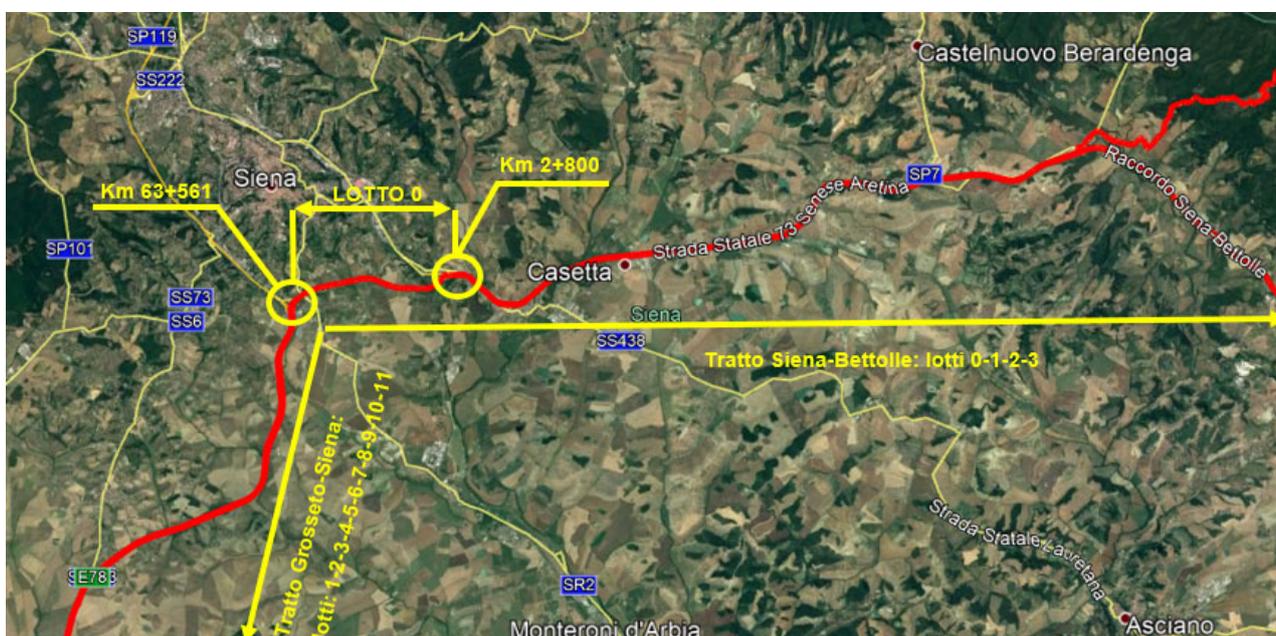


4.7.1.1	Compatibilità geometrica e funzionale.....	46
4.7.1.2	Compatibilità statica.....	50
4.7.2	Ponte ferroviario Ruffolo	52
4.7.2.1	Opzione 1: mantenimento del sottopasso	53
4.7.2.2	Opzione 2: attraversamento a luce unica	54
4.7.3	Nuove opere	55
4.7.3.1	Aspetti salienti della geometrizzazione e del grado di vincolo	55
4.7.3.2	Aspetti salienti dei materiali utilizzati	58
4.7.3.3	Aspetti salienti sulla caratterizzazione sismica.....	58
4.8	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE GALLERIE.....	59
4.8.1	Galleria San Lazzero.....	60
4.8.2	Galleria Bucciano	66
4.9	CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI	70
4.9.1	Impianti elettrici gallerie.....	70
4.9.2	Impianti elettrici svincoli	71
5	PROBLEMATICHE DI CARATTERE AMBIENTALE	73
5.1	INQUADRAMENTO DEL PROGETTO NEL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE AREE PROTETTE....	73
5.2	ARCHEOLOGIA	78
5.3	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE	83
5.4	STUDIO ARCHITETTONICO.....	89
5.5	ACUSTICA.....	100
5.6	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	103
5.6.1	Obiettivi Generali.....	103
5.6.2	Articolazione temporale del monitoraggio	104
5.6.3	Modalità di redazione ed attuazione del PMA.....	105
5.6.4	Fattori ambientali e/o agenti fisici contenuti nel PMA.....	106
6	ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	107
7	CAVE E DISCARICHE	112
8	FASI ESECUTIVE	116
9	CRONOPROGRAMMA	117
10	COMPATIBILITA' DELL'OPERA CON LE RETI DI SERVIZI ESTERNI	118
11	ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA.....	119

1 PREMESSA

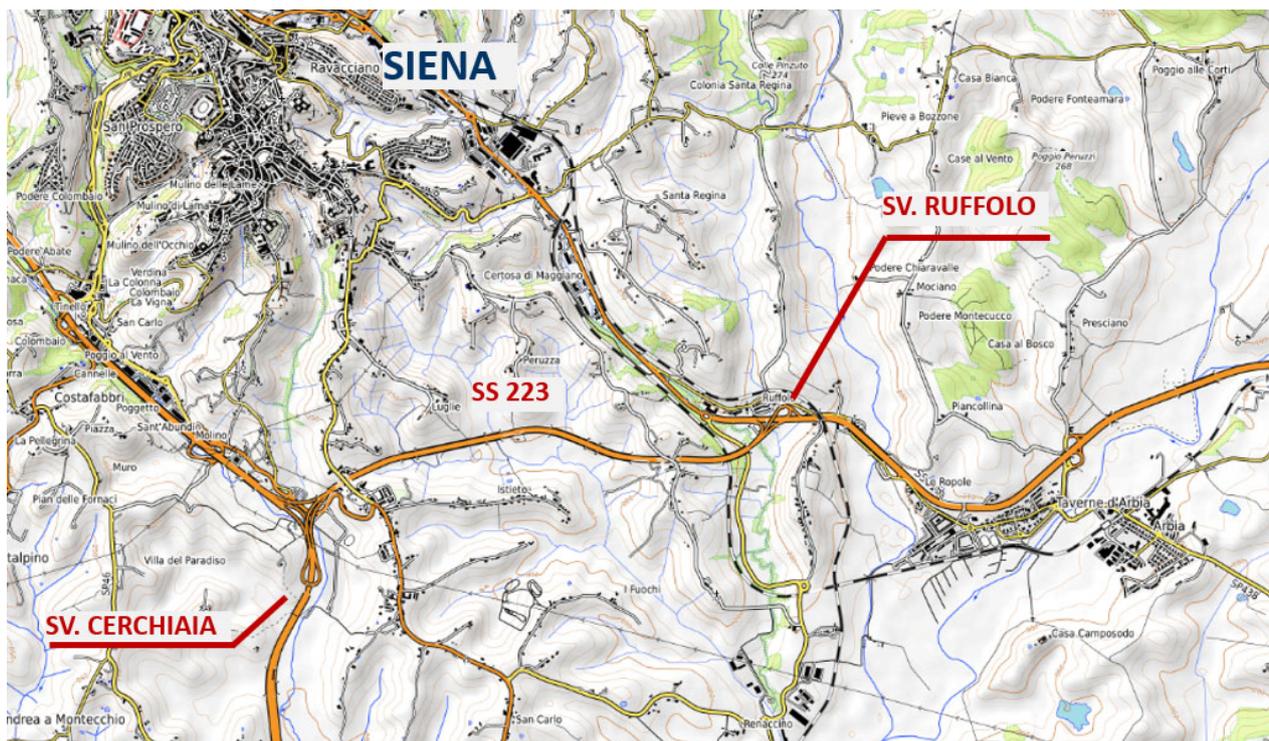
L'itinerario europeo E78, coincidente con la Strada di Grande Comunicazione "Grosseto – Fano", interessa le regioni Toscana, Umbria e Marche per uno sviluppo complessivo di circa 270 km ed è ormai da diversi anni oggetto di interventi di adeguamento, riqualificazione e potenziamento. Ai fini progettuali e realizzativi, l'intero itinerario è stato suddiviso in sei Tratti ed ogni tratto in Lotti.

L'intervento in esame è compreso nel Tratto II "Siena - Rigomagno proseguimento fino a Bettolle (innesto A1)", con uno sviluppo complessivo pari a circa 47,8 km già realizzato per la gran parte (Lotti 1, 2 e 3), di cui resta da adeguare il solo tratto iniziale (Lotto 0), oggetto del presente progetto, per una estesa di circa 5,5 km.



L'attuale tracciato del tratto stradale del Lotto 0, realizzato tra il 1968 e il 1971, comprende due tratti in galleria e sei viadotti e mette in collegamento la strada a quattro corsie (Siena - Bettolle) che porta all'autostrada A1 (casello Val di Chiana), la tangenziale di Siena che a sua volta porta alla Superstrada del Palio (Siena-Firenze) e la superstrada Siena - Grosseto già oggetto di raddoppio nel tratto iniziale (Siena-San Rocco a Pilli).

L'infrastruttura, tutta in comune di Siena e contenuta fra tracciati stradali per i quali è già stato realizzato l'adeguamento a quattro corsie, è costituita da una strada ad una corsia per ogni senso di marcia con piattaforma di larghezza pari a circa 7,50 m (composta da due corsie di circa 3,25 m con due banchine di circa 0,50 m) ed è dotata di svincoli a livelli sfalsati e di una area di servizio.



Il presente documento è riferito al progetto definitivo di adeguamento da due a quattro corsie, del tronco della statale SS 223 "di Paganico" nel tratto compreso tra lo svincolo con la Siena-Firenze (km 63.561 del tratto Grosseto-Siena) e lo svincolo di Ruffolo (km 2.800 del tratto Siena-Bettolle) comprensivo degli svincoli di inizio e fine intervento, al fine di realizzare un'arteria assimilabile ad una strada di tipo extraurbano principale (tipo B, a carreggiate separate – v. D.M. 05/11/2001), garantendo la continuità dell'itinerario Internazionale E78 – S.G.C. "Grosseto – Fano".

Il progetto definitivo è stato sviluppato sulla scorta di una estesa campagna di indagini di campo geognostiche atte a consentire la migliore definizione delle opere da realizzarsi.

Particolare attenzione è stata posta allo studio della cantierizzazione e delle fasi esecutive, stante la necessità di prevedere durante tutta la durata dei lavori l'esercizio della infrastruttura esistente.

Nel seguito sono descritti gli studi alla base della progettazione e gli aspetti tecnici principali, rimandando alle relazioni ed agli elaborati specialistici per ulteriori approfondimenti.

2 STORIA E INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

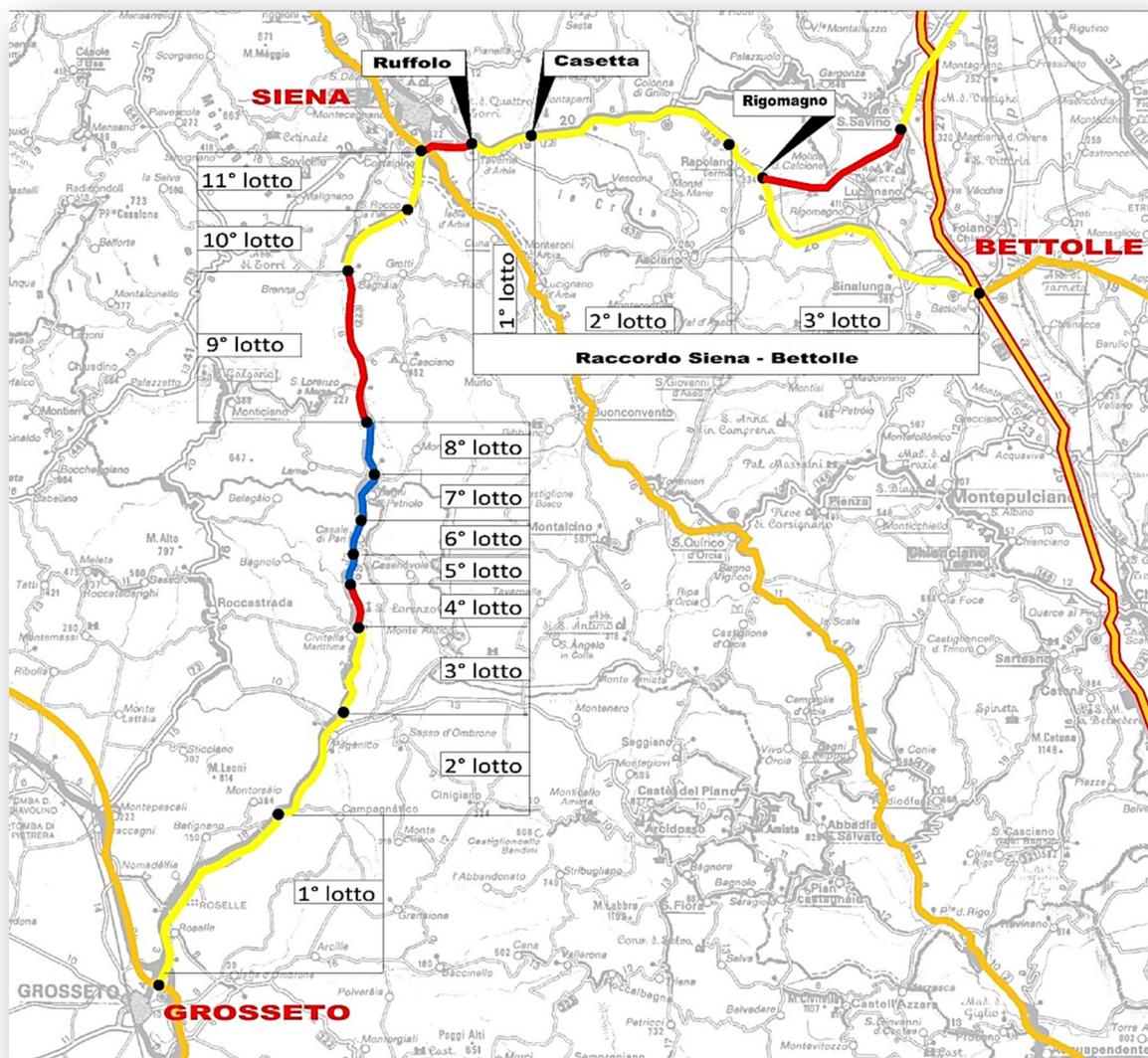
2.1 Inquadramento generale del progetto

L'itinerario E78 Grosseto-Fano è parte del corridoio stradale costituito dalla Strada di Grande Comunicazione (SGC) E78 "Grosseto - Fano", inserita nella Rete stradale transeuropea comprensive definita dal «Regolamento (UE) n. 1315/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2013, sugli orientamenti dell'Unione per lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti e che abroga la decisione n. 661/2010/UE». Si tratta di una direttrice strategica che collega la costa tirrenica a quella adriatica della Penisola, con un tracciato che ha origine sulla Via Aurelia all'altezza di Grosseto e si conclude sull'autostrada A14 Adriatica, in corrispondenza del casello di Fano, nelle Marche. La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km, di cui il 65% in Toscana, il 30% nelle Marche e il 5% in Umbria. Lungo il suo tracciato, la E78 collega le città di Grosseto, Siena e Arezzo in Toscana, Urbino e Fano nelle Marche ed interseca la E45 (tra Toscana e Umbria) e la fondovalle del Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. Inoltre, l'itinerario ha la funzione di consentire adeguate connessioni tra quattro porti di prima categoria: Livorno e La Spezia sulla costa tirrenica, Ancona e Ravenna su quella adriatica. L'intervento in esame è compreso nel tratto dell'E78 che collega Siena con Bettolle, già realizzato per la gran parte (Lotti 1, 2 e 3), di cui resta da realizzare il solo tratto iniziale (Lotto 0), oggetto del presente documento.



La Strada di Grande Comunicazione "Grosseto - Fano", così come già individuato dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica del 2001, rientra nel 1° Programma delle Infrastrutture Strategiche (PIS) di cui alla l. 443/2001, la c.d. Legge Obiettivo ad oggi abrogata con il d.lgs. 50/2016, ed alla Delibera CIPE 121/2001; dal 2003, l'opera è stata ricompresa nell'Intesa Generale Quadro tra il Governo e Regione Toscana, e nei successivi atti integrativi del 22 gennaio 2010 e del 16 giugno 2011, in cui sono individuate le infrastrutture strategiche ricadenti sul territorio della stessa regione e per le quali l'interesse regionale concorre con quello dello Stato.

Di seguito si riporta il quadro sinottico dello stato di attuazione ad oggi dei diversi tratti/lotti di cui all'itinerario viabilistico in esame (si riporta in particolare la situazione del tratto viabilistico di cui fa parte il Lotto 0 in esame e la cui realizzazione ne consentirà il completamento, ovvero sia il tracciato della Siena-Bettolle e quello della SS 223 "di Paganico" che collega Grosseto con Siena e che termina con l'interconnessione alla Siena-Bettolle in località Ruffolo).



Tratto Grosseto-Siena:

- 1° Lotto (Grosseto-Montorsaio): aperto al traffico;
- 2° Lotto (Montorsaio-Paganico): aperto al traffico;
- 3° Lotto (Paganico-Civitella Marittima): aperto al traffico;
- 4° Lotto (Civitella Marittima-Lanzo): in fase di progettazione esecutiva;
- 5°- 6°- 7°- 8° Lotto (Lanzo-Ornate): in fase di realizzazione;
- 9° Lotto (Ornate-Svincolo di Orgia): in fase di progettazione esecutiva;
- 10°Lotto (Orgia-San Salvatore): aperto al traffico;
- 11°Lotto (San Salvatore-Siena): aperto al traffico.

Tratto Siena-Bettolle (innesto A1):

- **Lotto 0 (Siena-Ruffolo) – oggetto del presente progetto;**
- 1°Lotto (Casetta-Ruffolo): aperto al traffico;
- 2°Lotto (Casetta-Armaiolo): aperto al traffico;
- 3°Lotto (Armaiolo-Bettolle): aperto al traffico.

2.2 Iter autorizzativo e approvativo

1.1.1. Convenzione tra ANAS S.p.A. e il Comune di Siena (2006)

Nel 2006, è stata firmata una Convenzione tra ANAS S.p.A. e il Comune di Siena per la realizzazione e gestione del tratto stradale compreso tra lo svincolo di Ruffolo (Siena-Bettolle) e lo svincolo della SS. 223 "di Paganico" Grosseto-Siena", corrispondente al progetto oggetto del presente studio.

La Convenzione disciplina gli impegni reciproci tra ANAS ed il Comune di Siena, a partire dalle seguenti premesse:

- il tratto stradale compreso tra lo svincolo di Ruffolo (Siena - Bettolle) e lo svincolo della SS 223 "di Paganico" (Grosseto - Siena) si è rilevato carente per ciò che concerne la capacità dello smaltimento del traffico specie nei periodi di maggior flusso turistico;
- la sede stradale è composta da una carreggiata unica con una sola corsia per senso di marcia;
- risultano essere numerose le segnalazioni provenienti dalle Autorità ed Enti locali per un innalzamento del livello di servizio;
- il Comune di Siena ha rappresentato la necessita di interventi urgenti per adeguare il tratto stradale compreso tra lo svincolo di Ruffolo (Siena - Bettolle) e lo svincolo della SS 223 "di Paganico" (Grosseto - Siena);
- l'intervento costituisce parte dell'itinerario internazionale E78 Grosseto - Fano che è inserito nelle previsioni programmatiche di realizzazione delle infrastrutture strategiche individuate

dalla L. 443/21 - Delibera CIPE del 21.12.2001 n. 121 – 1° Programma delle Infrastrutture strategiche;

- l'intervento è previsto nell'Intesa Generale Quadro tra il Governo e la Regione Toscana;
- il Comune di Siena ha espresso l'intenzione di partecipare alla progettazione dell'intervento.

Nella Convenzione il Comune si impegna a mettere a disposizione di ANAS a titolo di contributo per la realizzazione delle opere, le progettazioni (Progetto Preliminare e SIA) e la realizzazione a proprie spese del sovrappasso pedonale a collegamento dell'area di Ruffolo.

1.1.2. Documento preliminare alla progettazione e Progetto preliminare

La relazione del progetto preliminare precisa: "tale tratto stradale fa parte dell'itinerario E78, misura una lunghezza di circa 4,3 Km e presenta 2 corsie di marcia. La Progettazione Preliminare aveva come obiettivo l'adeguamento del Lotto Zero a 4 corsie, in modo da adeguarne il livello di servizio alla Grosseto-Siena e alla Siena-Bettolle già a 4 corsie nei tratti ad esso adiacenti". Si tratta di un passaggio importante, che specifica come il tratto di interesse rimane tutt'oggi l'unica tratta non ancora adeguata con l'allargamento a 4 corsie.

La progettazione preliminare è stata conseguente alla convenzione del 2006, ed è avvenuta nel rispetto degli indirizzi del Documento preliminare alla progettazione predisposto da ANAS nel Dicembre 2008. Negli stessi anni era in corso la redazione del Piano Strutturale e, successivamente, del Regolamento Urbanistico Comunale. Il Comune ha ritenuto pertanto che la progettazione svolta internamente avrebbe maggiormente garantito il conseguimento degli stessi obiettivi dei nuovi strumenti di pianificazione. Vista l'importanza dell'infrastruttura, la diretta conoscenza del territorio e delle aree interessate dall'opera avrebbe favorito sicuramente scelte più compatibili con lo sviluppo e, al contempo, la salvaguardia del territorio stesso così limitrofo al centro della città. Le necessarie indagini preliminari propedeutiche alla progettazione richiedevano inoltre contatti ed interventi immediati sui terreni anche di soggetti privati: per questo era stato ritenuto che il Comune avrebbe garantito alla collettività una maggiore efficacia nel conseguimento di queste indagini, vista la presenza sul territorio e avendo già a disposizione dati informatizzati grazie ai propri strumenti cartografici. Un altro aspetto importante era la possibilità di agire direttamente sulla scelta del nuovo tracciato e delle opere d'arte (gallerie e viadotti), assicurando certamente una maggior tutela del patrimonio edilizio oramai consolidato e delle preesistenti urbanizzazioni.

Nella prima fase che ha seguito la stipula della convenzione, dopo alcuni incontri preliminari con i responsabili di ANAS per il progetto, nel corso del 2007 il Comune si è attivato per far eseguire il rilievo aero-fotogrammetrico. I tecnici incaricati, dopo numerosi sopralluoghi, hanno redatto prime ipotesi di tracciato per la carreggiata nuova e per gli svincoli sulla base cartografica comunale a disposizione. Le ipotesi di tracciato sono state discusse con ANAS e consegnate nel mese di luglio.

Nello stesso anno sono iniziate le indagini archeologiche sull'area. Successivamente si sono reperiti nell'archivio del compartimento ANAS di Firenze i disegni delle opere esistenti (S.S.223 e Tangenziale ovest). Nel Dicembre 2008 l'ANAS ha consegnato al Comune il Documento preliminare alla progettazione (DPP) con il quale si sono definiti gli obiettivi da perseguire con la progettazione specificandone esigenze, funzioni, caratteristiche, vincoli, requisiti, norme da rispettare, tempistica ecc.

Sono state invece affidate all'esterno le verifiche idrauliche e le indagini archeologiche, oltre al rilievo aero-fotogrammetrico. Nel corso del 2009 l'Amministrazione ha provveduto agli affidamenti per le Indagini geognostiche, le indagini sismiche e relative prove di laboratorio, oltre all'indagine idrologica e idraulica. Nelle date del 24/07/2007, 06/02/2008, 22/12/2009 e 10/03/2010 sono avvenuti incontri e consegne intermedie degli elaborati previsti nel capitolato d'onere richiamato dal DPP. Si sono svolti anche incontri preliminari con il Settore politiche ambientali della Provincia di Siena, vista la tipologia e natura dell'intervento.

3 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'OPERA

3.1 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

Gli strumenti urbanistici che disciplinano il governo del territorio comunale sono rappresentati dal Regolamento Urbanistico (RU) e dal Piano Strutturale (PS).

Il progetto in esame è stato inquadrato dal punto di vista urbanistico rispetto a quanto disposto in particolare dal Regolamento Urbanistico; quest'ultimo si configura come l'atto di governo del territorio che attua, rendendole operative, le strategie di sviluppo territoriale delineate dal Piano Strutturale, disciplinando le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi del territorio per l'intero territorio comunale.

L'intervento progettuale in esame è previsto dal RU nella configurazione di cui alla progettazione preliminare sviluppata dal Comune di Siena e da ANAS nel 2009; si tratta della Reticolarità di progetto n. 43 (Rp 43) relativa alla "S.G.C. Grosseto - Fano: lotto zero", disciplinata dall'art. 139 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del RU riguardante "l'integrazione e la razionalizzazione della viabilità".

Il Regolamento Urbanistico vigente è quello del 25.03.2020, aggiornato con d.c.c. n. 3 del 14.01.2020 (il RU è stato approvato per la prima volta con d.c.c. n. 2 del 24.01.2011). Il Piano Strutturale vigente è stato approvato con d.c.c. n. 32 del 13.02.2007.

Il quadro previsionale di cui si è dato conto è desunto dagli strumenti urbanistici comunali vigenti, ancorché con d.c.c. n. 58 del 19.05.2020 sia stato adottato il Piano Operativo (che, una volta approvato, sostituirà il vigente Regolamento Urbanistico) unitamente alla Variante di aggiornamento del Piano Strutturale ai sensi dell'art. 19 della l.r. 65/2014 e s.m.i. (Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 "Norme per il governo del territorio"); si segnala, tuttavia, che relativamente al progetto in esame, i nuovi strumenti urbanistici ne confermano la previsione, sempre nella configurazione di cui alla progettazione preliminare sviluppata dal Comune di Siena e da ANAS nel 2009. Le modalità di attuazione che il nuovo Piano Operativo identifica per l'intervento di cui al Lotto 0 sono disciplinate dall'art. 117 delle relative Norme Tecniche attinenti alle "aree soggette a vincolo espropriativo" (AE); il lotto è identificato con le seguenti sigle: AE04.05, AE09.03 ed AE10.04.

Si ricorda che nell'ambito della redazione dello Studio di Impatto Ambientale, è stata predisposta specifica documentazione finalizzata ad analizzare la soluzione progettuale in esame sotto il profilo pianificatorio e programmatico, nonché rispetto all'assetto vincolistico gravante sul comparto di riferimento, sia a scala locale sia a scala territoriale (cfr. sezione 07.04 di cui alla documentazione di progetto – Quadro di Riferimento Programmatico). L'analisi e la definizione del quadro programmatico di riferimento forniscono gli elementi conoscitivi circa le relazioni ed i rapporti tra l'opera in progetto e gli strumenti di pianificazione e programmazione generali e settoriali, con i cui obiettivi ed indirizzi le azioni di progetto devono presentare coerenza.

3.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'ambito di intervento è sito nel territorio del comune di Siena, il quale rientra nell'area di pertinenza fluviale del fiume Ombrone il quale, a sua volta, individua il bacino imbrifero più meridionale del Distretto dell'Appennino Settentrionale.

L'area in esame si trova direttamente a sud della città di Siena, a quote tra ca. 180 e 300 m s.l.m. Il reticolo idrografico si sviluppa tendenzialmente nelle direzioni nord-sud e nordovest-sudest. I corsi d'acqua maggiori sono il torrente Tressa, il fosso Ribucciano, il fosso Rilugo ed il torrente Bozzone, tutti diritto verso il torrente Arbia, uno dei tre principali affluenti dell'Ombrone. I fossi e torrenti maggiori dell'area hanno sviluppato un fondovalle pianeggiante più o meno largo, talvolta discontinuo lungo il percorso.

Il reticolo idrografico incide un paesaggio collinare composto da due formazioni plioceniche sovrapposte, con una graduale transizione tra di loro: alla base si trova il "tufo" (unità Ps della carta geologica¹), descritto come sabbie e sabbie argillose, gialle, talora grigie, con banchi di conglomerato, ed al tetto la "creta" (unità Pa), descritta come argille e argille sabbiose di color grigio cenere.

Nell'area in esame, l'estensione della creta è di gran lunga dominante sul tufo. Le porzioni alte dei versanti si sviluppano con pendenze inclinate o moderatamente ripide (tra 10 e 35%), a tratti ripide (35- 50%). Indubbiamente, versanti argillosi ed argilloso-sabbiosi con pendenze tra 10 e 35% presentano un rischio all'instabilità sotto forma di flussi fangosi e calanchi. Sono diffusi, ma non generalmente presenti, i pianori sommitali a bassa pendenza (2-10%), più o meno estesi. In tutta l'area, i versanti si raccordano al reticolo idrografico capillare attraverso una fascia colluviale leggermente inclinata (pendenze 2-10%).

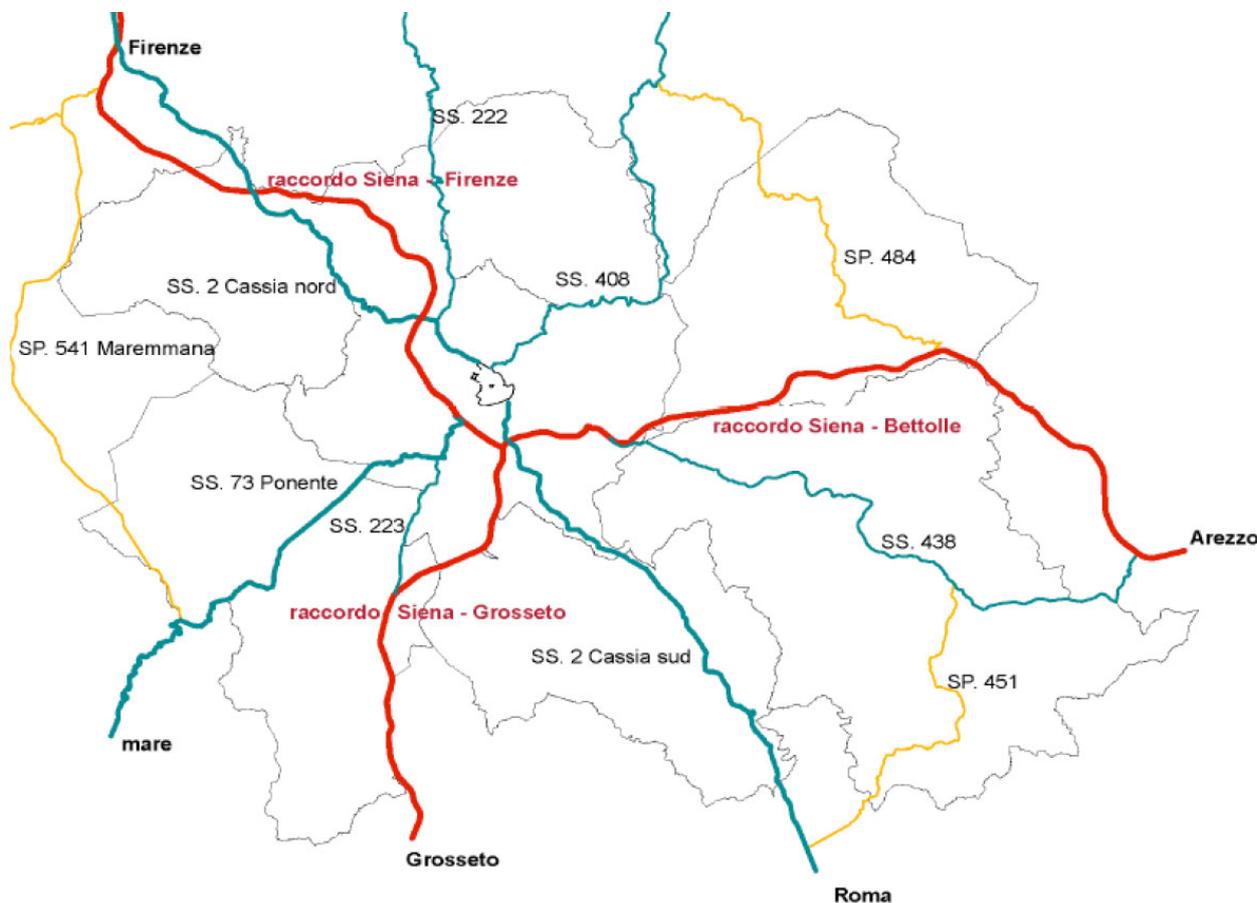
Secondo l'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Toscana 2014 (cfr. Allegato 1 alla D.G.R. Toscana n. 421 del 26-05-2014 in attuazione dell'Ord. P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006 e D.M. 14 gennaio 2008) il Comune di Siena risulta classificato in **Zona 3**.

3.3 ANALISI DELLO SCHEMA STRADALE DELL'AREA SENESE

La viabilità riferita all'area vasta metropolitana è chiaramente incentrata sul capoluogo. È sufficiente osservare la mappa dei principali assi stradali che interessano il contesto per rilevare il sistema radiale incentrato su Siena, formato da otto assi regolarmente distribuiti lungo gli assi cardinali.

Ogni comune contermina, con l'eccezione di Castelnuovo Berardenga che rappresenta in questo caso un'eccezione, è attraversato, all'incirca in posizione mediana, da uno di questi assi principali: Monteriggioni dalla Cassia in direzione nord, Asciano dalla S.S. 438 ad est, Sovicille dalla Statale 73 ad ovest e Monteroni d'Arbia sempre dalla Cassia ma in direzione sud. Castelnuovo Berardenga,

anche per la forma particolare che hanno assunto i propri confini, risulta invece lambito ad ovest dalla Statale 222 ed al confine sud-ovest dalla S.S. 73. Su ciascuno di questi assi stradali trovano origine alcuni dei principali centri urbani.



Il sistema radiale descritto può essere scomposto secondo una logica gerarchica in assi principali e secondari: appartengono ai primi i due grandi sistemi stradali "passanti" rappresentati dalla Cassia e dalla Statale 73. Queste grandi strade Statali che attraversano Siena hanno rappresentato, soprattutto in tempi passati, le principali vie di comunicazione con i grandi contesti intercomunali: a nord verso Firenze ed a sud verso Roma, ad ovest verso Grosseto e tutta la zona del mare e ad est verso Arezzo e poi da lì verso la costa adriatica.

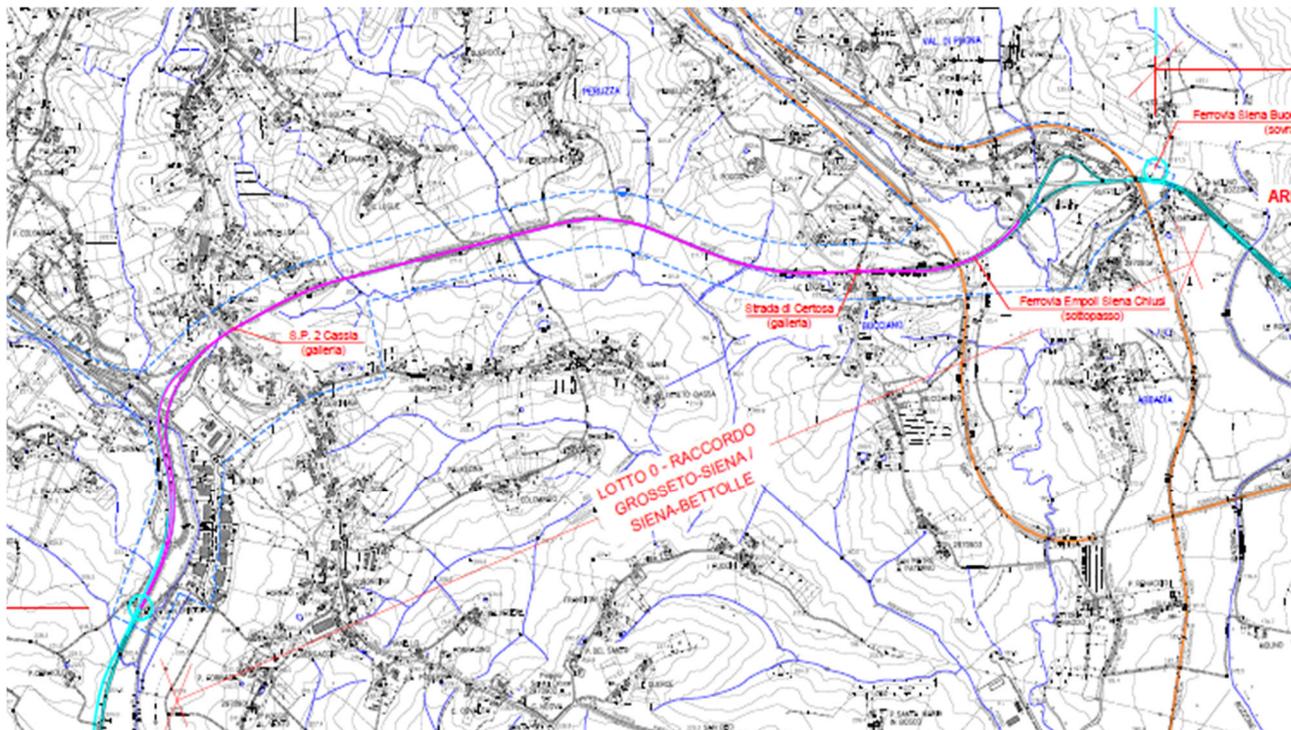
In tempi recenti, a questo sistema radiale si è sovrapposto un nuovo sistema, sempre di matrice radiale ma questa volta a tre raggi e con centro nel capoluogo di Siena, precisamente nella zona di Cerchiaia.

Questo sistema viario è costituito a nord ovest dal raccordo Siena-Firenze, ad ovest dal raccordo Siena-Bettolle ed a sud dalla Siena-Grosseto. Questi ultimi due tratti fanno parte integrante della "Due Mari" Grosseto-Fano.

3.4 ANALISI DELLA SITUAZIONE ATTUALE ED OPZIONE DELLO STATUS QUO

3.4.1 Analisi del tratto stradale esistente

Come già indicato l'intervento in oggetto riguarda il riassetto di un tratto di viabilità extraurbana secondaria costituito da due svincoli ("Cerchiaia" e "Ruffolo") e dal tratto della S.S. n.223 "di Pagnanico" ivi compresa.

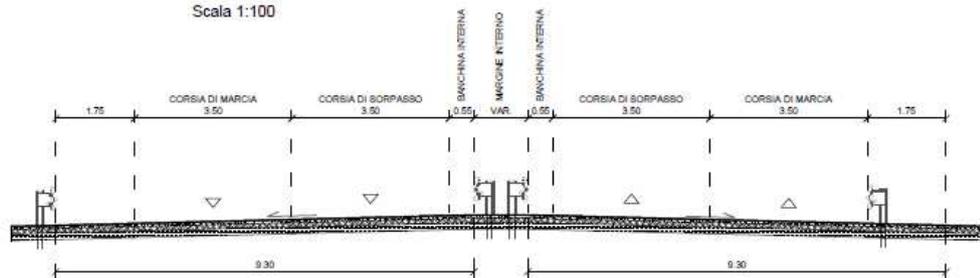


Allo stato attuale la S.S.223 assume nei tratti esterni all'intervento in oggetto (lungo la direttiva Fano – Grosseto) una configurazione di strada a due carreggiate separate, ciascuna delle quali con due corsie per senso di marcia, mentre nel tratto in esame essa modifica la sua conformazione configurandosi come una strada a singola carreggiata con una corsia per senso di marcia.

Lungo il tracciato sono presenti due gallerie (S. Lazzerio e Bucciano) lunghe ciascuna circa 150 m e 6 viadotti di lunghezza compresa tra i 100 e i 500 m. inoltre, alla progressiva km 2+630 è collocata una piccola area di servizio che serve gli utenti in direzione Fano.

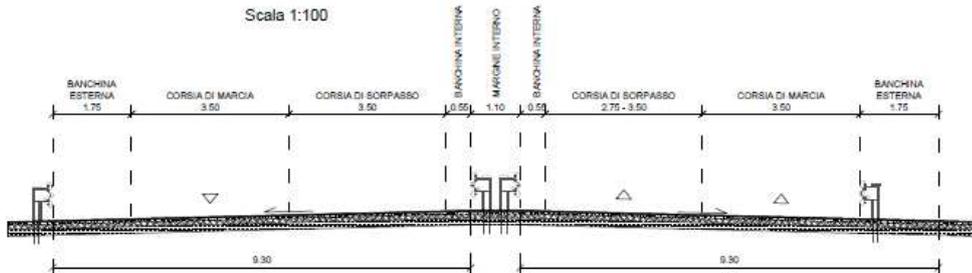
LOTTO 11: TRATTO GROSSETO-SIENA - SEZIONE TIPO

Scala 1:100



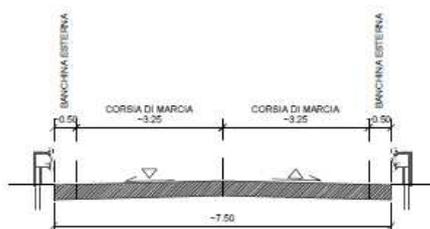
LOTTO 1: TRATTO SIENA-BETTOLLE - SEZIONE TIPO

Scala 1:100



TRATTO OGGETTO DI INTERVENTO - SEZIONE ESISTENTE

Scala 1:100



Lo svincolo Cerchiaia permette il raccordo tra il tratto a 4 e a 2 corsie della SS 223 nonché la connessione della stessa con la tangenziale Ovest di Siena. Ciò avviene tramite uno schema non convenzionale costituito da 6 rampe (5 dirette e 1 semidiretta) nessuna delle quali presenta veri e propri tratti di manovra per l'uscita in destra dal flusso stradale in quanto le rampe stesse risultano biforcazioni delle carreggiate dei tratti stradali a cui sono connesse.

Lo svincolo Ruffolo connette la SS 223 (di cui lo svincolo costituisce il tratto terminale) alla SS 73 (che collega Siena ad Arezzo). L'intersezione è caratterizzata da un classico schema "a trombetta" costituito da due rampe dirette, una semidiretta e una indiretta.

Ai fini di analizzare il tratto stradale esistente nell'area di interesse dell'intervento si è innanzitutto proceduto con la ricostruzione dell'asse stradale.

Le informazioni atte a ricavare le geometrie richieste sono state ricavate in base:

- al Rilievo Aero-fotogrammetrico in scala 1:1000;
- alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2000;
- ad alcune misure puntuali eseguite sui punti notevoli del tracciato;

- alle Tavole del "Progetto esecutivo per la costruzione del collegamento stradale fra la città di Grosseto e la città di Siena - Terzo tronco dal bivivio di San Rocca a Pillia Siena-Perizia di variante Tecnica e suppletiva" dell'A.N.A.S. datato 30 Dicembre 1971.

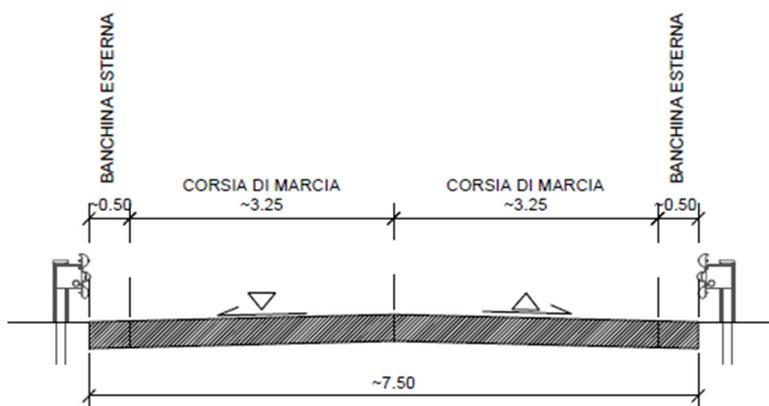
In particolare, è stata utilizzata per confronto la planimetria della Perizia del 1971 dalla quale è confermata nel tracciato esistente l'assenza di clotoidi ed il valore dei raggi delle curve orizzontali.

Ai fini di eseguire le necessarie valutazioni tecniche, come **asse del tracciato esistente della SS 273** è stato scelto:

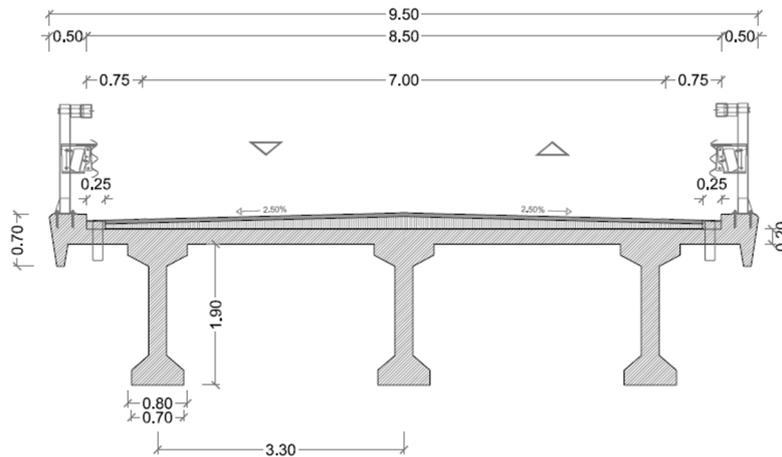
- per il tratto a 2 corsie la linea di separazione delle stesse corsie, coincidente con la mezzzeria della carreggiata data la composizione simmetrica di quest'ultima;
- per la zona dello svincolo di Cerchiaia la linea di margine destro della corsia (lato destro inteso rispetto al verso di progressione Ovest-Est del tracciato) della rampa di collegamento tra i due tratti della SS 223 in direzione Grosseto. Tale tratto è sostituito, per il calcolo delle distanze di visibilità dal margine sinistro della corrispondente rampa in direzione Fano.
- Il tracciato si interrompe all'altezza dello svincolo Ruffolo in quanto il tratto conclusivo del progetto che garantirebbe la continuità tra le attuali SS 223 e SS 73 non esiste allo stato di fatto.

La sezione trasversale dell'infrastruttura esistente, nel tratto a 2 corsie compreso tra i due svincoli, presenta le seguenti caratteristiche:

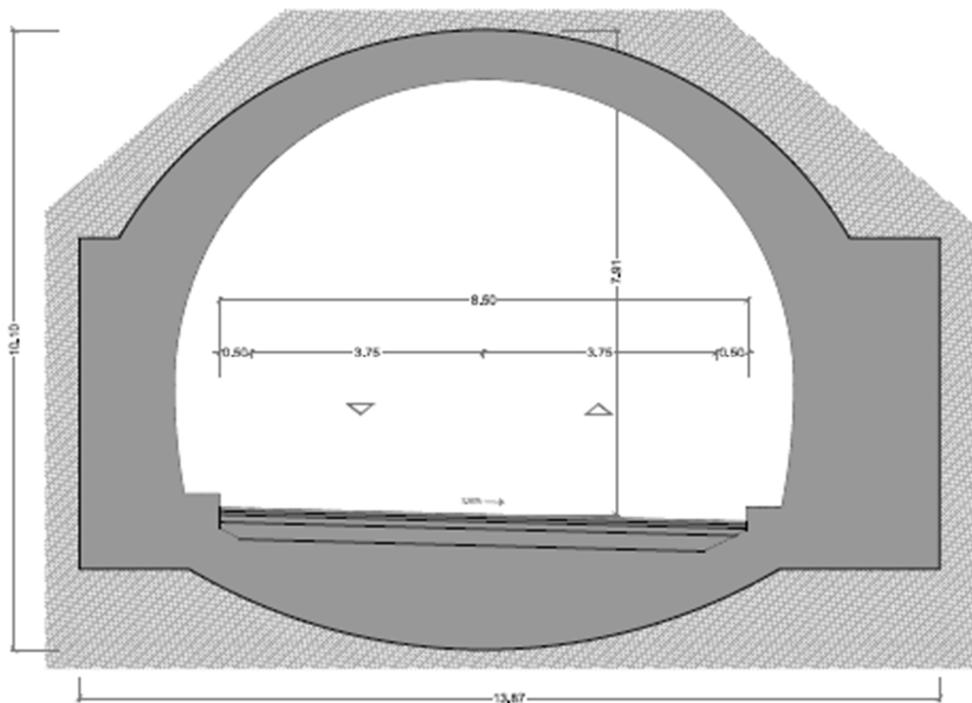
- Nei tratti in sede naturale corsie di larghezza pari circa a 3,50 m e banchine laterali praticamente inesistenti pari a circa 0,25 m (ampliate a 1 m nei tratti a mezza costa con cunetta laterale) per una larghezza complessiva di 7,50m (8,25 nei tratti a mezza costa con cunetta);



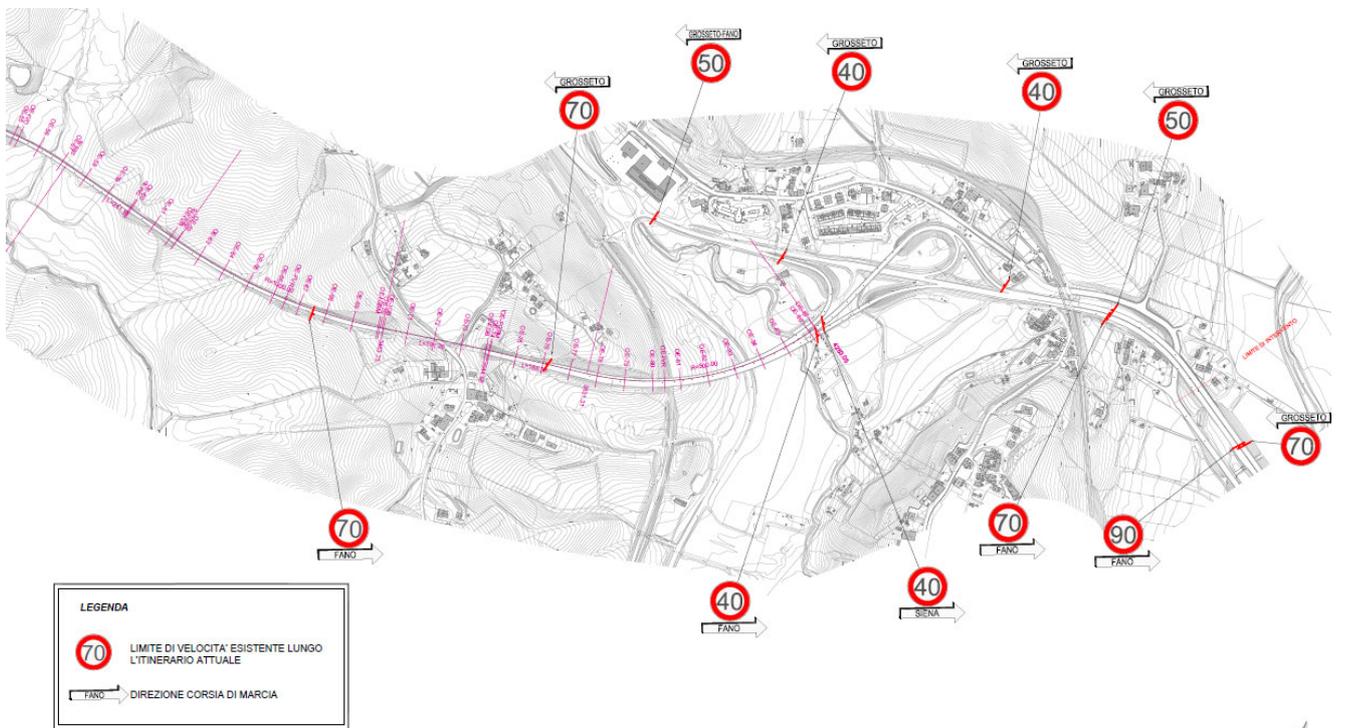
- nei tratti in viadotto corsie di larghezza pari circa a 3,50m e banchine laterali di larghezza leggermente superiore pari a 0,75m, per una larghezza complessiva di 8,50m;



- nei tratti in galleria corsie di larghezza pari circa a 3,75m e banchine laterali pari a circa 0,50m per una larghezza complessiva di 8,50m, più due marciapiedi laterali di circa 0,5 m.



Nelle immagini seguenti sono illustrati i dati planimetrici del tracciato e indicati i limiti di velocità presenti lungo le due direzioni dell'attuale viabilità, che, in termini generali, prevedono una limitazione a 40-50 km/h nelle zone degli svincoli di Cerchiaia e Ruffolo e una limitazione a 70 km/h nel tratto ricompreso fra gli stessi. Lungo l'intero itinerario, per entrambe le direzioni di marcia, non è mai ammessa la manovra di sorpasso.



RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



3.4.2 **Esame del tracciato nell'ipotesi di non intervento**

Le principali criticità riscontrate dall'analisi dello stato di fatto sotto un piano tecnico e funzionale sono di seguito elencate:

- non esiste continuità tra la SS 73 e la SS 223, gli utenti che percorrono la dorsale di collegamento da Fano in direzione Grosseto (e viceversa) sono obbligati a cambiare itinerario tramite le rampe dello svincolo Ruffolo;
- l'SS 223, nel tratto in esame, possiede caratteristiche funzionali inferiori rispetto alle parti contigue della medesima infrastruttura e alla SS 73, entrambe caratterizzate da due carreggiate separate con due corsie per senso di marcia. Rispetto a questi ultimi, il tratto oggetto di intervento (che risulta passaggio obbligato di collegamento tra i due itinerari) genera una discontinuità con caratteristiche prestazionali inferiori sia sul piano della sicurezza che su quello della gestione dei flussi di traffico;
- il tratto stradale in esame presenta geometrie trasversali non omogenee lungo il tracciato e non conformi agli standard normativi minimi richiesti lungo un itinerario trans europeo ("Tipo C" DM 05/11/2001), altri aspetti di non conformità nei confronti della medesima normativa si riscontrano sulle geometrie di tracciato (quali ad esempio l'assenza di raccordi a curvatura variabili tipo clotoide) e sul piano delle verifiche cinematiche e di visibilità;
- gli svincoli non risultano conformi alla normativa di riferimento (DM 19/04/2006) sul piano sia geometrico che funzionale con particolari criticità legate a tutte le rampe di uscita che configurandosi come naturali estensioni delle corsie di marcia impongono agli utenti di posizionarsi per tempo o sulla corsia di sorpasso o su quella di marcia ai fini di proseguire verso la direzione desiderata (la normativa impone invece che tutte le manovre di uscita su intersezioni a livello sfalsato avvengano con corsie specializzate di diversione posizionate sul lato destro della carreggiata).

3.4.3 **Obiettivi della soluzione di intervento**

L'infrastruttura, che si trova fra tracciati stradali per i quali è già stato realizzato l'adeguamento a 4 corsie o è, attualmente, in corso di realizzazione, è costituita pertanto da una strada ad una corsia per ogni senso di marcia con notevoli carenze infrastrutturali e inadeguata ad accogliere gli attuali e ancor più i futuri flussi di traffico anche in relazione alla notevole componente di veicoli pesanti che impegnano la direttrice Siena Bettolle. Infatti, il volume di traffico in ogni periodo dell'anno è ormai diventato tale da rendere questa viabilità una strozzatura limitativa delle capacità di smaltimento del traffico che transita nell'area senese dalle direttrici. La situazione è destinata ad aggravarsi rapidamente a seguito dell'apertura al traffico di ulteriori tratti a 4 corsie della Grosseto – Siena, in corso di realizzazione da parte di ANAS.

In tale contesto e coerentemente con la pianificazione di settore è stato individuato un intervento che, nei suoi aspetti generali, prevede:

- 1- il potenziamento della SS 223 nel tratto tra lo svincolo Cerchiaia e quello di Ruffolo con relativo miglioramento delle condizioni tecnico – funzionali fino al raggiungimento degli standard normativi previsti per strade di “tipo B” (“extraurbane principali” rif. DM 05/11/2001) con relativo nuovo tratto di collegamento tra l’infrastruttura e la SS 73;
- 2- La riorganizzazione dello svincolo Ruffolo, che non assolvendo più da connessione indiretta tra la SS 223 e la SS 73 deve essere riprogettato in conformità alla nuova configurazione dell’infrastruttura.
- 3- L’adeguamento dello svincolo Cerchiaia e in particolare di alcune delle rampe esistenti al fine di garantire una piena continuità di itinerario.

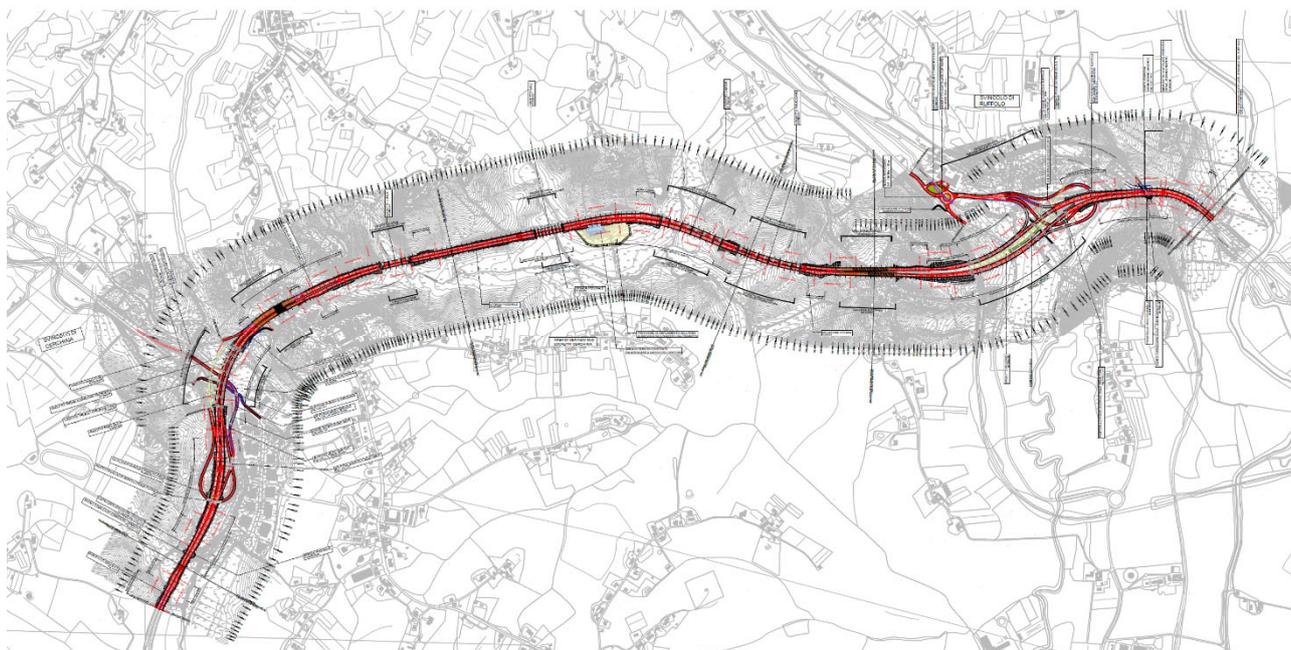
Attraverso tali interventi, l’infrastruttura di progetto assumerà notevole rilevanza sia nell’ambito del sistema radiale costituito a nord-ovest dal raccordo Siena-Firenze ad ovest dal raccordo Siena-Bettolle e a sud dal raccordo Siena-Grosseto, sia in quello tangenziale, essendo abbastanza a ridosso del tessuto urbano, con la funzione di “tangenziale sud di Siena”.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

L'opera oggetto del presente studio riguarda, come già riportato, l'adeguamento geometrico e funzionale di un tronco stradale esistente e dei relativi svincoli (anch'essi esistenti) secondo gli standard espressi dalle normative vigenti al fine di realizzare un tratto stradale assimilabile ad una strada di "Tipo B" (D.M. 05/11/2001).

Nello specifico tale intervento risulta costituito: dallo svincolo di 'Cerchiaia' della strada statale SS 223 di 'Paganico' con la Tangenziale Ovest di Siena SS 674; dal tronco della statale SS 223 "di Paganico", ad una corsia per senso di marcia, compreso tra lo svincolo di Cerchiaia e lo svincolo di Ruffolo e dallo svincolo di 'Ruffolo' per tutte le rampe (Grosseto-Siena e Siena-Grosseto, Arezzo-Siena e Siena-Arezzo) a determinare un 'passante' della sezione della E78 (SS 73) per le due carreggiate principali.



L'intervento si colloca nell'ambito del complesso di interventi, in parte eseguiti ed in parte in corso, di adeguamento e riqualificazione tecnico-funzionale dell'itinerario E78 Grosseto-Fano concepiti per realizzare un importante asse viario fra le regioni Toscana e Marche, nonché una trasversale di attraversamento per la penisola italiana fra le dorsali tirrenica e adriatica. Per tale rete, con funzione d'integrazione ai corridoi plurimodali verso l'esterno e di collegamento tra i capoluoghi di provincia, il PRT prevede si debbano in generale garantire livelli di funzionalità di strade extraurbane secondarie.

L'obiettivo del progetto è quello di potenziare il tratto in esame al fine di garantire caratteristiche geometriche e funzionali in linea con gli standard del futuro itinerario complessivo. In tal senso oltre al raddoppio delle corsie esistenti e la separazione dei sensi di marcia su carreggiate separate, si

provvederà all'adeguamento del tracciato alla normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001 e D.M. 22/04/2004) e alla riorganizzazione degli svincoli esistenti adattandoli sia alle nuove geometrie dell'asse principale, sia ai corrispondenti standard normativi (D.M. 19/04/2006).

Dal punto di vista della sicurezza stradale il progetto si propone di aumentare gli standard di sicurezza del corridoio stradale oggetto di riqualifica mediante il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- adeguamento alla normativa di riferimento del tracciato esistente e dei relativi rami di svincolo (attualmente non a norma);
- separazione dei flussi veicolari in senso opposto su due carreggiate separate (attualmente entrambi i sensi di marcia percorrono la medesima carreggiata);
- garanzia della continuità di itinerario lungo la direttiva Fano – Grosseto (attualmente l'itinerario si "interrompe" all'altezza dello svincolo Ruffolo e presenta nel tratto oggetto di intervento discontinuità geometriche e funzionali rispetto ai rimanenti tratti).

4.2 SINTESI DEGLI STANDARD PROGETTUALI ADOTTATI

- La sezione di progetto è di tipo B1 (D.M. 2001), costituita da una piattaforma stradale a doppia carreggiata ciascuna larga 9.50 m, con due corsie di marcia da 3.75 m ciascuna, fiancheggiate da due banchine in sinistra di 0.50 m e in destra di 1.75 m. Per questa tipologia di strada è previsto un intervallo di velocità di progetto da 70 a 120 km/h.
- Ai lati della piattaforma stradale sono previsti i tradizionali elementi marginali: arginello da 1.75 m nelle sezioni in rilevato, arginello o cunetta rispettivamente da 1,75 e 1.20 m nelle sezioni in trincea, fosso di guardia a sezione trapezia a protezione delle scarpate ed ai piedi delle scarpate, barriere laterali di sicurezza tipo H2 o H3 nelle sezioni in rilevato e mezza costa ed H3 o H4 nelle sezioni in viadotto (D.M. 03/06/98).
- È previsto inoltre un cordolo in cls 15x25 nei tratti in rilevato e in spartitraffico a protezione del ciglio stradale, lungo tutto il tracciato.
- Le scarpate dei rilevati e delle trincee sono realizzate con un'inclinazione di 2/3.
- La pavimentazione è costituita da uno strato di usura drenante di 4 cm, da uno strato di collegamento o binder di 6 cm, da uno strato di base di 12 cm, da uno strato in misto cementato di 20 cm e da uno strato in misto stabilizzato di 15 cm, per un pacchetto della pavimentazione totale di 57 cm.
- Lungo l'asse stradale insistono 6 opere d'arte maggiori e due gallerie:
 - Viadotto Tressa
 - Viadotto Luglie
 - Viadotto Valli
 - Viadotto Casone

- Viadotto Ribuciano
 - Viadotto Riluogo
 - Galleria San Lazzero
 - Galleria Ribuciano
- Per le rampe degli svincoli di Cerchiaia e Riluogo si è adottata una sezione di 9.50 m, costituita da due corsie da 3.50 m e due banchine da 1.00 m, nel caso della rampa bidirezionale, ed una sezione di 6.50 m, con una corsia di marcia di 4.00 m e due banchine da 1.00 m sul margine sinistro ed 1.50 m sul margine destro, nel caso di rampe unidirezionali. La pavimentazione presenta gli stessi spessori di quella dell'ammodernamento della Statale.
- La viabilità poderale può essere distinta in un gruppo di assi associati a un'unica tipologia di sezione trasversale costituita da una carreggiata pavimentata di larghezza pari a 4 metri fiancheggiata da arginello da 1,00 m nelle sezioni in rilevato e cunetta da 1,00 m nelle sezioni in trincea.

4.3 PROGETTO STRADALE

4.3.1 Progetto asse principale

L'asse principale dell'infrastruttura in esame, che si classifica, secondo gli standard della normativa di riferimento (D.M. 05/11/2001) come strada tipo "B", è costituito, come noto, da due carreggiate principali: una "occidentale" per veicoli che da Fano lo percorrono in direzione Grosseto ed uno "orientale" avente senso di percorrenza opposto. La carreggiata "Ovest" si sviluppa sostanzialmente lungo il sedime dell'infrastruttura esistente (strada tipo III secondo la classificazione CNR) ed è affiancata, sostanzialmente in parallelo, dalla nuova carreggiata "Est". Tale configurazione è stata studiata con il preciso intendo di minimizzare le occupazioni garantendo al contempo gli adeguati standard geometrico-funzionali. L'intervento ha inizio, analizzando l'infrastruttura nel suo complesso da Ovest verso Est, al Km 67+500 della S.S. 223 nel tratto finale del cosiddetto "Lotto 11" della Grosseto-Siena, oggetto di un intervento di ammodernato negli anni 2000. Superato il breve tratto di raccordo all'esistente dove la carreggiata si mantiene pressoché immutata rispetto alle dimensioni attuali, il tracciato prosegue inserendosi nell'area dello svincolo di Cerchiaia all'interno del quale le due carreggiate (entrambe realizzate su nuovo sedime, in parallelo ai viadotti esistenti) consentono di raggiungere la galleria S. Lazzero annullando la discontinuità di tracciato che caratterizza il tratto allo stato attuale. L'area dello svincolo risulta, inoltre, caratterizzata da una forte presenza di vincoli, sia naturali (Torrente Tressa) sia antropici (diverse aree edificate, aree destinate ad ospitare nuovi insediamenti commerciali). La Galleria S. Lazzero si estende attualmente per circa 150 m al di sotto della Cassia (SR 2) e verrà allargata per garantire alla Carreggiata Ovest di avere dimensioni trasversali coerenti con gli standard normativi e con gli allargamenti per visibilità; parallelamente verrà realizzata la nuova canna destinata ad ospitare la Carreggiata Est di nuova realizzazione. Il

tratto seguente, che si estende fino alla seconda galleria del tracciato (Galleria Bucciano), corre ai piedi della collina di Siena, in un'area caratterizzata da una morfologia variegata che si traduce, sul piano infrastrutturale, in una successione di tratti in viadotto (viadotti Luglie, Valli, Casone, Ribucciano) e tratti a mezzacosta. In questa zona l'asse della carreggiata Ovest mantiene sostanzialmente immutata la configurazione dell'asse esistente, già compatibile, ad eccezione delle larghezze trasversali, con la geometria di una strada tipo "B" pienamente conforme alla normativa. Anche i nuovi viadotti saranno collocati in corrispondenza dei viadotti esistenti (i quali verranno però completamente ricostruiti). Tra il viadotto Casone e il Viadotto Valli il tracciato incontra un'area di servizio la cui posizione verrà mantenuta inalterata anche nella conformazione di progetto, al netto dello spazio necessario all'inserimento della nuova Carreggiata. Il tracciato risulta, inoltre, compatibile con un eventuale intervento di espansione e potenziamento dell'area di servizio stessa. Superato il viadotto Ribucciano la strada si immette nella Galleria Bucciano, la quale, analogamente alla Galleria S. Lazzerò, è caratterizzata da una lunghezza di circa 150 m con due tratti di galleria artificiale che precedono (e seguono) la galleria naturale; anche in questo caso verrà realizzata una nuova canna per ospitare la Carreggiata Est. Attraversata la galleria il tracciato si inserisce nell'area dello svincolo di Ruffolo, la cui nuova conformazione garantisce la continuità di itinerario con il tratto Siena-Bettolle dell'infrastruttura. Quasi l'intero tratto di svincolo si sviluppa lungo il viadotto Rilugo, a partire dal quale si dipanano anche le nuove rampe di progetto. Superato lo svincolo il tracciato sottopassa la ferrovia per poi riconnettersi con il Lotto 1, già ammodernato, al km 2.8 del tratto Siena – Bettolle. Quest'ultima area è caratterizzata da una forte presenza urbanizzativa che impone l'adozione da parte dell'infrastruttura di adeguati interventi di mitigazione acustica, in parte in sostituzione di quelli già esistenti e in parte di nuova realizzazione a compensazione del rumore generato dai maggiori flussi che, si ipotizza, percorreranno l'opera in oggetto.

4.3.2 Svincolo di Cerchiaia

L'adeguamento dello **svincolo di Cerchiaia** prevede l'adozione di uno schema di svincolo costituito da rampe monosenso dirette e semidirette conformi alla nuova configurazione di progetto del tracciato principale dovuta all'inserimento della nuova carreggiata Est Grosseto - Fano. A tal fine le nuove rampe mantengono un andamento planimetrico simile all'esistente con l'esclusione della rampa Grosseto – Firenze il cui tracciato piano altimetrico è stato reso conforme alla posizione della nuova carreggiata Est (inserimento della corsia di diversione – uscita in mano destra). Si precisa che anche i tracciati delle rampe con andamento simile all'esistente sono stati opportunamente verificati e adeguati all'attuale normativa vigente (D.M. 19.04.2006).

Le rampe di progetto sono così individuate:

- **Rampa Fano – Firenze** – rampa monosenso di tipo diretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Firenze sulla S.S. n.674 - si posiziona

parzialmente in sede alla rampa esistente;

- **Rampa Grosseto – Firenze** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.233 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Firenze sulla S.S. n.674, si posiziona in nuova sede;
- **Rampa Firenze – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Grosseto sulla S.S. n.233 – si posiziona in sede alla rampa esistente;
- **Rampa Firenze – Fano** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.674 per i veicoli provenienti da Firenze in direzione Fano sulla S.S. n.233 – si posiziona parzialmente sulla sede della rampa esistente.

4.3.3 Svincolo di Ruffolo

L'adequamento dello **svincolo di Ruffolo** prevede anch'esso l'adozione di uno schema costituito da rampe monosenso dirette e semidirette adeguate alla nuova configurazione di progetto del tracciato principale dovuta all'inserimento della nuova carreggiata Est Grosseto – Fano. In tale contesto, lo schema di svincolo stesso è stato concepito con lo scopo di privilegiare la direttrice rappresentata dalla S.S. n.223 (Grosseto – Fano) potenziata dalla trasformazione a doppia carreggiata. Di conseguenza a differenza dello svincolo di Cerchiaia precedentemente descritto, le attuali rampe non possono essere preservate o parzialmente mantenute, ma verranno demolite e sostituite completamente da quelle nuove di progetto. Fa parte della presente progettazione anche l'adequamento dell'attuale rotatoria a tre bracci tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, localizzata in corrispondenza del Comando dei Vigili del Fuoco di Siena.

Le rampe di progetto sono così individuate:

- **Rampa Siena – Fano** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Fano sulla S.S. n.223.
- **Rampa Fano – Siena** – rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.715 per i veicoli provenienti da Fano in direzione Siena sulla S.S. n.73;
- **Rampa Siena – Grosseto** rampa monosenso di tipo diretta, permette il collegamento dalla S.S. n.73 per i veicoli provenienti da Siena in direzione Grosseto sulla S.S. n.223;
- **Rampa Grosseto – Siena** rampa monosenso di tipo semidiretta, permette l'uscita dalla S.S. n.223 per i veicoli provenienti da Grosseto in direzione Siena sulla S.S. n.73.

L'adequamento della **rotatoria** esistente tra la S.S. n.73, la S.S. n.715 e la S.P. n.136, localizzata in corrispondenza del Comando dei Vigili del Fuoco di Siena, prevede una nuova geometrizzazione dell'intero nodo conforme alla normativa vigente (D.M. 19.04.2006), e la realizzazione di un nuovo manufatto idraulico per il torrente Rilugo in luogo dell'attuale opera di cui si prevede la dismissione. In riferimento alle dimensioni geometriche del diametro esterno è classificabile come "rotatoria

convenzionale". Il diametro della circonferenza esterna è quindi pari a 50m e il raggio giratorio esterno è di 25m.

4.3.4 Strada locale a destinazione particolare

Nelle aree di svincolo sono presenti delle viabilità locali di piccola entità che permettono sia gli accessi privati delle varie attività produttive e commerciali presenti, che le connessioni vicinali con le aree agricole adiacenti le aree di intervento. Di seguito si evidenziano le viabilità oggetto d'intervento:

- Deviazione strada di Cerchiaia (accesso Ads Gas);
- Ripristino accesso proprietà zona Galleria San Lazzerò;
- Nuova strada di accesso aree interne Svincolo di Ruffolo;
- Deviazione e riassetto strade poderali ai margini nella nuova carreggiata direzione Grosseto e in corrispondenza dello Svincolo di Ruffolo.

4.4 SEZIONI TIPO

La sezione tipo adottata per l'asse principale è in conformità alla Categoria B1 - Strada Extraurbana Principale del D.M. 05.11.2001:

- due carreggiate aventi rispettivamente due corsie larghe 3,75 m per senso di marcia, una propriamente di marcia e una di sorpasso;
- margine interno composto da spartitraffico di larghezza variabile (con minimo di 2,50 m) e dalle due banchine interne larghe 0,50 m ciascuna;
- banchine esterne di 1,75 m;
- per una larghezza totale minima di piattaforma pavimentata di 22,00 m

Il valore della piattaforma ed in particolare quello della banchina sopra indicati rappresentano il valore corrente della carreggiata: in alcuni punti del tracciato la composizione plano-altimetrica dell'asse è tale per cui non sono garantite le visuali libere per l'arresto e il sorpasso, conseguentemente si è reso necessario operare allargamenti della sede stradale o degli elementi marginali al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato.

Tali allargamenti sono indicati nelle sezioni trasversali e opportunamente analizzati negli specifici elaborati relativi alle verifiche di tracciato.

Le dimensioni della piattaforma stradale, inclusi gli eventuali allargamenti, sono state mantenute invariate lungo tutto il tracciato della strada, sia in sede naturale sia in sede artificiale (viadotti e gallerie).

La pendenza trasversale della piattaforma è prevista pari al 2,5% in rettilo, mentre in curva si raggiunge la pendenza massima consentita dalla normativa del 7,0 % lungo gran parte delle curve dell'asse stradale.

In caso di corsie di decelerazione o di accelerazione in destra alla singola carreggiata è prevista l'aggiunta di una corsia da 3,75 m con mantenimento della banchina pavimentata da 1,75 m.

In presenza di piazzola di sosta si prevede l'allargamento della piattaforma di ulteriori 3,50 m oltre la corsia di emergenza. Planimetricamente le piazzole sono previste con una distanza massima di 1000 m per senso di marcia e presentano uno sviluppo pari a 65 m di cui 25 m a larghezza costante e 2x20 m a larghezza variabile di raccordo alla piattaforma tipo.

Le fasce di pertinenza della strada sono delimitate verso l'esterno da una rete di recinzione per tutto lo sviluppo dell'opera; nell'ambito di tali fasce vengono altresì allocate le eventuali opere di mitigazione (fasce di vegetazione) per la minimizzazione degli impatti conseguenti all'intrusione visiva ed all'inquinamento acustico ed atmosferico.

In **rilevato** l'elemento marginale è costituito da un arginello di larghezza 1,75 m, all'interno del quale è prevista l'installazione di barriere metalliche di sicurezza tipo ANAS (si veda il Cap. 5 della presente relazione per una più approfondita trattazione): la delimitazione della pavimentazione stradale è realizzata mediante un cordolo in calcestruzzo avente dimensione 15 x 25 cm e altezza di 7 cm rispetto al piano viabile.

Le scarpate sono profilate con pendenza 2/3, con strato di vegetale di spessore medio 30 cm inerbito mediante idrosemina, che si rastrema in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

La raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate. Come sistema di sicurezza, sono previste canalette tipo embrice posizionate lungo la scarpata che in caso di troppo pieno del sistema canaletta/tubazione convogliano le acque di piattaforma in fossi di guardia rivestiti al piede del rilevato.

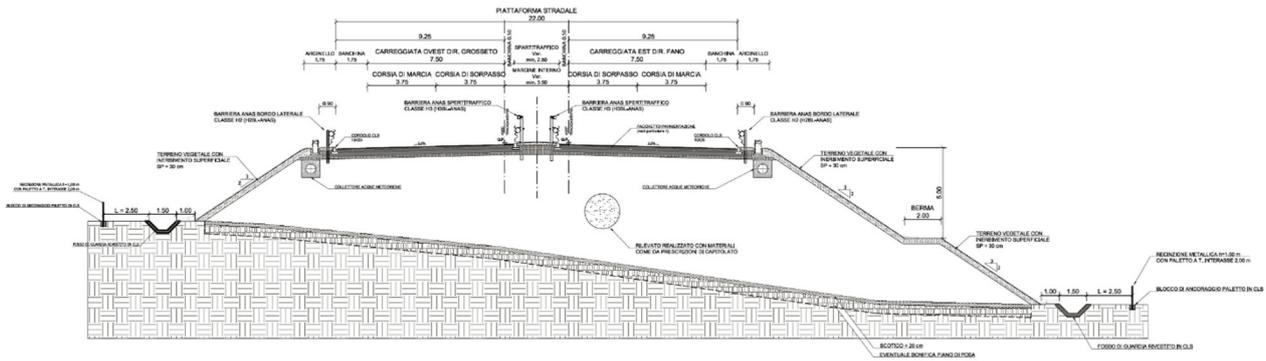


Figura 1 – Sezione tipo in rilevato in rettilo

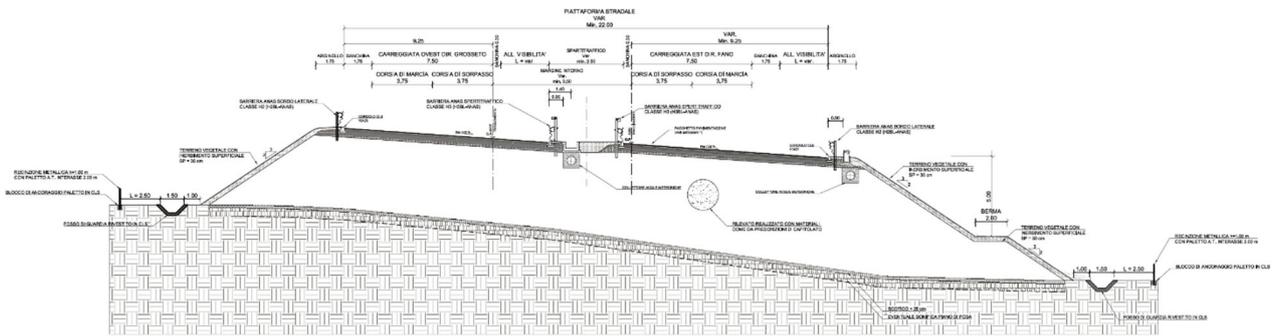


Figura 2 – Sezione tipo in rilevato in curva con allargamento

Nei casi di ammassamento della nuova sede stradale a quella esistente e in generale ai terreni con pendenza $P > 15\%$ è prevista una opportuna preparazione della scarpata mediante l'esecuzione dello scavo di scotico e di bonifica e della realizzazione di gradoni di profondità H variabile fra 50 e 100 cm e tratto sub orizzontale con pendenza del 1,00 – 2,00% verso l'interno.

Il rilevato così realizzato conserva comunque le caratteristiche geometriche del rilevato classico sia in piattaforma che per quanto riguarda gli elementi marginali e il sistema di smaltimento delle acque.

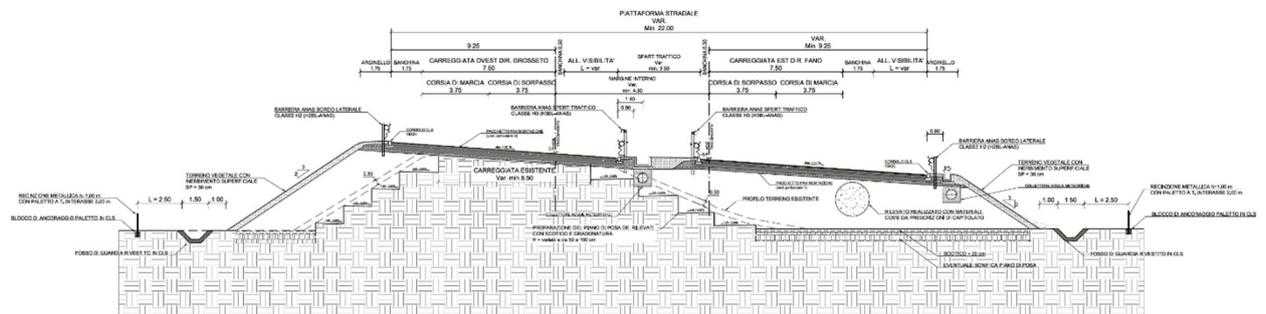


Figura 3 – Sezione tipo in rilevato in curva con ammassamento

Nei tratti in rilevato con mitigazione acustica si sono configurate due differenti organizzazioni del margine laterale:

- Caso con *Barriera Acustica* installata su cordolo di fondazione a tergo della barriera di sicurezza: in questo caso l'arginello si estende fino a raggiungere i 2,30 m di larghezza (pari al valore del parametro di intrusione del veicolo "VIm" della barriera H2BL) utile al fine di garantire un'opportuna distanza di sicurezza fra la barriera acustica e quella metallica di sicurezza in caso di impatto del veicolo in svio con quest'ultima. Il regime idraulico non viene modificato, essendo garantita la continuità della canaletta e della tubazione sottostante, posizionate a ridosso del cordolo di fondazione della barriera.

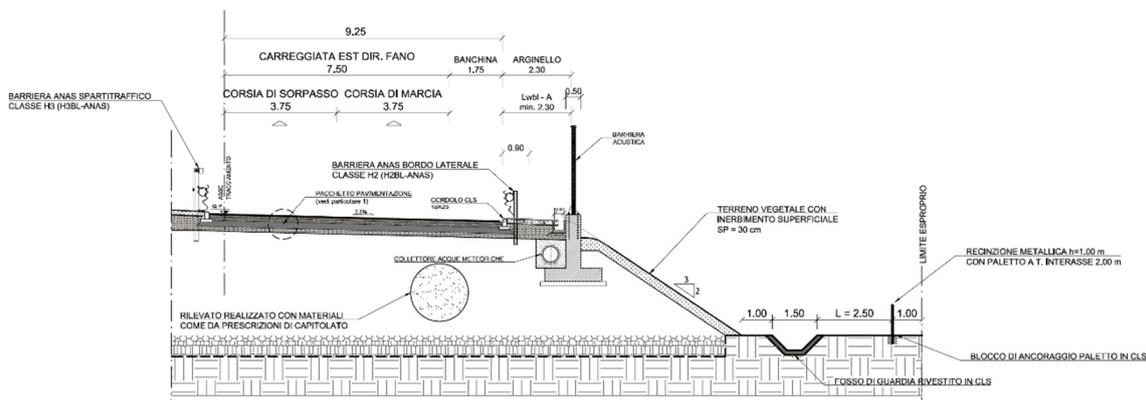


Figura 4 – Sezione tipo in rilevato con barriera acustica

- Caso con *Barriera Acustica Integrata* alla barriera di sicurezza alloggiata su cordolo di fondazione in c.a. posto al margine della carreggiata stradale. Tale configurazione consente di contenere le occupazioni, mostrandosi come preferenziale in casi di vicinanza a proprietà private o ad aree urbanizzate. Lo smaltimento delle acque di piattaforma e la continuità con il sistema chiuso utilizzato vengono garantiti attraverso la realizzazione di caditoie in banchina con collettori posizionati in asse.

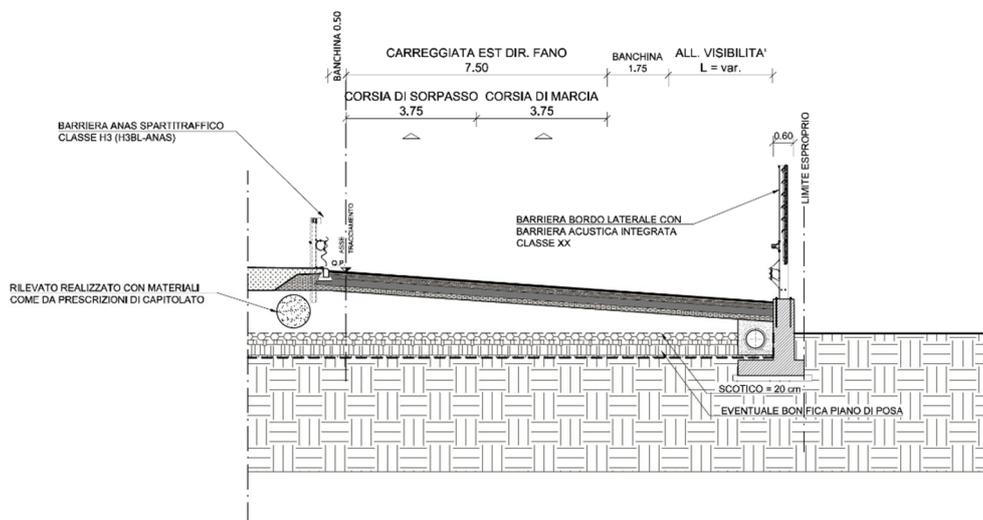


Figura 5 – Sezione tipo in rilevato con barriera acustica integrata

Nei casi dove la morfologia del terreno o la presenza di vincoli ai lati della strada non permettono la formazione del rilevato con pendenza della scarpata naturale con pendenza 2/3, ai margini della piattaforma stradale sono disposti muri di sostegno in c.a. con paramento verticale.

La parte sommitale del muro è costituita da un cordolo di larghezza pari a 0,75 metri su cui trova alloggio, a seconda delle situazioni, o la barriera di sicurezza in acciaio/legno (H2 bordo ponte) o la barriera acustica.

- Nel primo caso, il cordolo è posizionato immediatamente a lato della sede pavimentata con una altezza massima dal piano viario pari a 7 cm. Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene attraverso canalette continue con griglie carrabili, collocate in banchina a ridosso della testa del muro.
- Nel secondo caso, il cordolo è arretrato in modo da seguire il tracciamento della barriera acustica collocata ad una distanza minima di 1,70 metri dal ciglio pavimentato;
- Nel terzo caso il cordolo è arretrato di 1,35 m in modo tale da assicurare la continuità del sistema di raccolta delle acque meteoriche collocato all'esterno della sede carrabile.
- Nel secondo e terzo caso, a margine della strada è inserito un arginello inerbito all'interno del quale è prevista l'installazione della barriera di sicurezza metallica di tipo Anas. La raccolta acque è gestita con le stesse modalità dei tratti in rilevato, ovvero con un collettore posto al disotto della banchina che convoglia le acque in corrispondenza delle vasche di trattamento e quindi al recettore finale.

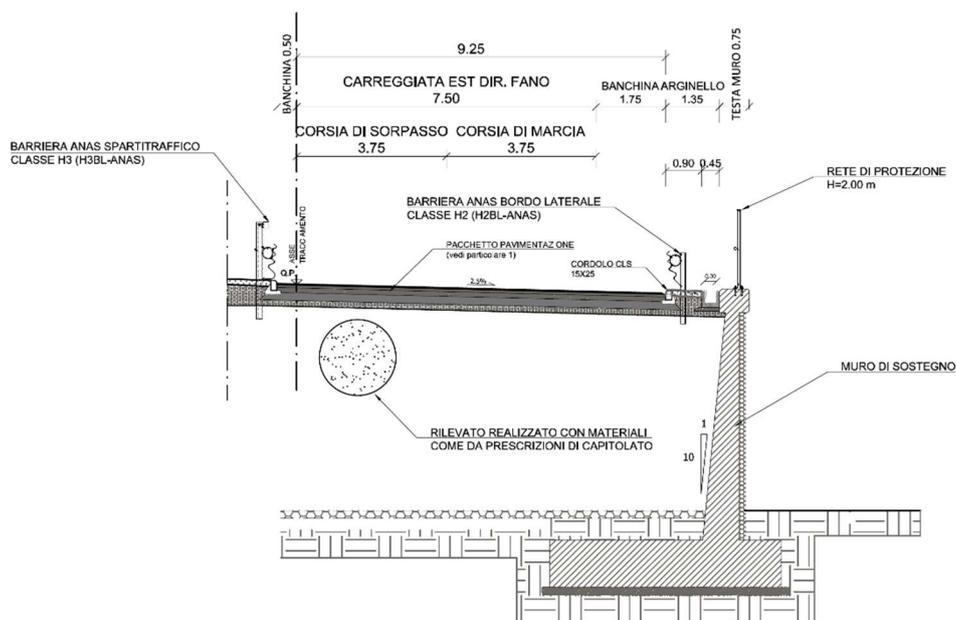


Figura 6 – Sezione tipo in rilevato – Muro di sostegno con canaletta idraulica

Nei tratti in **trincea** le scarpate sono realizzate con pendenza al 4/7, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina. Il fondo dello scavo verrà compattato fino a raggiungere il grado di portanza idoneo al piano di posa della pavimentazione stradale.

Le acque meteoriche vengono raccolte mediante cunette laterali, di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile, e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa.

Gli elementi marginali risultano essere di 1,70 m, dei quali 1,20 m necessari per l'inserimento della cunetta, e i residui 50 cm definiscono il tratto di raccordo con la scarpata.

In testa alla scarpata viene realizzato un fosso di guardia di larghezza minima totale di 150 cm, a protezione del tratto stradale in trincea.

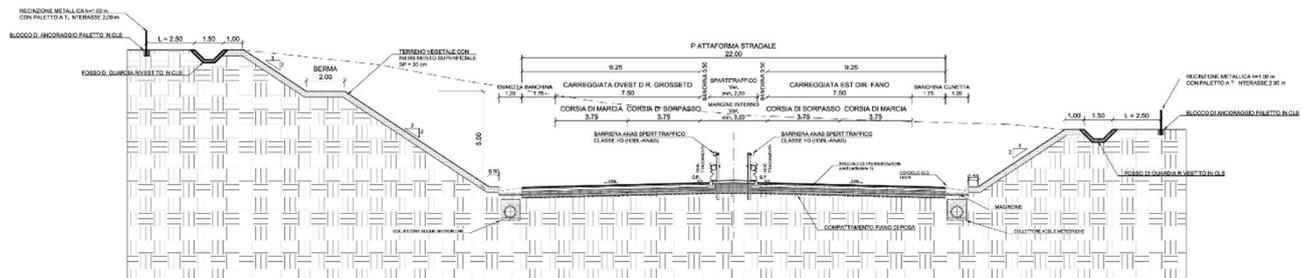


Figura 7 – Sezione tipo in trincea in rettilineo

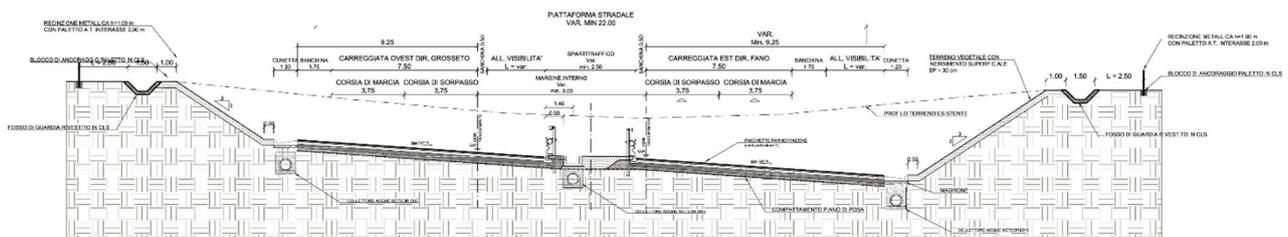


Figura 8 – Sezione tipo in trincea in curva con allargamento

Le soluzioni riguardanti gli elementi marginali in trincea si differenziano a seconda delle necessità tecniche dipendenti dall'andamento del terreno esistente e dalle differenti necessità di gestione degli spazi. Si configurano due scenari oltre a quello tradizionale sopra esposto:

- **Margine con muro:** viene realizzato un muretto di sottoscampa per ridurre la dimensione della scarpata in trincea, mentre la continuità della cunetta di margine di 120 cm di larghezza viene

garantita ricavando il profilo della stessa all'interno del muro, al cui tergo viene installata una canaletta idraulica atta a proteggere la strada dalle acque di versante di monte.

- **Margine con arginello:** nel caso di scarsa estensione dei tratti in trincea, si sceglie di mantenere la continuità con gli elementi marginali propri del rilevato a mezzo dell'esecuzione di scavo laterale, garantendo quindi la continuità del sistema di raccolta delle acque di piattaforma. Al piede del rilevato così realizzato è quindi posto un fosso di guardia di dimensione orizzontale di 2,25 m, che precede un tratto orizzontale di raccordo con la scarpata a pendenza 4/7 di dimensione di 50 cm.

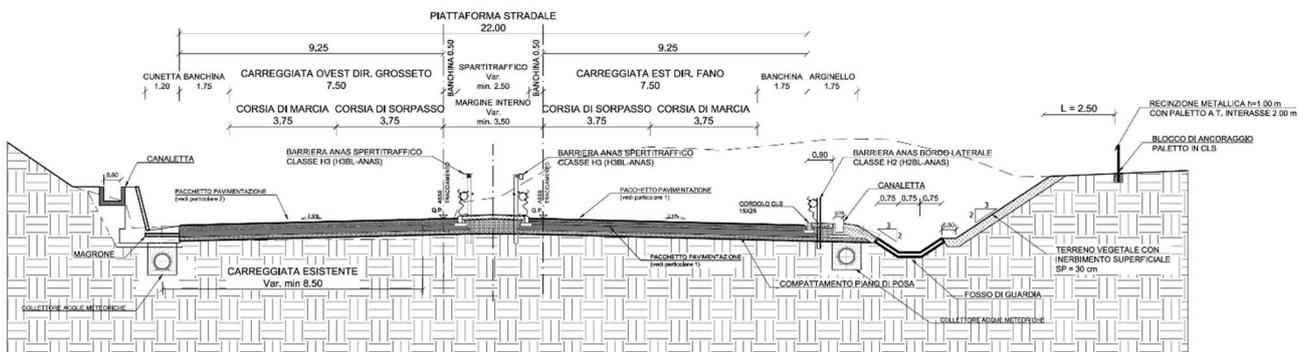


Figura 9 – Sezione tipo in trincea in rettilineo con scavo laterale e muro a margine

Per le situazioni a **mezzacosta** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3 in rilevato e 4/7 in trincea in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina, che si rastrema (nel caso di scarpata in rilevato) in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compatto, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

Le acque di piattaforma, per il lato di monte, vengono raccolte, come nel caso in trincea, mediante cunette laterali di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa; a protezione della sede stradale dalle acque meteoriche esterne in scarpata viene realizzato un fosso di guardia rivestito di larghezza minima di 150 cm. Per il lato di valle, invece, si utilizzano gli stessi elementi marginali del rilevato e, di conseguenza, la raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate.

Nei tratti in **viadotto** la piattaforma stradale conserva le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche del tipo di strada in progetto, ad eccezione che nei tratti in curva in cui sono previsti degli allargamenti della sede stradale al fine di garantire le corrette distanze di visibilità libere.

A margine della banchina, su entrambi i lati, è inserito un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica tipo ANAS.

Il sistema di raccolte acque è composto da griglie con scarico puntuale in corrispondenza delle pile.

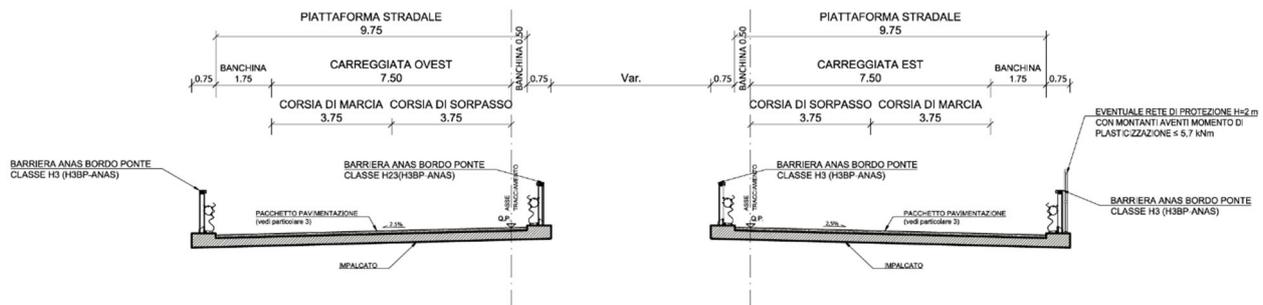


Figura 12 – Sezione tipo in viadotto in rettilifilo

Le **sezioni tipo adottate per i rami di svincolo**, in funzione delle larghezze dei singoli elementi modulari, possono essere suddivise in due gruppi principali:

- rampe monosenso: si adotta il valore minimo di 6,50 m pavimentati, di cui 1,00 m per la banchina sinistra, 4,00 m per la corsia di marcia e 1,50 m per la banchina destra;
- rampe bisenso: si adotta il valore di 9,00 m (1,00 di banchina + 3,50 di corsia + 3,50 di corsia + 1,00 di banchina);

Il valore del ciglio e della banchina indicati rappresentano il valore corrente della carreggiata: in alcuni punti del tracciato la composizione plano-altimetrica è tale per cui è richiesto un allargamento della corsia per l'iscrizione dei veicoli o non sono garantite le visuali libere per l'arresto: di conseguenza si è reso necessario operare allargamenti della corsia o della banchina rispettivamente, al fine di soddisfare tale verifica.

La pendenza trasversale della piattaforma monofalda è prevista pari al 2,5% in rettilifilo, mentre in curva si raggiunge la pendenza massima consentita dalla normativa del 7,0 %.

In **rilevato** l'elemento marginale è costituito da un arginello di larghezza 1,75 metri, all'interno del quale viene installata la barriera di sicurezza di tipo metallico: la delimitazione dell'arginello dalla piattaforma stradale è realizzata mediante un cordolo in calcestruzzo avente dimensione 15 x 25 cm e altezza di 7 cm rispetto al piano viabile.

Le scarpate saranno profilate con pendenza 2/3, con strato di vegetale di spessore medio 30 cm

inerbito mediante idrosemina, che si rastrema in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

La raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collectare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate. Come sistema di sicurezza, sono previste canalette tipo embrice posizionate lungo la scarpata: in caso di troppo pieno del sistema canaletta/tubazione queste convogliano le acque di piattaforma al piede del rilevato in fossi di guardia rivestiti.

Nei casi in cui il rilevato interessa terreni con pendenza trasversale $P > 15\%$ è prevista la conformazione del versante a gradoni di profondità massima 130 cm, e tratto sub-orizzontale con pendenza verso l'interno del 2%.

L'installazione dei corpi illuminanti deve essere eseguita ad una distanza di 2,30 m dal ciglio stradale.

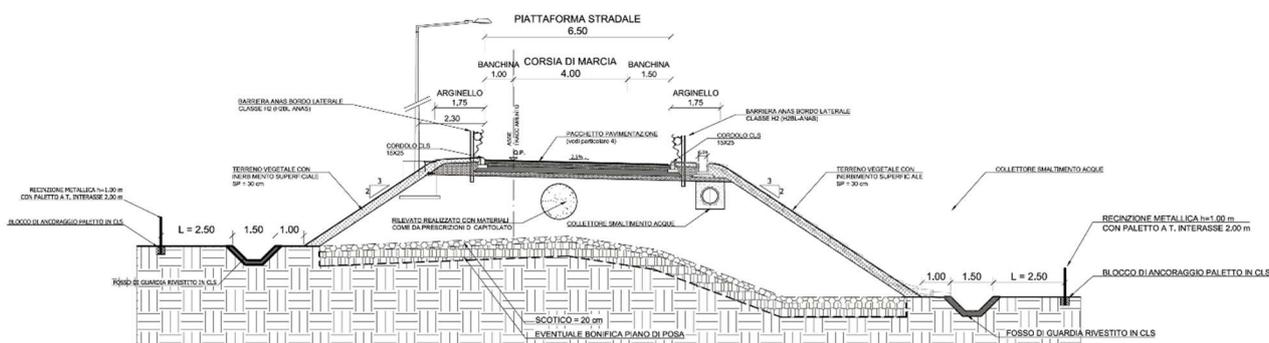


Figura 13 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in rilevato in rettillo

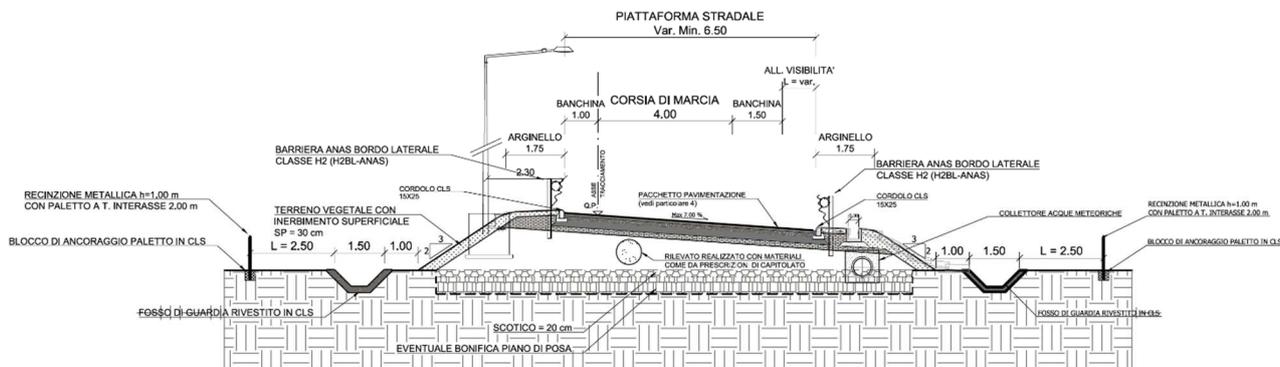


Figura 14 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in rilevato in rettillo

Nei casi dove la morfologia del terreno o la presenza di vincoli ai lati della strada non permettono la formazione del rilevato con pendenza della scarpata naturale con pendenza 2/3, ai margini della piattaforma stradale sono disposti muri di sostegno in c.a. con paramento verticale.

A fianco della parte sommitale del muro è posizionato un cordolo in calcestruzzo di larghezza pari a 0,75 m e altezza massima dal piano viario pari a 7 cm, che separa la piattaforma stradale da un arginello di 1,35 m sul quale è installata la barriera di sicurezza di classe H2 tipo ANAS.

Lo smaltimento delle acque di piattaforma avviene attraverso canalette continue con griglie carrabili, collocate in banchina a ridosso della testa del muro.

Per quanto concerne la formazione del rilevato all'interno dei paramenti prefabbricati, è prevista l'interposizione di uno strato di materiale fornito da cava, sia per il tratto iniziale che per il secondo tratto, poiché la presenza delle costole di irrigidimento dei pannelli non permette l'esecuzione della stabilizzazione a calce nella formazione del rilevato.

Nei tratti in **trincea** le scarpate sono realizzate con pendenza al 4/7, in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina. Il fondo dello scavo verrà compattato fino a raggiungere il grado di portanza idoneo al piano di posa della pavimentazione stradale.

Le acque meteoriche vengono raccolte mediante cunette laterali, di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile, e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa.

Gli elementi marginali risultano essere di 1,70 m, dei quali 1,20 m necessari per l'inserimento della cunetta, e i residui 50 cm definiscono il tratto di raccordo con la scarpata.

In testa alla scarpata viene realizzato un fosso di guardia rivestito di larghezza minima totale di 150 cm, a protezione del tratto stradale in trincea.



Figura 15 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in trincea in rettilineo

Nelle situazioni di **mezzacosta** le scarpate sono realizzate con pendenza al 2/3 in rilevato e 4/7 in

trincea in ragione delle caratteristiche meccaniche del terreno in sito, rivestite con uno strato di vegetale di 30 cm ed inerbite con idrosemina, che si rastrema (nel caso di scarpata in rilevato) in corrispondenza dell'arginello e sostituito da materiale stabilizzato compattato, al fine di garantire la corretta infissione della barriera in un materiale che ne permetta il corretto funzionamento in caso di urto.

Le acque di piattaforma, per il lato di monte, vengono raccolte, come nel caso in trincea, mediante cunette laterali di larghezza complessiva 120 cm e con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoia con griglia carrabile e convogliate nei pozzetti di raccolta, mediante condotte idrauliche poste in asse alla cunetta stessa; a protezione della sede stradale dalle acque meteoriche esterne in scarpata viene realizzato un fosso di guardia rivestito di larghezza minima di 150 cm. Per il lato di valle, invece, si utilizzano gli stessi elementi marginali del rilevato e, di conseguenza, la raccolta acque è gestita mediante sistema chiuso con canalette con predisposizione di foro per l'inserimento di caditoie con griglia non carrabile, utili a collettare le acque di piattaforma in tubazioni correnti per il conferimento alla vasca di trattamento e quindi al ricettore finale delle portate d'acqua captate.

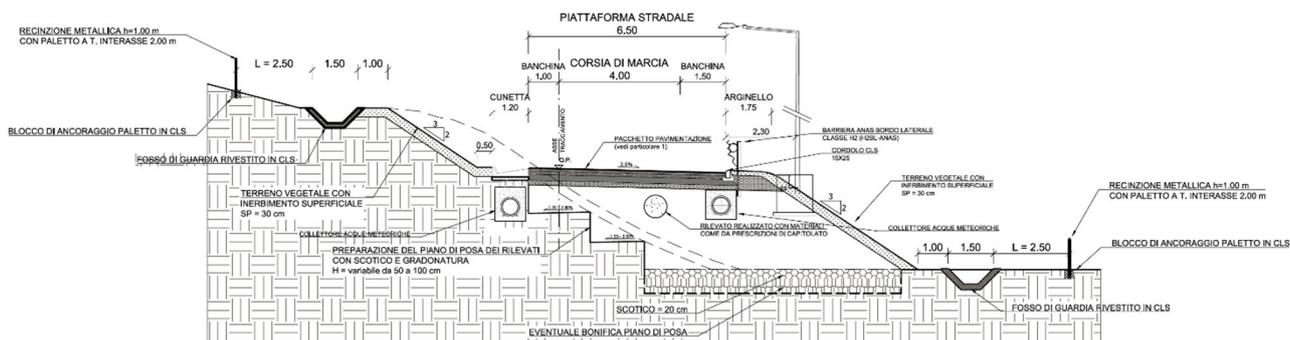


Figura 4 – Sezione tipo di rampa monodirezionale a mezzacosta in rettilineo

All'interno dei **sottovia** la piattaforma stradale conserva la geometria della rampa monosenso all'aperto, caratterizzata da una corsia di 4 m di larghezza, banchina in destra da 1 m e banchina in sinistra di larghezza pari a 1,5 m. Sul lato interno delle curve, la banchina è variabile al fine di garantire le corrette visuali libere e la corretta percezione visiva del tracciato.

Gli elementi di margine sono costituiti da profili ridirettivi gettati direttamente in struttura.

Sono garantiti i franchi minimi richiesti nel D.M.05.11.2001, ovvero l'altezza libera, misurata sulla verticale a partire da qualsiasi punto della piattaforma, non risulta mai inferiore a 5,00 metri in corrispondenza della carreggiata e a 4,80 metri in corrispondenza delle banchine.

L'impianto di smaltimento delle acque di piattaforma è compreso tra la soletta e la pavimentazione con una serie di caditoie poste in banchina che scaricano all'interno di una tubazione che convoglia le acque verso la vasca di trattamento.

Il sistema di illuminazione previsto è costituito da corpi illuminanti installati su staffe collegate

all'intradosso della soletta superiore, ad un'altezza dal piano stradale tale da garantire i franchi minimi richiesti dalla normativa.

Nei tratti in **viadotto** la piattaforma stradale conserva le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche della rampa in progetto, ad eccezione che nei tratti in curva in cui sono previsti degli allargamenti della sede stradale al fine di garantire le corrette distanze di visibilità libere.

A margine della banchina, su entrambi i lati, è inserito un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica tipo ANAS.

Il sistema di raccolte acque è composto da griglie con scarico puntuale in corrispondenza delle pile.

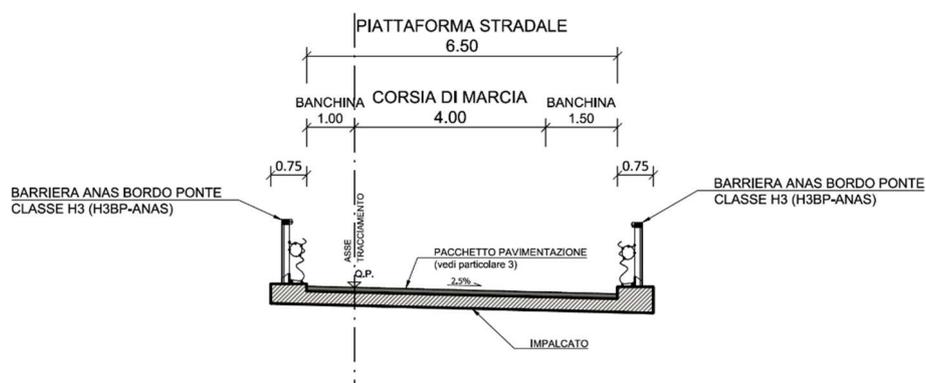


Figura 5 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in viadotto in rettilo

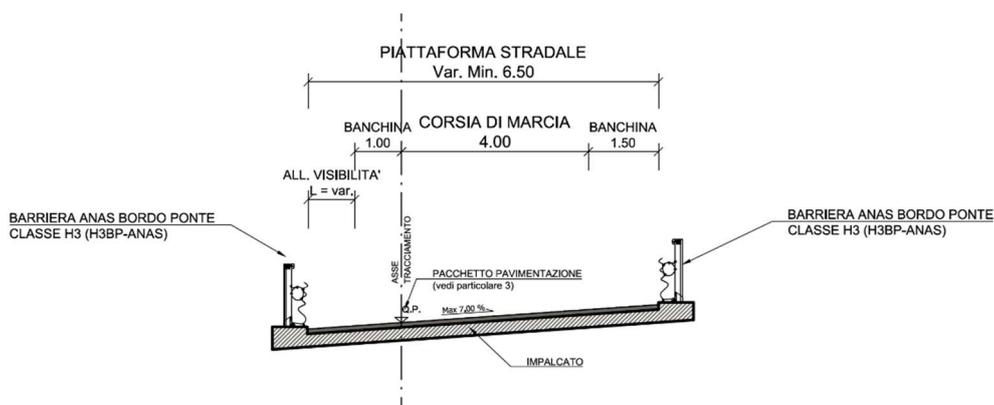
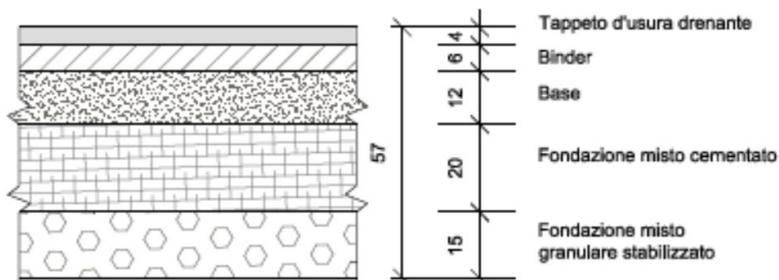


Figura 6 – Sezione tipo di rampa monodirezionale in viadotto in curva

4.5 PACCHETTI PAVIMENTAZIONE

La pavimentazione è costituita da uno strato di usura drenante di 4 cm, da uno strato di collegamento o binder di 6 cm, da uno strato di base di 12 cm, da uno strato in misto cementato di 20 cm e da uno strato in misto granulare stabilizzato di 15 cm, per un pacchetto della pavimentazione totale di 57 cm.

PARTICOLARE TIPO 1 - SU NUOVA SEDE



Sui viadotti la pavimentazione è costituita da uno strato di usura drenante di 4 cm e di binder di 6 cm. Al di sotto è stato posto uno strato di guaina impermeabilizzante di 1 cm.

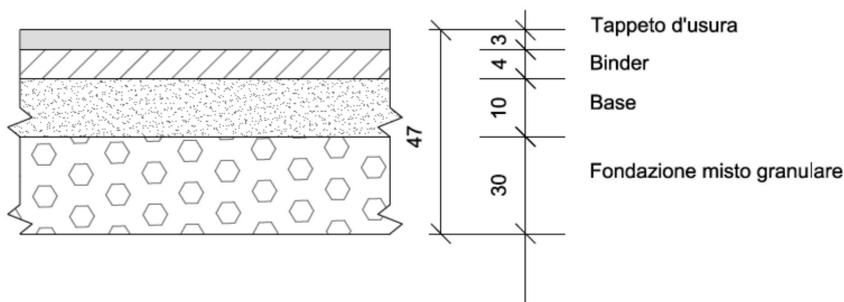
PARTICOLARE TIPO 3 - SU OPERE D'ARTE



Per la viabilità locale a destinazione particolare è invece prevista una pavimentazione costituita da uno strato di usura di 3 cm, da uno strato di collegamento o binder di 5 cm, da uno strato di base di 8 cm e da uno strato in misto stabilizzato di 30 cm, per un pacchetto della pavimentazione totale di 46 cm.

Per le strade agricole e poderali è invece prevista una pavinetazione "bianca" costituita da uno strato in misto stabilizzato dello spessore di 30 cm

PARTICOLARE TIPO 4 - VIABILITA' LOCALE



PARTICOLARE TIPO 5 - VIABILITA' PODERALE



4.6 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE

4.6.1 Premessa

La seguente premessa riporta in sintesi i passaggi che sono stati svolti con gli enti competenti e le relative pubbliche amministrazioni per la definizione dell'assetto progettuale dal punto di vista idrologico-idraulico.

Nel corso dell'anno 2020 sono stati intrapresi contatti tra Anas e l'amministrazione pubblica del Comune di Siena; da tali contatti sono scaturiti gli scambi di materiale inerente il tema della pericolosità idraulica redatti dal suddetto comune nelle more della legislazione vigente in materia.

Il materiale consisteva nella condivisione delle modellazioni idrauliche dei torrenti insistenti sul territorio, corredati dalle relative relazioni idrologico-idrauliche. Tale materiale di partenza era già stato condiviso e validato dal punto di vista metodologico e dal punto di vista dei risultati dagli enti competenti, Genio Civile Toscana sud e Autorità di bacino dell'Appennino Centrale.

Da tali modellazioni iniziali gli scriventi hanno susseguentemente sviluppato degli approfondimenti, basati soprattutto su di una cartografia numerica di maggior dettaglio che permettesse di indagare in maniera adeguata le interazioni delle opere in progetto con il deflusso dei corsi d'acqua interferiti. Le risultanze di tali modellazioni di dettaglio ed i modelli stessi sono poi stati condivisi con gli enti (e amministrazioni pubbliche) sopra citati e assunti quali versione finale per il soddisfacimento della normativa in materia di pericolosità idraulica (PGRA, piano gestione alluvioni Direttiva comunitaria 2007/60/CE e seguente D.lgs. 49/2010 di recepimento della norma comunitaria).

In data 16 gennaio 2020 è stata indetta una riunione alla sede Anas di Firenze alla quale hanno partecipato tutti i soggetti sopra indicati, durante la quale gli scriventi hanno esposto le risultanze delle modellazioni effettuate e le soluzioni progettuali proposte. Tali risultanze sono state condivise e accettate da tutti i soggetti presenti.

A valle degli affinamenti progettuali si è poi tenuto un incontro presso il Genio Civile Toscana sud, in data 20 luglio 2020, durante la quale sono stati esposti i criteri e le soluzioni adottate per la progettazione e verifica idraulica dei manufatti di attraversamento, di protezione dalle esondazioni e dalle erosioni. Il Genio Civile anche in questo caso ha espresso parere positivo sia sulle soluzioni che sui criteri adottati, rimandando all'iter approvativo previsto i dovuti approfondimenti.

Tali approfondimenti sono parte integrante di questo documento.

4.6.2 Studio idrologico e idraulico

Lo studio idrologico e idraulico si compone di due parti: la prima parte è inerente lo studio della compatibilità idraulica dell'infrastruttura e delle opere ad essa connessa, mentre la seconda riguarda il dimensionamento del sistema di captazione e drenaggio della piattaforma stradale.

Il punto di partenza dello studio è stata la raccolta dai dati storici di precipitazione e dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica ufficiali messe a disposizione dalla Regione Toscana, oltre che di tutte le informazioni quali DTM e usi del suolo.

Per quanto concerne la valutazione della compatibilità idraulica dell'infrastruttura in progetto al fine di dimensionare correttamente ciascun manufatto in progetto, si è proceduto con l'individuazione e la caratterizzazione dei bacini idrografici dei singoli corsi d'acqua.

I bacini sono stati tracciati fino alla sezione di chiusura opportunamente posizionate, anche in virtù della presenza di opere idrauliche esistenti quali presenza di eventuali opere di regolazione della portata, etc.

Per tutti i bacini oggetto di studio sono stati definiti i principali elementi che caratterizzano le unità idrografiche dei bacini e i conseguenti parametri geografici, fisiografici e morfometrici.

Note le caratteristiche dei bacini ed avendo a disposizione i dati di possibilità pluviometriche sono state definite le portate di progetto per il tempo di ritorno di 200 anni. Il metodo utilizzato per la stima delle portate al colmo è stato quello dell'SCS-Curve Number.

Per ogni corso d'acqua sia esso principale che secondario sono stati sviluppati con software HEC-Ras i modelli di stato di fatto e di progetto al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere di progetto.

Per il Torrente Riluogo e Fosso Borrino è stata sviluppata una modellazione del tipo 1D/2D. Nel modello le aste fluviali del T. Riluogo e del suo affluente, Fosso del Borrino, sono modellate come elementi monodimensionali definite per mezzo di sezioni rilevate in campo. Tali elementi rappresentanti i corpi idrici sono collegati per mezzo di sfioratori laterali ad un'unica area bidimensionale.

Per il Torrente Tressa è stata sviluppata una modellazione in moto vario mentre per i corsi d'acqua secondari sono stati sviluppati delle modellazioni in moto permanente.

Per quanto riguarda il dimensionamento delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, a partire dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ovvero dai valori dei parametri ufficiali (aggiornati al 2012) e non forniti dalla Regione Toscana è stato possibile definire l'architettura del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma a servizio dell'intero comparto stradale. L'applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi ha permesso di procedere con il dimensionamento della rete (tempo di ritorno di 25 anni) e la verifica della stessa in base a criteri che verranno illustrati nel

proseguo della presente.

Particolare attenzione è stata riposta nello studio e nell'individuazione plano-altimetrica dei presidi idraulici al fine di garantire semplicità nelle operazioni di manutenzione e ispezione. Detti presidi idraulici assolvono alla funzione di trattare le acque di prima pioggia e di stoccare le acque di eventuali sversamenti accidentali.

Riassumendo, lo studio è stato sviluppato secondo la seguente metodologia:

- analisi della rete idrografica esistente e delle sue intersezioni con la viabilità in progetto;
- elaborazione dei dati di pioggia;
- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;
- dimensionamento e verifica degli elementi della piattaforma stradale;
- individuazione, dimensionamento delle vasche di laminazione e verifica degli scarichi.

Gli obiettivi della progettazione del sistema di raccolta, convogliamento, trattamento e scarico delle acque di piattaforma stradale possono essere così riassunti:

- definire un sistema idraulicamente "chiuso", ossia in grado di captare tutte le acque interessanti la piattaforma stradale garantendo il controllo quali-quantitativo nei limiti imposti dalla legislazione vigente;
- ubicare i presidi di controllo qualitativo in aree facilmente accessibili ed al contempo esterne alla superficie viaria;
- favorire il deflusso delle acque per gravità escludendo, ove possibile, il ricorso all'utilizzo di impianti di sollevamento;
- garantire la compatibilità dello scarico con le condizioni di deflusso nel recapito individuato;
- utilizzare materiali in grado di garantire durabilità, alta resistenza allo schiacciamento, facilità di posa e bassi valori di scabrezza.

4.6.3 Interventi di progetto per la verifica della compatibilità idraulica

Al fine di garantire la compatibilità idraulica del progetto sono previsti sul Torrente Riluogo e sul suo affluente il Fosso Borrino i seguenti interventi:

In corrispondenza del rilevato stradale del ramo Gr-Si dello svincolo di Ruffolo è previsto l'inserimento di una batteria di 5 tombini delle dimensioni interne 2x2 m necessari a limitare i tiranti delle esondazioni a tergo del rilevato stradale della SS73 rimanente facente parte del nuovo tracciato.

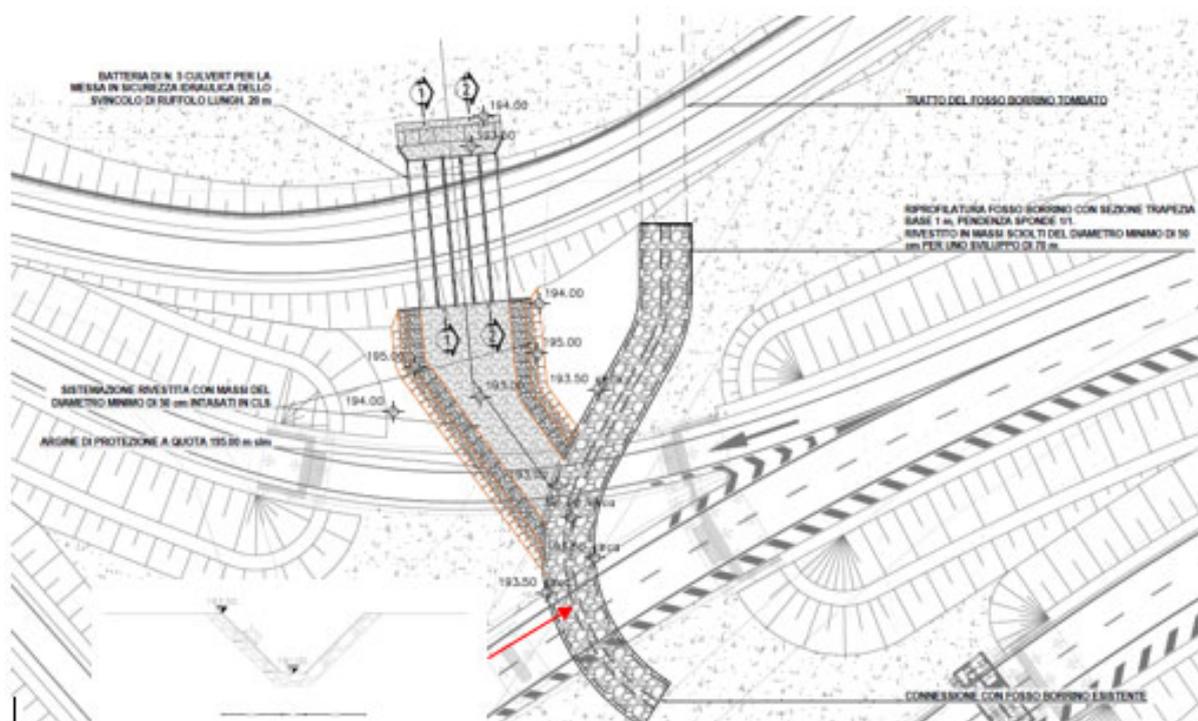
A valle del rilevato stradale lo sbocco dei tombini avviene in una vasca di contenimento appositamente modellata, collegata all'alveo del Borrino mediante un manufatto di restituzione; con tale accorgimento le acque seguono un percorso idraulicamente corretto e non dannoso per le sponde del Borrino.

Inoltre, si prevede la risagomatura del Fosso Borrino e la deviazione dal suo naturale percorso per

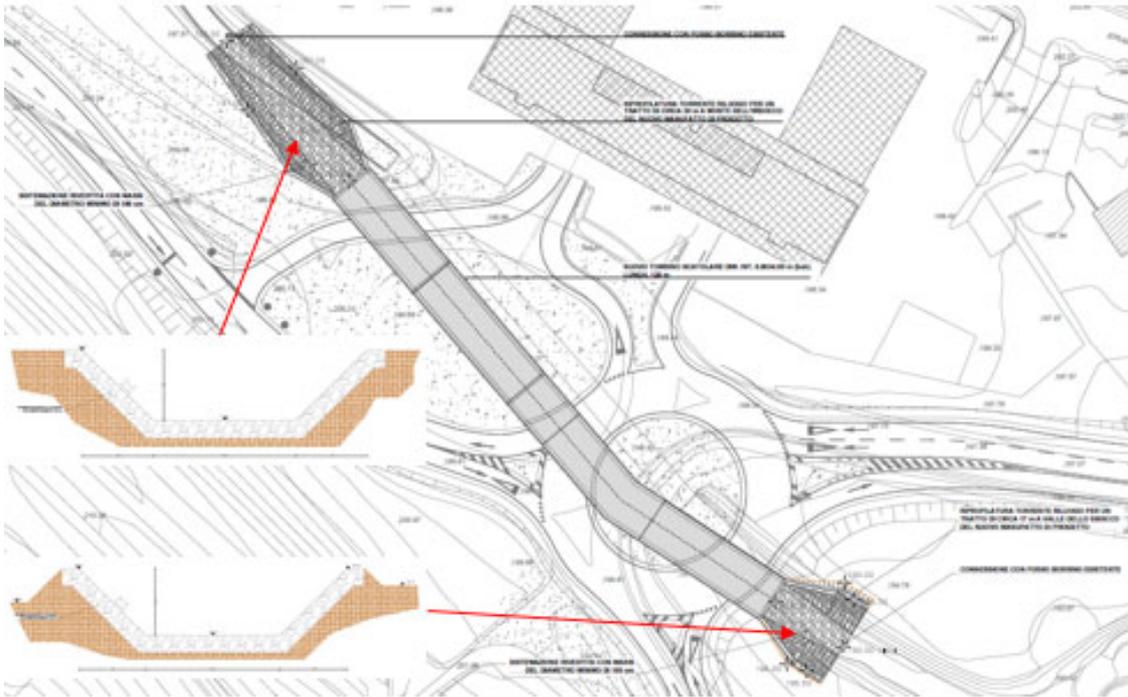
un tratto di circa 70 m. La risagomatura si rende necessaria al fine di garantire una adeguata distanza dalle spalle del viadotto e un ingombro massimo di 3.50 m per la realizzazione di una pista d'accesso per gli interventi di manutenzione.

Il Fosso Borrino verrà risagomato secondo una sezione trapezia con base 1.00 m e pendenza delle sponde 1/1 con un ingombro massimo in testa di 6.00 m.

Il Fosso Borrino, nel tratto interessato dalla risagomatura, sarà rivestito con massi sciolti del diametro minimo di 50 cm, mentre per quanto riguarda la sistemazione a valle della batteria dei 5 tombini si prevede la sistemazione con massi intasati in cls del diametro minimo di 50 cm.



Sul torrente Rilugo, invece, la realizzazione di una nuova rotatoria in sostituzione a quella esistente offre l'opportunità di realizzare un nuovo manufatto in sostituzione di quello esistente inadeguato ad assicurare il corretto deflusso delle acque in caso di piena. La nuova opera a sezione scatolare ha dimensioni di 8.00x4.50 m (bxh) e presenta uno sviluppo pari a circa 120 m ed è completato da adeguate sistemazione del corso d'acqua a monte e a valle del manufatto stesso allo scopo di riconnettere il nuovo alveo a quello esistente. Il Torrente Rilugo, nel tratto interessato dalla risagomatura, sarà rivestito in massi sciolti del diametro minimo di 100 cm.



Gli interventi di progetto sul Torrente Riluogo e sul Fosso Borrino, con la conseguente riprofilatura della sezione degli stessi, nonché la messa in sicurezza dello "svincolo di Ruffolo" mediante l'inserimento di una batteria di n. 5 culvert rettangolari, dimensioni interne 2x2 m, al di sotto del rilevato della viabilità SS73, determina una riduzione dei tiranti e conseguentemente una diminuzione delle aree allagabili ai margini della viabilità di progetto.

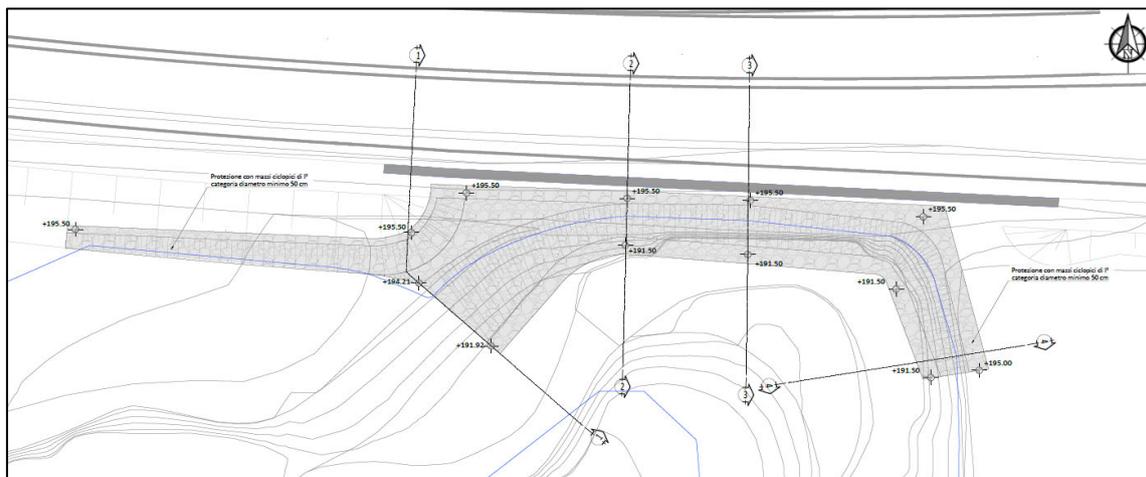
Per quanto riguarda invece il Torrente Tressa e i torrenti e fossi secondari non si evincono criticità rilevanti in quanto le opere di progetto non interferiscono direttamente con il naturale deflusso della corrente.

Infine, in corrispondenza della rampa SI-GR è previsto un intervento di ripristino e consolidamento spondale in sinistra idraulica del torrente Riluogo. Tale intervento interessa un tratto di sponda di circa 40 m in corrispondenza della curva immediatamente a valle dello sbocco del nuovo manufatto di progetto.

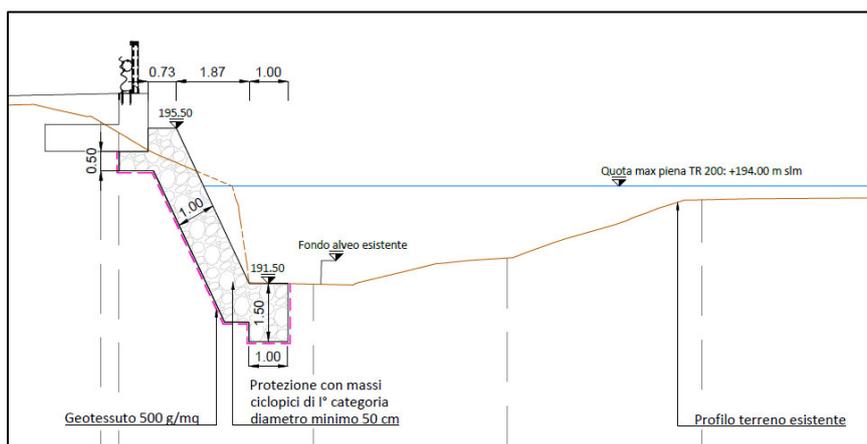
L'intervento si rende necessario per evitare che i fenomeni erosivi possano compromettere la stabilità della sponda e conseguentemente della viabilità stessa.

L'intervento consiste nella realizzazione di una scogliera in massi ciclopici di I categoria, di diametro minimo pari a 50 cm. Il rivestimento in massi, di spessore pari a 1.00 m, si estende in sommità fino alla quota di 195.50 m slm, pari a 1.50 m al di sopra del livello idrico della piena di progetto duecentennale (194.00 m slm). Al di sotto dei massi è prevista la posa di geotessuto (500 g/mq) e alla base è prevista la realizzazione di un dente di ammorsamento di altezza 1.50 m e larghezza di 1.00 m. I massi saranno posati in modo da ottenere un'inclinazione della sponda di circa 60°-65°.

Nelle figure seguenti si riportano lo stralcio planimetrico dell'intervento e una sezione tipo dell'opera.



Sistemazione per la messa in sicurezza dello svincolo di Ruffolo: protezione rampa SI-GR



Sezione di progetto della protezione spondale in massi

4.6.4 Sistema di drenaggio della piattaforma stradale

Al fine di limitare le opere idrauliche necessarie, garantire la compatibilità idraulica degli scarichi, è stato condotto un accurato studio circa l'individuazione e la collocazione piani-altimetrica dei manufatti in progetto.

Il sistema di raccolta delle acque è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto e con gli obiettivi di:

- Limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- Garantire margini di capacità per evitare rigurgiti dei manufatti che possono dare luogo ad allagamenti localizzati;
- Minimizzare il rischio di insufficienza della rete.

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è costituito essenzialmente da tre elementi fondamentali:

Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici e le caditoie grigliate.

Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi in terra e non predisposti per laminazione) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.

Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, possono essere identificati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in:

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

Il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma stradale, si può schematizzare in:

- drenaggio su entrambi i lati, tipologia presente nei tratti rettilinei;
- drenaggio su di un solo lato, presente nei tratti in curva.

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio e della sezione corrente dell'infrastruttura.

Il tracciato stradale in funzione dell'inserimento o meno di presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale può essere classificato come sistema chiuso o sistema aperto.

Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua captata venga scaricata direttamente nel reticolo naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto". Nel caso in esame il sistema è del tipo chiuso.

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

Il sistema di raccolta delle acque è stato dimensionato e verificato sulla base della precipitazione di progetto con gli obiettivi di:

- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possono dare luogo ad allagamenti localizzati;
- minimizzare il rischio di insufficienza della rete.

In dettaglio, la rete di drenaggio è stata dimensionata e verificata garantendo un grado di riempimento massimo del 75% per quanto riguarda la rete di drenaggio della piatta forma stradale, un grado di riempimento massimo dell'80% per quanto riguarda i fossi.

Nei tratti finali dei singoli rami delle reti di captazioni e smaltimento delle acque meteoriche è stata inserita un'apposita vasca con funzione di sedimentatore e disoleatore, oltre che di stoccaggio di possibili sversamenti accidentali.

I criteri a base della progettazione delle vasche si possono riassumere nei seguenti:

1. limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
2. fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione della Regione Lombardia);
3. "catturare" gli eventuali sversamenti accidentali;
4. far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
5. mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Sono state individuate 8 vasche, delle quali 4 hanno una lunghezza di sedimentazione di 10 m e 4 di 12 m. Il dimensionamento della vasca tiene conto del volume dello sversamento accidentale assunto pari a 40.000 litri.

Sezioni tipologiche

Nella viabilità in rilevato l'elemento di captazione è costituito da una canaletta in cls delle dimensioni interne variabili da 30x30 cm (bxh) a 70x40 cm (bxh) in funzione che la pendenza trasversale dell'asse stradale sia rispettivamente verso l'esterno della carreggiata o all'interno della carreggiata. In dettaglio, la canaletta 30x30 cm (bxh) è sempre posizionata nell'arginello che ha una larghezza 1.75 metri, mentre la canaletta 70x40 cm (bxh) è posizionata nello spartitraffico.

La delimitazione dell'arginello dalla piattaforma stradale è realizzata mediante un cordolo in cls di altezza 11 cm dal piano viario. Il cordolo viene interrotto per permettere lo scarico delle acque di piattaforma per mezzo dell'elemento di imbocco degli embrici, con passo di 11 m in corrispondenza

dei tratti in rettilineo e con passo di 7-8 m nei tratti in curva.

Gli embrici sono degli elementi prefabbricati in cls di lunghezza pari a 50 cm e larghezza da 50 a 30 cm, altezza variabile da 20 a 15 cm ancorati al terreno sottostante per mezzo di tondini in ferro.

Gli embrici scaricano le acque intercettate all'interno della canaletta.

Al piede del rilevato è presente un fosso di guardia in cls di dimensioni variabili, dimensionato in modo da captare le acque del rilevato ed eventuali esuberanti che fuori escono dalla canaletta.

Nei tratti in corrispondenza del viadotto, il sistema di raccolta acque è composto da vaschette ricavate da risparmio nel getto della soletta con adeguata impermeabilizzazione sormontate da griglie 50x50 cm poste a passo di massimo 25 m nei tratti in rettilineo o di 15 m nei tratti in curva.

Dette griglie sono accoppiate a un discendente in acciaio DN 150 mm (DI 160.3 mm), che si attesta sulla parte superiore del collettore di drenaggio anch'esso in acciaio, di diametro e pendenza variabile in funzione del caso specifico.

La tubazione di drenaggio longitudinale lungo il viadotto è sorretta da una apposita cinghia di sostegno ancorata all'impalcato tramite tirafondi anch'essi in acciaio.

La rete di raccolta e convogliamento delle acque di piattaforma del tratto in galleria è stata progettata per poter funzionare completamente a gravità. Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma è composto da una canaletta in cls delle dimensioni interne di 30x50 cm (bxh) che segue lo sviluppo della galleria.

Il sistema di raccolta delle acque di ammasso, invece, è composto dai componenti di seguito elencati.

- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC fessurato DE 160 mm (DI 151 mm) che assolvono alla funzione di drenaggio delle acque di infiltrazione.
- Tubazioni (correnti trasversali) in PVC non fessurato DE 160 mm (DI 151 mm) che scaricano le acque intercettate verso i correnti longitudinali. Tali scarichi sono previsti con passo di 25 m.
- Tubazioni (correnti longitudinali) in PVC DE 250 mm (DI 235 mm). Tale tubazione assolve alla funzione di trasporto delle acque di infiltrazione.
- Pozzetti di ispezione in cls posti a distanza di 25 m l'uno dall'altro.

Tutte le tubazioni in PVC sono conformi alla norma UNI EN 1401-1, hanno classe di rigidità anulare pari a 8 kN/m², misurata secondo la norma UNI EN ISO 9969.

Tutti i pezzi speciali eventuali utilizzati per i raccordi tra le tubazioni dovranno avere giunzioni a bicchiere con guarnizione di tenuta. Deve essere inoltre garantita la tenuta idraulica in corrispondenza degli innesti tra le tubazioni e i relativi pozzetti.

Per quanto riguarda la pendenza delle tubazioni, essa assume valore costante pari a quella della galleria.

4.7 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEI VIADOTTI

Lo sviluppo della Progettazione Definitiva dei Viadotti ha avuto come input iniziale il Progetto Preliminare redatto dal Comune di Siena. Sulla base di queste informazioni si sono analizzati i requisiti dei viadotti in relazione allo stato delle opere esistenti. Come meglio descritto nei paragrafi successivi si è giunti alla conclusione che le opere esistenti non fossero conformi con il tracciato di progetto sia per motivi di natura geometrica sia per le inevitabili ricadute di carattere statico/strutturale dovute allo stato di conservazione delle strutture e alle Normative vigenti.

Dopo questa attenta analisi si è proceduto con la progettazione dei viadotti in relazione alla tipologia strutturale e alle campiture degli stessi. Per quanto riguarda la tipologia strutturale si è adottato lo schema statico di trave continua multi-campata con sistema misto acciaio/cls, mentre le campiture sono state riviste al fine di rispettare i vincoli dovuti alle interferenze con le sotto-fondazioni delle opere esistenti, quelli di inserimento nel contesto urbano, viabilistico e morfologico del territorio, e migliorare l'inserimento ambientale garantendo una migliore trasparenza dell'opere stesse.

4.7.1 Scelte progettuali in merito a demolizione e ricostruzione

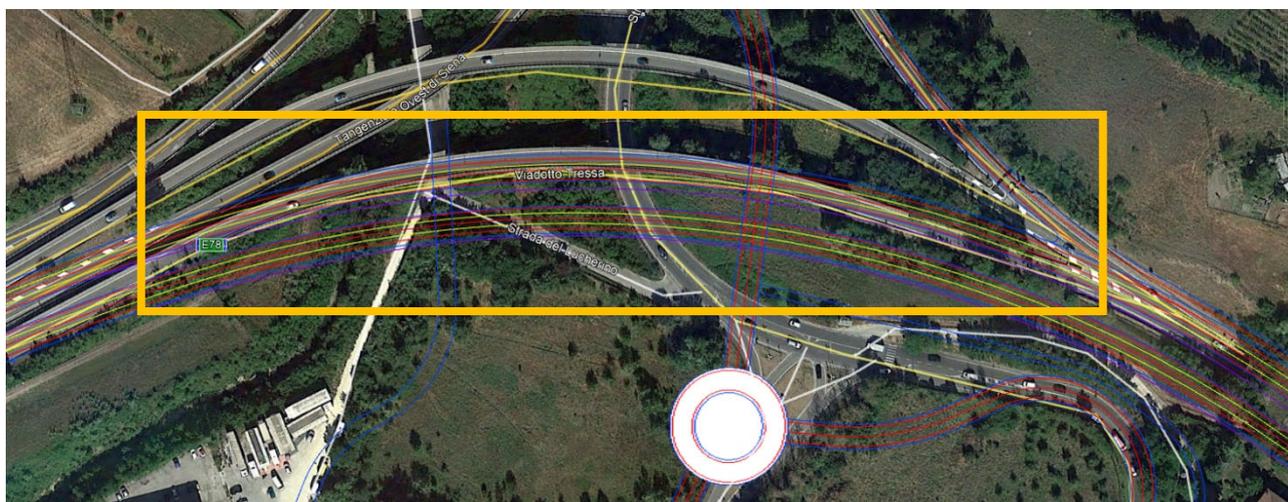
Alla base della progettazione il RTP ha attentamente considerato le possibilità di inclusione funzionale delle opere esistenti del tracciato post-operam.

Dallo studio condotto è tuttavia emerso che le opere esistenti risultano non conformi con il tracciato di progetto per diversi motivi di natura geometrica in pianta (generalmente l'altimetria del tracciato non richiederebbe variazioni), più o meno connesse con ricadute di carattere statico/strutturale.

4.7.1.1 Compatibilità geometrica e funzionale

Una disamina dei casi occorrenti fornisce un quadro abbastanza limitato delle possibilità di recupero dell'infrastruttura esistente. Sono evidenziate di seguito le sovrapposizioni commentate per le opere maggiori.

➤ Viadotto Tressa



Si riscontra una forte incompatibilità geometrica dovuta al diverso raggio di curvatura. La diversione coinvolge tratti alternati in interno curva ed esterno curva fino alle spalle su rilevato.

➤ **Viadotto Luglie**



Il tracciato della via nord risulta in sede rispetto alla configurazione attuale, la non conformità geometrica della carreggiata riguarda solo la larghezza della piattaforma principalmente da un lato.

➤ **Viadotto Valli**



Il tracciato della via nord risulta in sede rispetto alla configurazione attuale, la non conformità geometrica della carreggiata riguarda solo la larghezza della piattaforma principalmente da un lato.

➤ **Viadotto Casone**



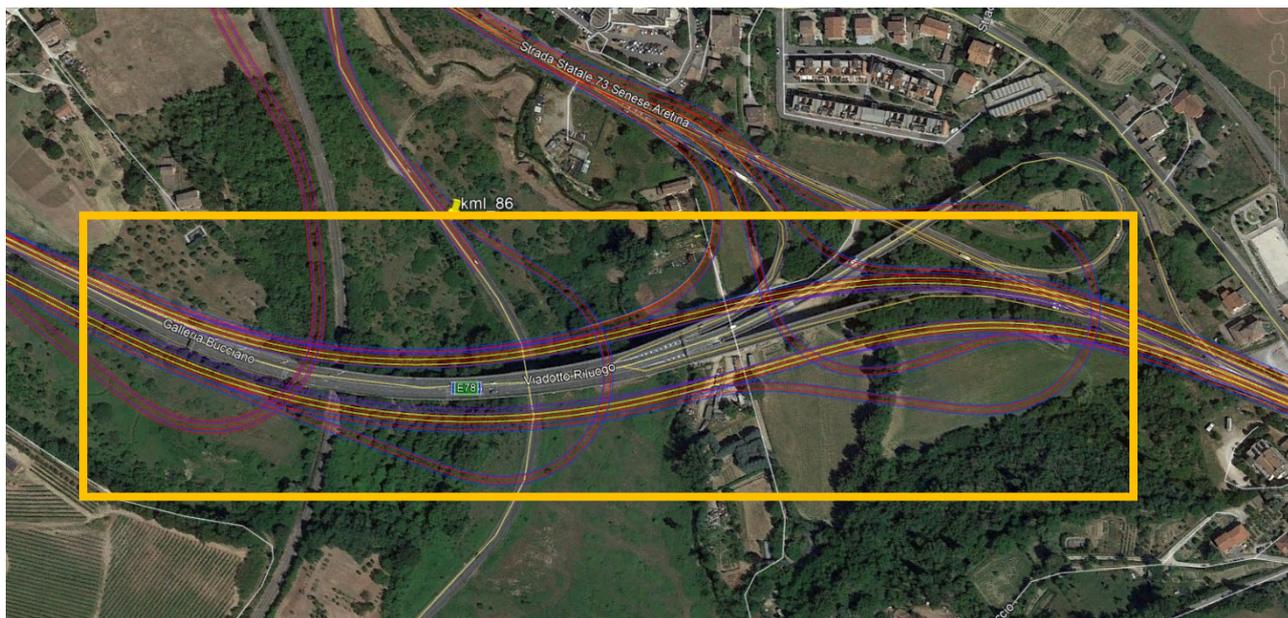
Si riscontra una forte incompatibilità geometrica dovuta sia all'inserimento delle curve di transizioni (clotoidi) sia alla necessità dell'allargamento di progetto in interno curva.

➤ **Viadotto Ribucciano**



Si riscontra una modesta incompatibilità geometrica dovuta sia al diverso raggio di curvatura sia alla necessità dell'allargamento di progetto in interno curva. La diversione coinvolge però tratti alternati in interno curva ed esterno curva fino alle spalle su rilevato.

➤ **Viadotto Rilugio**



Si riscontra una totale incompatibilità geometrica in tutte le opzioni di tracciato.

Nella maggior parte dei casi, quindi, sarebbe stato necessario procedere ad integrare almeno la larghezza della piattaforma stradale. Tuttavia, questa soluzione sarebbe stata estremamente difficile da realizzare mantenendo gli impalcati esistenti, per due motivi:

- gli sbalzi, generalmente, risultano molto sollecitati in direzione trasversale e dimensionati senza riserve di capacità per la massima eccentricità dei carichi; pertanto, l'eventuale incremento di quest'ultima porterebbe ad un sottodimensionamento degli sbalzi in assenza di rinforzi esterni;
- l'allungamento degli sbalzi, con conseguente aumento di eccentricità, si rifletterebbe pesantemente anche sugli effetti globali degli impalcati, con un pesante aggravio di sollecitazioni sulle travi di bordo.

L'ipotesi eventuale di sostituire gli impalcati e mantenere le sottostrutture comporterebbe anche delle complicazioni statiche dovute al fatto che anche nei casi in cui il tracciato di progetto è sovrapposto all'esistente, esso non risulta coassiale. L'eventuale impalcato allargato dovrebbe quindi insistere sulle pile e spalle esistenti con una eccentricità attualmente non presente; queste ultime andrebbero quindi valutate per la nuova condizione ed eventualmente integrate strutturalmente. Per queste considerazioni, gli impalcati eventuali in sostituzione potrebbero utilmente essere previsti in acciaio con lo scopo di limitare sia le azioni verticali sia quelle sismiche sulle opere.

A seguito delle considerazioni precedentemente esposte, l'integrazione degli impalcati e delle sottostrutture sarebbe teoricamente possibile: tuttavia, il risultato di questo 'merge strutturale' tra

nuovo ed esistente porta a soluzioni poco prestazionali sotto molti punti di vista. Innanzitutto, si andrebbe a compromettere l'estetica delle strutture, con la contemporanea presenza di parti molto eterogenee (considerando anche la campitura differente tra le opere esistenti affiancate a quelle di nuova costruzione). Inoltre, si aggiungerebbe un palese livello di incertezza sulle prestazioni strutturali, soprattutto a livello di scarichi in fondazione: la solidarizzazione tra fondazioni di epoche differenti comporta spesso livelli di carico non determinabili in modo attendibile, in particolare per quanto concerne la ripartizione delle sollecitazioni fra parti esistenti e parti di nuova realizzazione.

Oltre alle varianti morfologiche maggiori sopra rappresentate, va adeguatamente sottolineato che per tutte le opere (anche per quelle più sovrapponibili in pianta alle esistenti) deve essere riverificata la pendenza trasversale della sezione stradale, adeguandola a quella di progetto: questa operazione potrebbe comportare un aumento di spessore dei pacchetti di pavimentazione sugli impalcati, con importanti necessità di adeguamenti strutturali.

4.7.1.2 Compatibilità statica

In conseguenza del punto precedente e delle relative valutazioni, è probabile che le sottostrutture (pile/elevazioni) risultino non adeguate ai livelli prestazionali imposti dalle vigenti normative sia dal punto di vista della resistenza alle azioni di progetto previste dalle NTC (in particolare quelle sismiche) sia per le caratteristiche dei materiali (con particolare riferimento alla durabilità). Generalmente si eseguono le seguenti stime preliminari di attività e interventi, necessari per tutte le opere (da aggiungere a quelli eventualmente finalizzati all'adeguamento funzionale delle piattaforme stradali, per le opere in cui il tracciato diverge da quello attuale):

- Si tratta di opere massive, realisticamente soggette a forze sismiche rilevanti in ragione delle modalità attuali di valutazione delle azioni e del rischio (funzione del livello di strategicità dell'infrastruttura, aspetto da valutare di concerto con la S.A.).
- Lo stato generale dei calcestruzzi appare tendenzialmente buono: non si hanno tuttavia informazioni sulle proprietà meccaniche dei materiali impiegati.
- In conseguenza della massività delle opere è lecito aspettarsi (sulla base di una valutazione di vulnerabilità sismica) un indice di rischio inferiore all'unità, in particolare per i seguenti elementi, maggiormente sensibili:
 - Dispositivi di vincolamento: insufficienza della capacità di trasferimento dei carichi alle sottostrutture e/o possibilità di spostamenti previsti superiori alle corse delle slitte (sono attualmente del tutto assenti dispositivi di fine corsa e ritegni sismici).

- Carenza geometrica di spazi di deformazione, con possibilità di battimenti fra campate contigue.
- Carenza di resistenza delle pile/spalle alle azioni orizzontali per flessione e/o taglio.

Da valutare anche il livello di prestazione rispetto ai carichi da traffico veicolare da normativa: tuttavia, poiché storicamente le norme nazionali di progettazione dei ponti hanno sempre previsto azioni di intensità paragonabile, gli impatti relativi dovrebbero essere bassi. Nell'eventualità che questa valutazione avesse dato esito negativo (comportando una carenza statica per i viadotti) si sarebbero potute applicare diverse tecniche di integrazione a costi non eccessivi e con risultati soddisfacenti; in particolare: applicazione di placcaggi metallici o FRP per l'integrazione del taglio; precompressione esterna per l'integrazione della flessione. Le suddette tecniche risultano tuttavia generalmente convenienti nel mantenimento di un'opera nella stessa configurazione geometrica: nei casi del progetto invece, laddove occorre adeguare ed ampliare l'intera carreggiata, i seguenti aspetti sono a nostro avviso determinanti nello sconsigliare questa opzione:

- L'infrastruttura risulterebbe composta per la maggior parte da manufatti di nuova progettazione (caratterizzati dal 100% delle prestazioni nominali concordate), mentre una parte minore (i viadotti recuperati) costituirebbero uno stralcio funzionalmente necessario ma potenzialmente capace di livelli prestazionali inferiori. Non è infatti valutabile a priori che l'adeguamento alla vigente normativa sia raggiungibile al 100%: potrebbe risultare inattuabile tecnicamente o eccessivamente impegnativo economicamente.
- Anche in caso di adeguamento/miglioramento prestazionale le strutture esistenti potranno essere comunque affette da un rischio legato ad alcuni particolari sensibili e non del tutto indagabili. Va ricordato infatti che i manufatti sono affetti dai cicli di fatica già sopportati nel corso della vita di servizio fin qui raggiunta e il grado di danneggiamento di questi particolari non è facilmente stimabile. Le verifiche strutturali dovute a carichi ciclici di fatica è un aspetto particolarmente rilevante e gravoso previsto dalle vigenti normative, mentre nei decenni scorsi questo aspetto non era ritenuto necessario.

Per la scelta si è operato quindi un confronto fra due scenari:

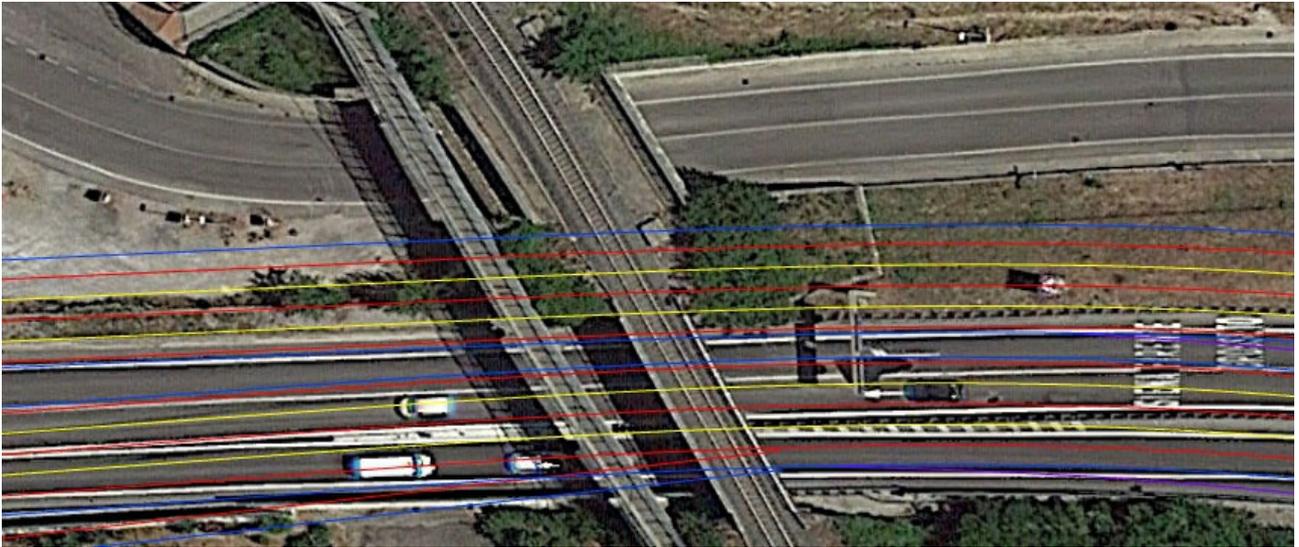
- Sostituzione integrale delle opere esistenti, che comporta un costo iniziale più elevato a fronte di una vita utile di servizio più certa e con minori costi di manutenzione
- Adeguamento totale delle opere esistenti, caratterizzato da un costo inferiore ma con maggiore incertezza nei riguardi della vita utile residua e dell'affidabilità dei piani d'investimento per manutenzione.

Poiché gli adeguamenti, per i motivi esposti, sarebbero probabilmente molto onerosi e con risultati prestazionali non all'altezza del resto dell'infrastruttura, si è ritenuta maggiormente

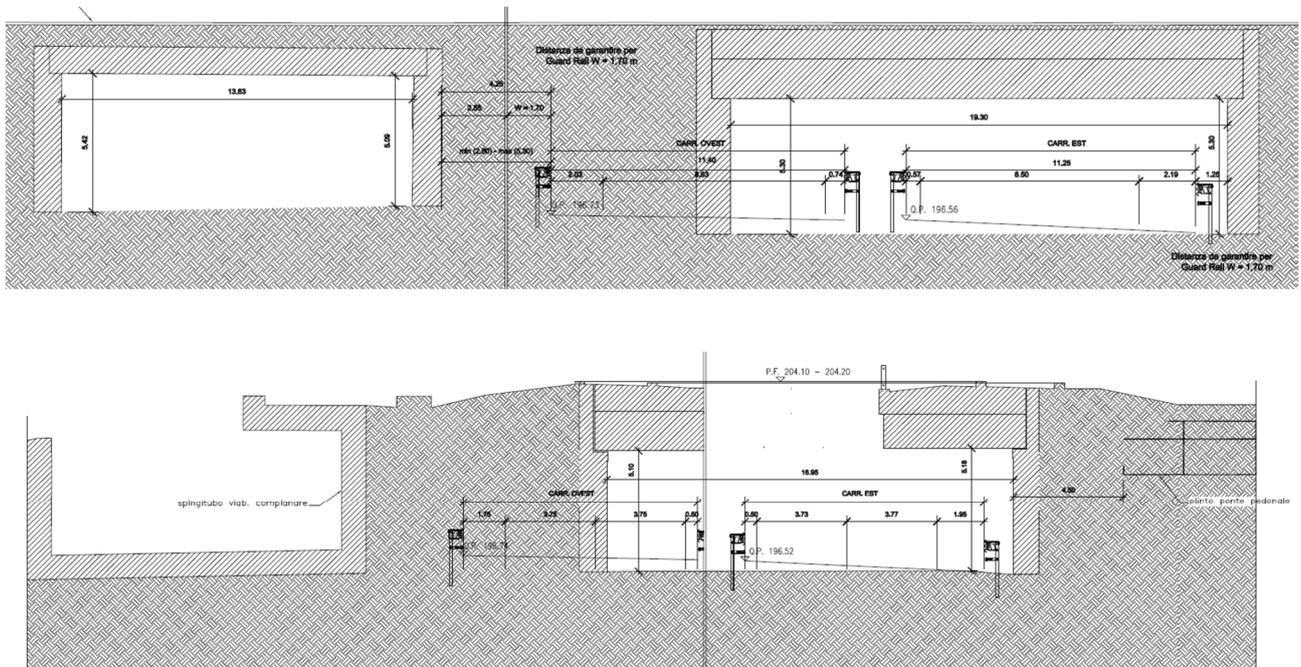
conveniente l'opzione che prevede la demolizione integrale delle opere esistenti da sostituire con opere di nuova realizzazione.

4.7.2 Ponte ferroviario Ruffolo

Una considerazione a parte è stata svolta per il ponte della linea ferroviaria Siena Buonconvento Monteantico e per il relativo manufatto scatolare sulla complanare strada provinciale.

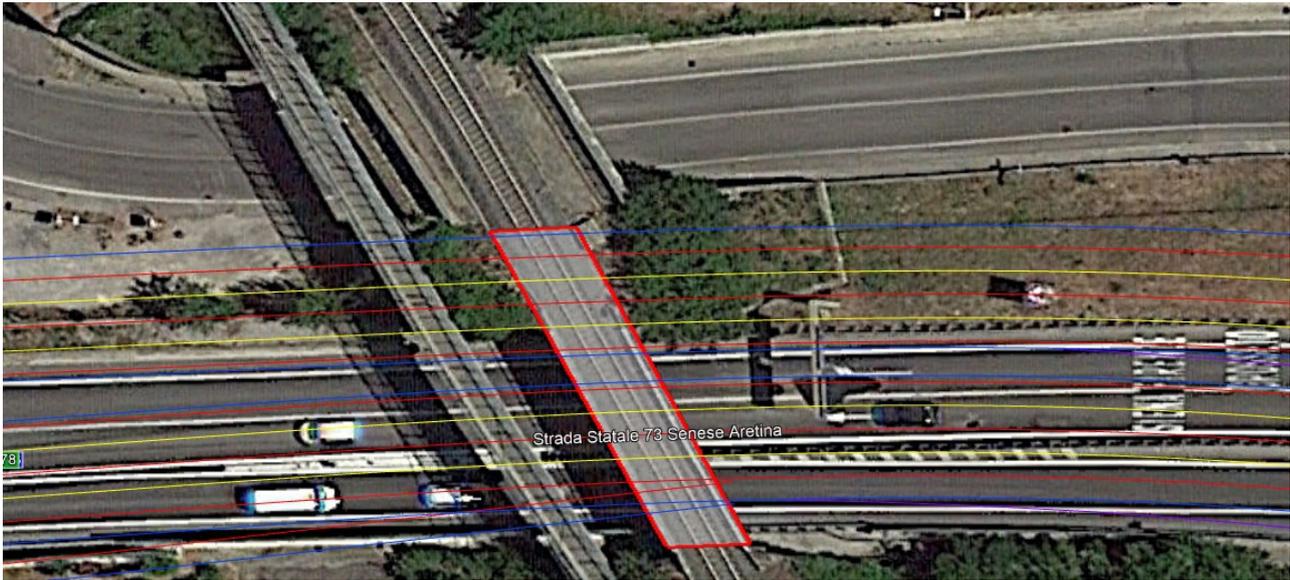


La sezione della piattaforma stradale di progetto lambisce il bordo sud del manufatto di sottopasso stradale; la sezione in asse tracciato evidenzia la costrizione geometrica:



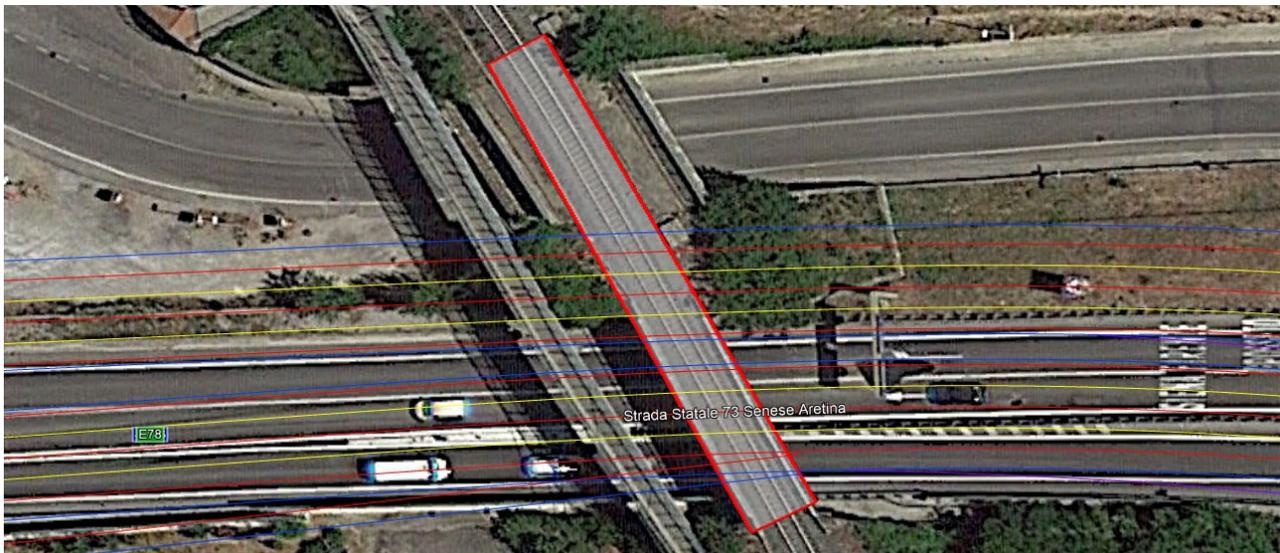
A seguito di analisi, sono state individuate due differenti opzioni.

La disposizione in pianta della soluzione proposta (impalcato con luce pari a circa 27 m) viene illustrata nella seguente figura:

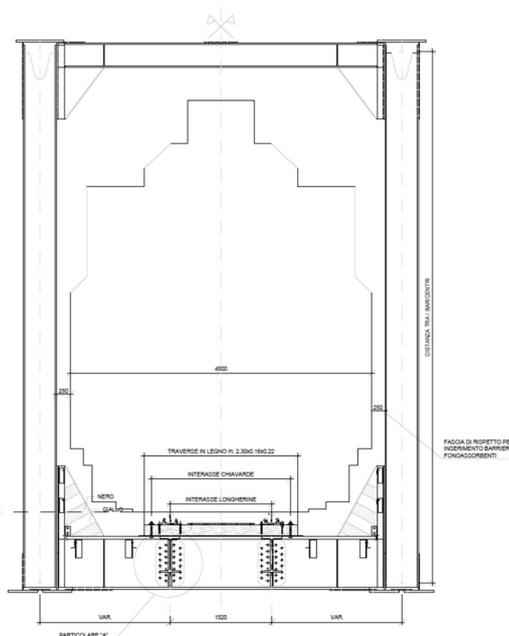
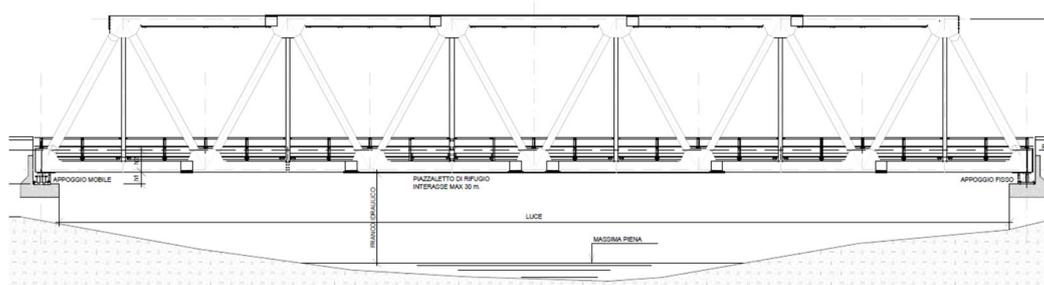


4.7.2.2 Opzione 2: attraversamento a luce unica

Questa opzione prevede la demolizione del manufatto esistente e l'inserimento di un ponte a campata unica.



Tipologia ipotizzata: PONTE IN ACCIAIO A VIA DI CORSA INFERIORE PER SEMPLICE BINARIO CON TRAVI PORTANTI RETICOLARI A MAGLIA TRIANGOLARE SOLIDARIZZATE ANCHE IN TESTA (cfr. RFI DTC SI PS MA IFS 001 A TAVOLA 23).



L'eventuale necessità della predisposizione per il raddoppio del binario è stata valutata e successivamente esclusa nel corso delle interlocuzioni con RFI, in considerazione delle caratteristiche della linea. Dal punto di vista dell'esecuzione, senza alternative di tracciato temporaneo, la linea ferroviaria dovrà necessariamente essere posta fuori servizio nel tratto soggetto ai lavori; a seguito di ciò sono state valutate due distinte interruzioni, limitate al periodo estivo di minore utilizzo della linea: la prima per la realizzazione delle fondazioni e delle spalle, la successiva per il varo dell'impalcato.

4.7.3 Nuove opere

I viadotti sono stati progettati come "Ponti stradali atti al transito dei carichi mobili previsti dalle NTC 2018 con il loro valore intero" (ex 1° Categoria), con schema statico di trave continua multi-campata e realizzati con sistema misto acciaio/cls.

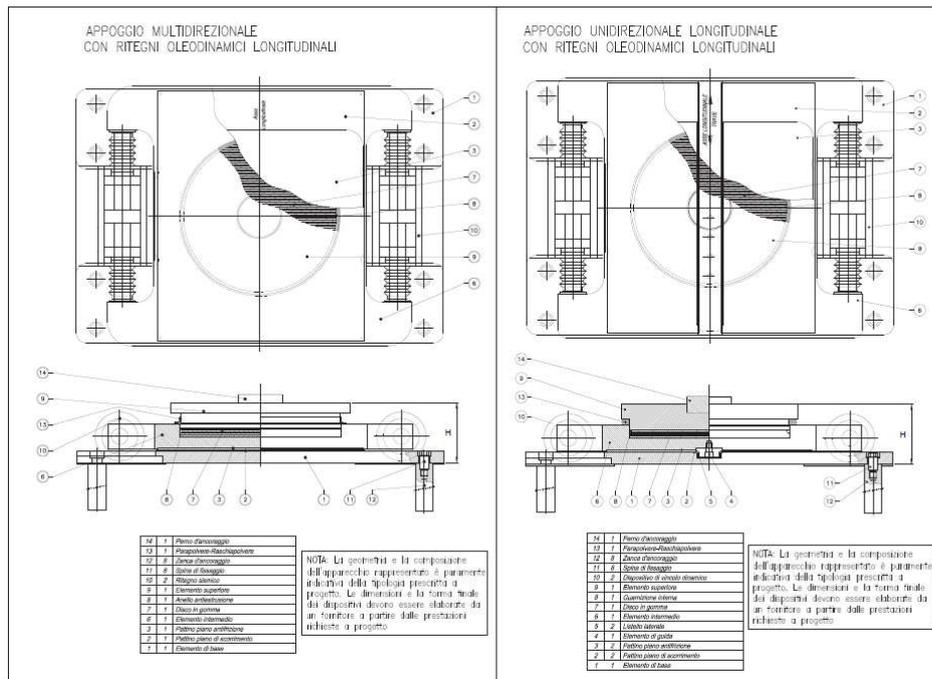
4.7.3.1 Aspetti salienti della geometrizzazione e del grado di vincolo

Generalmente la sezione trasversale è del tipo a cassone torsio-rigido aperto monocellulare, costituito da due travi longitudinali ad anima inclinata con le specchiature superiore ed inferiore costituite rispettivamente dalla soletta in calcestruzzo (all'estradosso) e da una robusta

Denominazione	Campate	Sviluppo [m]	Larghezza [m]
VI01 – Tressa Est	6	236.00	15.00
VI02 – Tressa Ovest	6	236.00	14.00
VI03 – Luglie Est	3	120.00	11.25
VI04 – Luglie Ovest	3	120.00	11.25
VI05 – Valli Est	5	107.00	13.50
VI06 – Valli Ovest	5	107.00	13.50
VI07 – Casone Est	6	250.00	15.00
VI08 – Casone Ovest	6	250.00	15.00
VI09 – Ribucciano Est	6	257.50	11.25÷12.73
VI10 – Ribucciano Ovest	6	257.50	11.25÷12.73
VI11 – Riluogo Est 1	8	328.00	15.63÷18.31
VI11 – Riluogo Est 2	3	112.00	11.25÷13.41
VI12 – Riluogo Ovest 1	6	258.00	15.00÷23.27
VI12 – Riluogo Ovest 2	4	152.00	11.25÷13.21

Lo schema di vincolamento degli impalcati alle sottostrutture è stato realizzato secondo due differenti configurazioni:

- Configurazione con soli appoggi a disco elastomerico confinato, in grado di assorbire sia forze statiche che forze sismiche (viadotti Luglie e Valli);
- Configurazione con appoggi a disco elastomerico confinato accoppiati (sulle pile) a dispositivi idraulici antisismici ("Shock Transmitters"): tali sistemi, bloccando i movimenti degli apparecchi di appoggio a cui sono accoppiati in fase sismica, distribuiscono le forze inerziali su più sottostrutture rendendo il comportamento dei viadotti più omogeneo durante il sisma ed evitando il ricorso a fondazioni e sottofondazioni estremamente massicce e profonde.



4.7.3.2 Aspetti salienti dei materiali utilizzati

Un aspetto preso in particolare considerazione durante la progettazione è stato quello della durabilità.

In particolare, per quanto concerne le parti in cls, sono state adottate delle classi di esposizione adeguate al contesto ambientale, tenendo presente che:

- le analisi chimiche non hanno evidenziato aggressività del terreno e delle acque: si è pertanto escluso il ricorso a cementi in grado di resistere ai solfati (classi di esposizione tipo XA);
- sulla base della Norma UNI 11104 si è valutato un Rischio Medio per l'Area Climatica 5/a "Alto Tirreno", sovrapponendo la mappatura delle aree climatiche alla cartina geografica italiana, in modo da ottenere con una sufficiente precisione la posizione dell'infrastruttura rispetto all'area climatica di competenza (altrimenti non valutabile in modo univoco e preciso attraverso i riferimenti normativi).

Sulla base di quanto esposto, sono state quindi confermate le Classi di esposizione XF (con l'aggiunta della classe XD) per le parti in elevazione e la Classe di esposizione XC2 per le parti di fondazione.

Per quanto concerne le parti realizzate con l'impiego di acciai da carpenteria si è fatto ricorso ad acciai con resistenza alla corrosione atmosferica migliorata tipo "Corten" in modo da migliorarne la durabilità e ridurre le operazioni di manutenzione ordinaria.

4.7.3.3 Aspetti salienti sulla caratterizzazione sismica

La sismicità dell'area, valutata in accordo con Il D.M. 17/01/2018, si è basata sui dati proposti dal

sito dell'INGV unitamente ai dati estrapolati dal Database Macrosismico Italiano DBMI15 e dall'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Toscana 2014.

In particolare, Conformemente al D.M. 17/01//2018, all'infrastruttura in progetto è stata attribuita una vita nominale pari a 50 anni nonché una classe d'uso IV (coefficiente d'uso pari a 2). Pertanto, il periodo di riferimento per le azioni sismiche è stato posto pari a 100 anni.

In base alla vita di riferimento sono stati quindi calcolati i parametri sismici, utili a definire gli spettri di progetto, per le coordinate geografiche relative a inizio tracciato, fine tracciato ed in prossimità delle principali opere d'arte maggiori (viadotti). Nell'ottica di una caratterizzazione sismica adeguata e ragionando a favore di sicurezza, si è scelto di utilizzare i dati dei parametri sismici relativi alle coordinate di inizio tracciato, poiché maggiormente gravosi.

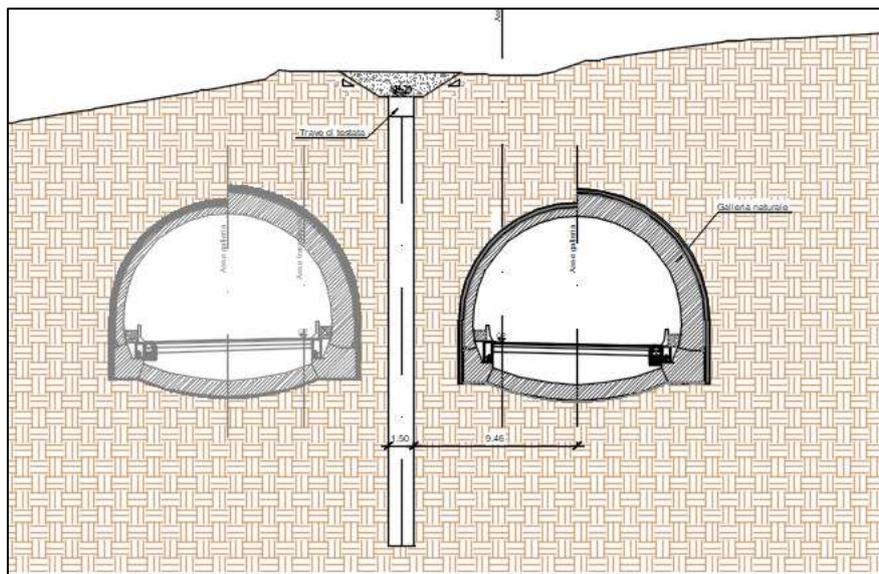
4.8 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE GALLERIE

Lungo il tracciato del lotto 0 sono presenti due gallerie: la galleria San Lazzerò e la galleria Bucciano. Per tali gallerie, ad oggi esistenti in singola canna bidirezionale (con sezione stradale assimilabile al tipo C2), è previsto il raddoppio delle carreggiate mediante la realizzazione di una nuova galleria (carreggiata est) e il rifacimento con ampliamento della galleria esistente (carreggiata ovest) per adeguamento della carreggiata alla sezione stradale di tipo B.

Durante la realizzazione delle due gallerie, verrà sempre mantenuta in esercizio la viabilità esistente; i lavori di costruzione della nuova viabilità avverranno pertanto secondo le seguenti fasi esecutive:

1. realizzazione della nuova canna (carreggiata est) con traffico in esercizio sulla canna esistente;
2. rifacimento della canna esistente (carreggiata ovest) a seguito dello spostamento del traffico sulla canna nuova ultimata.

Dal momento che le gallerie San Lazzerò e Bucciano attuali resteranno in esercizio durante la fase di costruzione delle rispettive canne est, al fine di preservare le relative strutture esistenti da eventuali interferenze dovute alle adiacenti lavorazioni, si è prevista, prima dell'inizio delle operazioni di scavo, l'esecuzione di un diaframma di protezione da realizzarsi nel setto di terreno in mezzo alle due canne. A titolo di esempio si riporta nella figura seguente una sezione trasversale in corrispondenza del tratto di galleria Bucciano scavato in naturale in cui è visibile il diaframma di protezione.



La realizzazione dei diaframmi lungo il tratto in naturale verrà necessariamente eseguito da piano campagna. Tale operazione dovrà essere effettuata per fasi al fine di garantire il mantenimento della viabilità di superficie, con particolare riguardo alla strada statale Cassia, secante il tracciato della Galleria San Lazzero, per la quale le lavorazioni verranno eseguite con la parzializzazione delle corsie.

4.8.1 Galleria San Lazzero

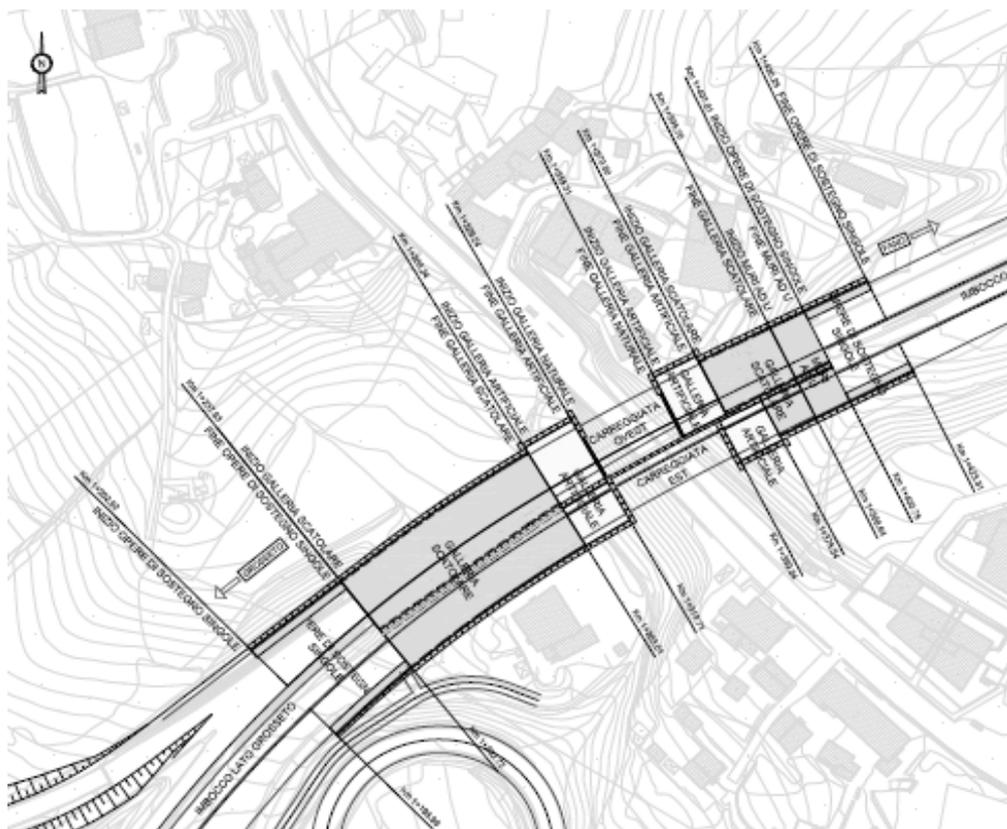
La canna est della galleria San Lazzero si estende tra le progressive km 1+232.72 (imbocco lato Grosseto) e km 1+388.64 (imbocco lato Fano) e presenta una lunghezza complessiva di 155.92 m, di cui 40.83 m in naturale e 86.99 m (lato Grosseto) + 28.10 m (lato Fano) in artificiale.

La canna ovest si estende tra le progressive km 1+237.63 (imbocco lato Grosseto) e km 1+395.70 (imbocco lato Fano) e presenta una lunghezza complessiva di 158.07 m, di cui 29.07 m in naturale e 88.61 m (lato Grosseto) + 40.39 m (lato Fano) in artificiale.

La galleria si sviluppa in un contesto superficiale caratterizzato dal sottopassaggio del rilevato stradale della S.S. Cassia, oltre che dalla presenza di alcune abitazioni dislocate ai lati del tracciato nel tratto di galleria in artificiale.

La galleria relativa alla carreggiata ovest ripercorre il tracciato della galleria esistente con una sezione di scavo di dimensioni maggiori; lungo tale tracciato, le indagini geognostiche svolte in sito hanno evidenziato la presenza di materiale di riporto antropico in adiacenza alla galleria esistente, avvalorando l'ipotesi di realizzazione dell'opera a cielo aperto (sbancamento, getto della galleria artificiale e successivo ricoprimento).

Nella figura seguente è mostrato il tracciato della galleria San Lazzero.



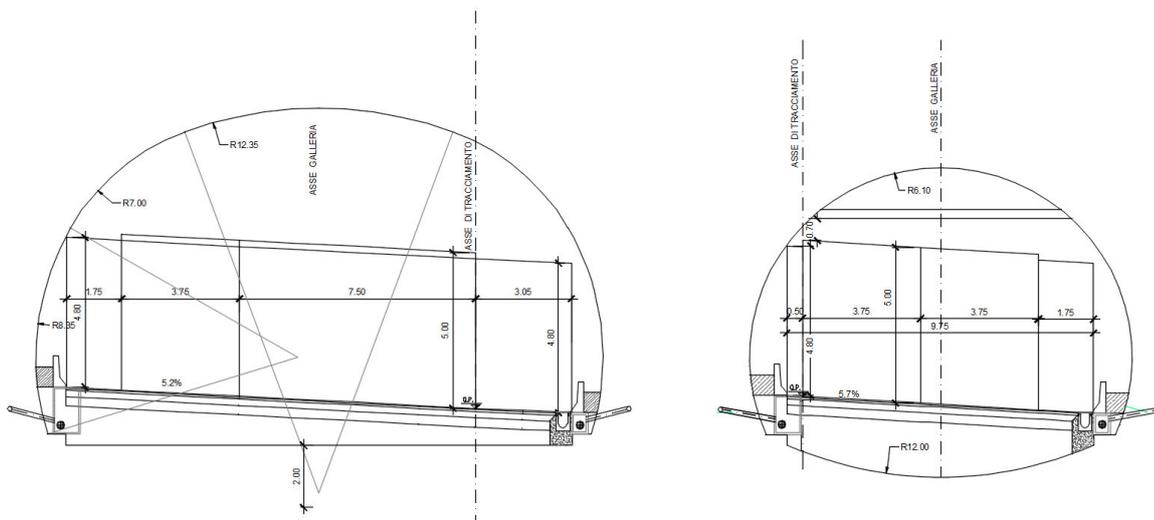
Entrambe le canne della galleria San Lazzerò sono situate su un tratto di tracciato in clotoide a eccezione indicativamente dei primi 30 m lato Grosseto in cui sono in curva circolare.

La canna est della galleria San Lazzerò contiene una piattaforma stradale con larghezza complessiva di 9.75 m, costituita da due corsie con medesimo senso di marcia di larghezza 3.75 m e due banchine di larghezze rispettivamente 1.75 m e 0.5 m. Procedendo verso l'imbocco lato Grosseto, la larghezza della piattaforma stradale aumenta al fine di garantire la visibilità in curva.

La canna ovest della galleria San Lazzerò contiene una piattaforma stradale con larghezza di 13.5 m (lato Fano), la quale ospita tre corsie di larghezza 3.75 m di cui due di marcia e una di decelerazione per l'uscita allo svincolo (situato poco dopo l'imbocco lato Grosseto della galleria) e due banchine di larghezze rispettivamente 1.75 m e 0.5 m. Procedendo verso l'imbocco lato Grosseto, la larghezza della piattaforma stradale aumenta al fine di garantire la visibilità in curva.

La pendenza trasversale della piattaforma stradale per entrambe le canne è variabile e raggiunge il valore massimo del 7% nella zona di imbocco lato Grosseto.

La sagoma utile è stata mantenuta di altezza (misurata in verticale) pari a 5 m nelle corsie di marcia e pari a 4.8 m nelle banchine laterali come visibile dalla seguente figura.



Altimetricamente, il tracciato di entrambe le canne della galleria San Lazzerò presenta un andamento a schiena d'asino con il punto di massimo situato rispettivamente per la canna est in prossimità dell'imbocco lato Grosseto e per la canna ovest nel tratto centrale. La pendenza massima raggiunta è pari a circa 0.75% per la canna est e 0.43% per la ovest.

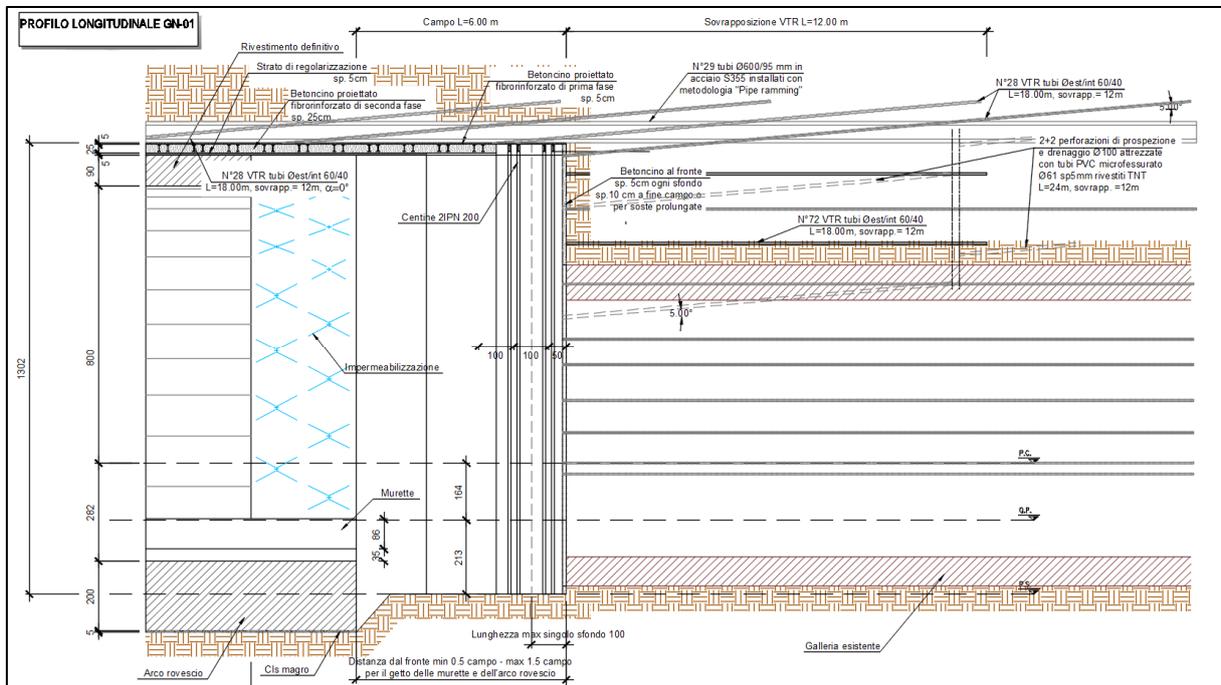
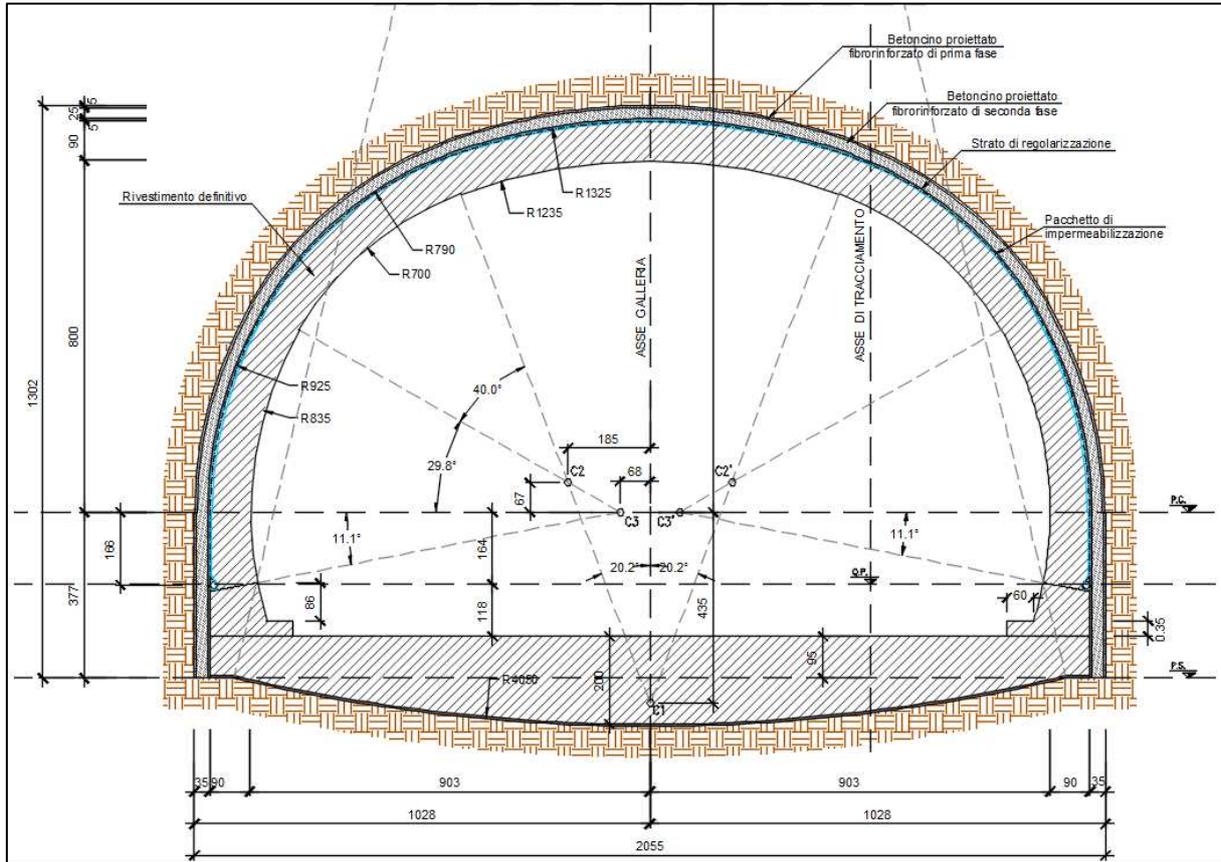
Su entrambi i lati della pavimentazione a salvaguardia dello svio degli automezzi sono ubicati profili ridirettivi a tergo dei quali sono messe a disposizione delle aree per eventuali canalizzazioni impiantistiche.

Per il tratto di galleria realizzato in naturale è prevista la metodologia di scavo in tradizionale.

In tali tratte le coperture risultano variabili da un minimo di circa 3 m in corrispondenza delle sezioni di imbocco, fino a un massimo di circa 10 m.

Per la sezione della galleria naturale della canna ovest (GN-01), ovvero quella di dimensioni maggiori per la presenza di una piattaforma stradale a tre corsie, si prevede l'utilizzo di una sezione policentrica cilindrica avente un'area del fronte di scavo (intesa riferita alla sola porzione di fronte effettivamente presente ovvero alla parte non interessata dalla presenza della galleria esistente) di 132.91 m².

Per tale sezione tipo, viste le notevoli dimensioni, le ridotte coperture e lunghezze della galleria, nonché la presenza della sovrastante arteria viaria, si è adottata una soluzione caratterizzata da interventi sul contorno costituiti da tubi di grosso spessore in acciaio, disposti anticipatamente lungo l'intera lunghezza della galleria, secondo le modalità descritte nel seguito.

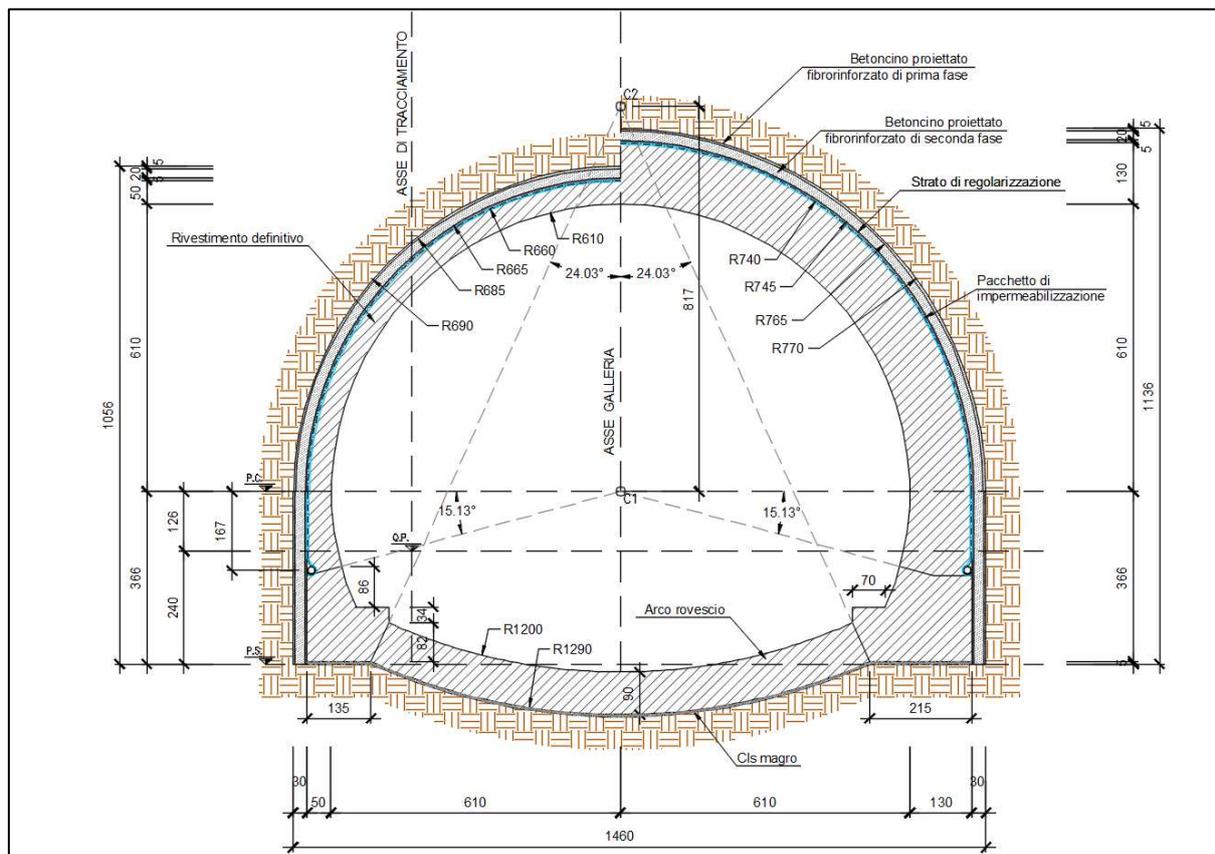


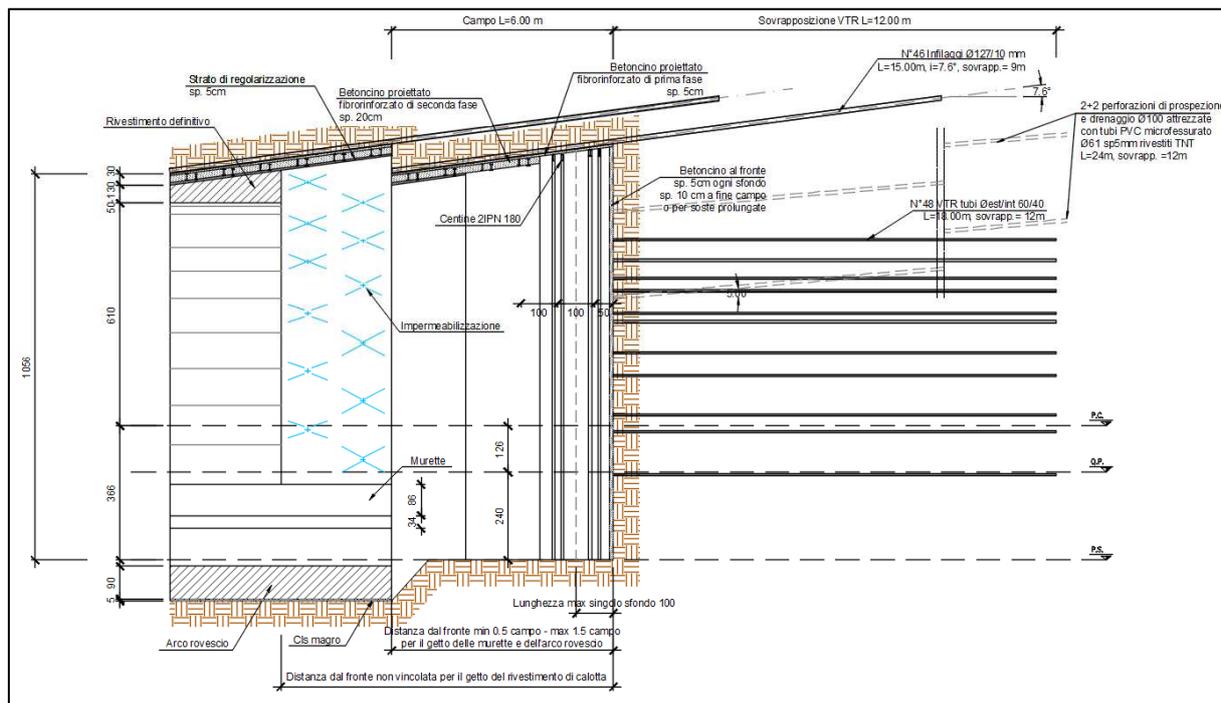
Per la sezione della galleria naturale della canna est (GN-02) che deve ospitare una piattaforma stradale a due corsie, si prevede l'utilizzo di una sezione troncoconica avente un'area di scavo al fronte minima di 133.2 m² e massima di 157.4 m² e considerando campi di avanzamento di 6 m e

sfondi con lunghezza massima di un 1 m, sono previsti i seguenti interventi:

- n. 48 tubi in VTR orizzontali $\phi 60/40$ disposti al fronte con maglia indicativamente di $1.2 \times 1.2 \text{ m}^2$ di lunghezza 18 m e sovrapposizione minima di 12 m, diametro di perforazione 90 mm;
- applicazione sul fronte di scavo di 5 cm di betoncino di sicurezza al termine di ogni sfondo e di 10 cm al termine di ogni campo o in caso di soste prolungate;
- applicazione sul contorno di scavo (piedritti e calotta) di 5 cm di betoncino fibrorinforzato (fibre di acciaio 30kg/m^3) di prima fase, 2 centine IPN 180 accoppiate a passo 1 m, 20 cm di betoncino fibrorinforzato di seconda fase e 5 cm di betoncino di regolarizzazione;
- n. 38 infilaggi $\phi 127$ spessore 10 mm posizionati in calotta per un angolo di 120° con inclinazione di 7.6° , lunghezza di 15 m e sovrapposizione minima di 9 m, diametro di perforazione 160 mm.

Una volta completata la realizzazione del rivestimento di prima fase, si procederà con l'installazione del pacchetto di impermeabilizzazione costituito da un telo in PVC di spessore 2 mm e peso specifico 1.3 g/cm^2 protetto da uno strato di tessuto non tessuto di 400 g/m^2 a filo continuo. L'acqua di ammasso verrà raccolta mediante tubi di drenaggio in PVC microfessurati $\phi 160 \text{ mm}$ posti sopra le murette.





Relativamente alle tratte di imbocco della due canne della galleria San Lazzero, l'attacco degli scavi in sotterraneo avviene mediante la preparazione di una trincea di approccio sostenuta da paratie. Tali paratie sono costituite da diaframmi in calcestruzzo armato di spessore 1.5 m e larghezza del singolo pannello di 2.5 m. Date le elevate altezze di scavo da sostenere (con valori massimi che raggiungono circa 18.5 m in prossimità degli imbocchi in naturale) si prevede di contrastare i diaframmi mediante l'utilizzo di solettoni in calcestruzzo armato con funzionalità provvisoria o definitiva a seconda della situazione considerata.

In particolare, relativamente alle opere di imbocco della galleria San Lazzero si evidenziano le seguenti tre configurazioni differenti:

1. nei primi circa 15 m in adiacenza agli imbocchi in naturale, dove si hanno le massime altezze di scavo da sostenere, sono previsti diaframmi di sostegno provvisori, contrastati in testa mediante un solettone in c.a. anch'esso con funzione provvisoria. Nella configurazione definitiva, in queste tratte, verrà realizzata, internamente ai diaframmi e al di sotto del solettone provvisorio, una galleria artificiale con sezione monocentrica o policentrica a seconda che si tratti della canna est o della canna ovest.
2. Nei tratti successivi ai primi circa 15 m dagli imbocchi in naturale si prevede la realizzazione di una galleria artificiale con sezione scatolare. Pertanto, in tali tratti, i diaframmi avranno funzione di sostegno definitiva e verranno contrastati mediante l'utilizzo di una soletta in c.a. anch'essa definitiva. L'estensione dei tratti per cui è prevista tale soluzione è correlata alla quota del terreno in sito; si prevede, infatti, di utilizzare la soluzione della galleria artificiale

con sezione scatolare fintanto che l'altezza del terreno sia tale da permetterne il minimo ricoprimento in fase definitiva.

3. Appena dopo le gallerie artificiali, la strada in progetto procede in trincea a cielo aperto con gli scavi laterali sostenuti in fase definitiva dai diaframmi i quali saranno rivestiti mediante muri in calcestruzzo armato di forma a "U" o a "L" a seconda del caso considerato.

La scelta progettuale che, relativamente ai tratti di galleria artificiale, prevede il passaggio da una sezione di tipo scatolare a una sezione con intradosso curvilineo è dettata dalle seguenti considerazioni:

- In prossimità dell'imbocco in naturale è necessario prevedere una configurazione in fase provvisoria che garantisca ai macchinari atti all'esecuzione degli interventi di consolidamento al fronte e al contorno del primo campo di scavo gli spazi sufficienti per lavorare e allo stesso tempo consenta di sostenere altezze di scavo molto elevate. Pertanto, è stata valutata la soluzione di utilizzare un solettone in c.a. per il contrasto dei diaframmi in fase provvisoria. La presente considerazione motiva anche la necessità di prevedere un aumento della distanza reciproca fra i diaframmi posti in prossimità degli imbocchi in naturale.
- Non risulta possibile realizzare l'intera tratta di galleria artificiale con una sezione monocentrica o policentrica in quanto, la maggiore altezza di tale sezione rispetto a una soluzione di tipo scatolare, non ne consentirebbe l'adeguato ricoprimento in fase definitiva.

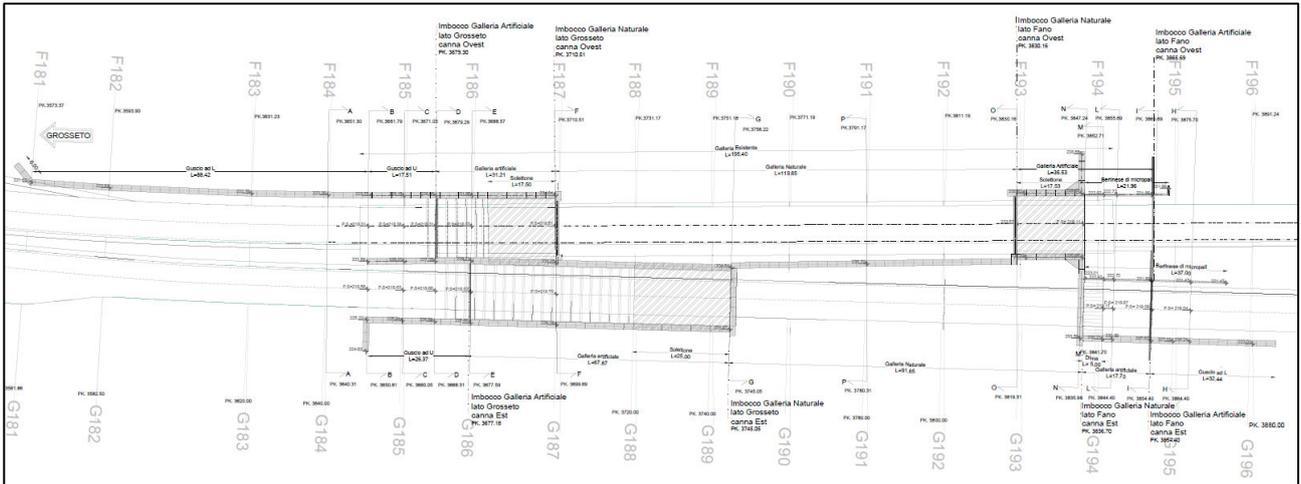
4.8.2 Galleria Bucciano

La canna est della galleria Bucciano si estende tra le progressive km 3+677.18 (imbocco lato Grosseto) e km 3+854.40 (imbocco lato Fano) e presenta una lunghezza complessiva di 177.22 m, di cui 91.65 m in naturale e 67.87 m (lato Grosseto) + 17.70 m (lato Fano) in artificiale.

La canna ovest si estende tra le progressive km 3+679.30 (imbocco lato Grosseto) e km 3+865.69 (imbocco lato Fano) e presenta una lunghezza complessiva di 186.39 m, di cui 119.65 m in naturale e 31.21 m (lato Grosseto) + 35.53 m (lato Fano) in artificiale.

Dal momento che la canna ovest in progetto ripercorre il tracciato della galleria esistente con una sezione di scavo di dimensioni maggiori e considerate le incertezze sulle modalità di esecuzione della galleria esistente, la quale potrebbe essere stata realizzata mediante scavo in naturale con relativi interventi di consolidamento o in artificiale con l'ausilio di opere di sostegno, in sede di progetto esecutivo sarà necessario verificare la metodologia utilizzata per la realizzazione della struttura sotterranea e accertarsi che, in relazione alla soluzione adottata, non vi siano interferenze con le opere preesistenti tali da compromettere la corretta esecuzione delle opere in progetto.

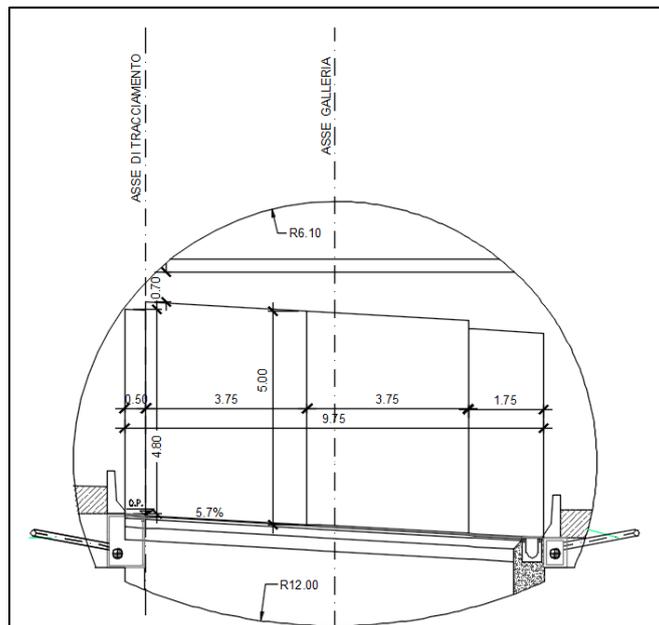
Nella figura seguente è mostrato il tracciato della galleria Bucciano.



Entrambe le canne della galleria Bucciano contengono una piattaforma stradale con larghezza complessiva di 9.75 m, costituita da due corsie con medesimo senso di marcia di larghezza 3.75 m e due banchine di larghezze rispettivamente 1.75 m e 0.5 m (sezione stradale di tipo extraurbano principale categoria B).

La pendenza trasversale della piattaforma stradale per entrambe le canne è costante e pari a 2.5% eccetto per il tratto iniziale della canna ovest (lato Grosseto) dove la pendenza cresce in fino a raggiungere il valore di 3.4% alla sezione di imbocco della galleria artificiale.

La sagoma utile è stata mantenuta di altezza (misurata in verticale) pari a 5 m nelle corsie di marcia e pari a 4.8 m nelle banchine laterali come visibile dalla seguente figura.



Entrambe le canne della galleria Bucciano presentano un andamento di in rettilineo ad eccezione dei primi metri (lato Grosseto) della canna ovest i quali risultano in clotoide.

Altimetricamente, il tracciato di entrambe le canne della galleria Bucciano presenta un andamento a

schiena d'asino con pendenza massima pari a circa 0.66% per la canna est e 0.72% per la ovest. Su entrambi i lati della pavimentazione a salvaguardia dello svio degli automezzi sono ubicati profili ridirettivi a tergo dei quali sono messe a disposizione delle aree per eventuali canalizzazioni impiantistiche.

Relativamente ai sistemi di drenaggio, per entrambe le canne è stato previsto quanto segue:

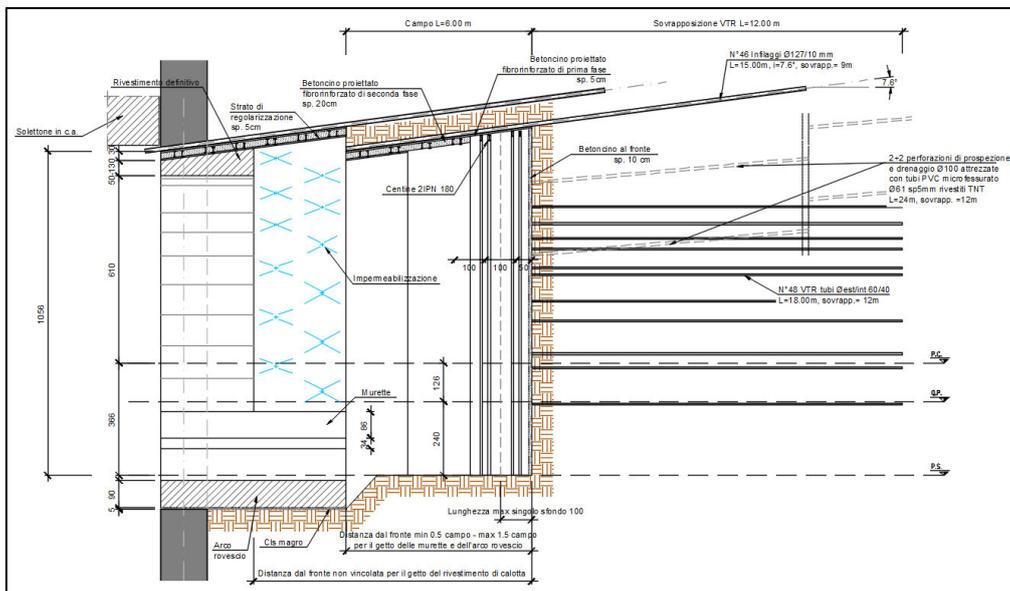
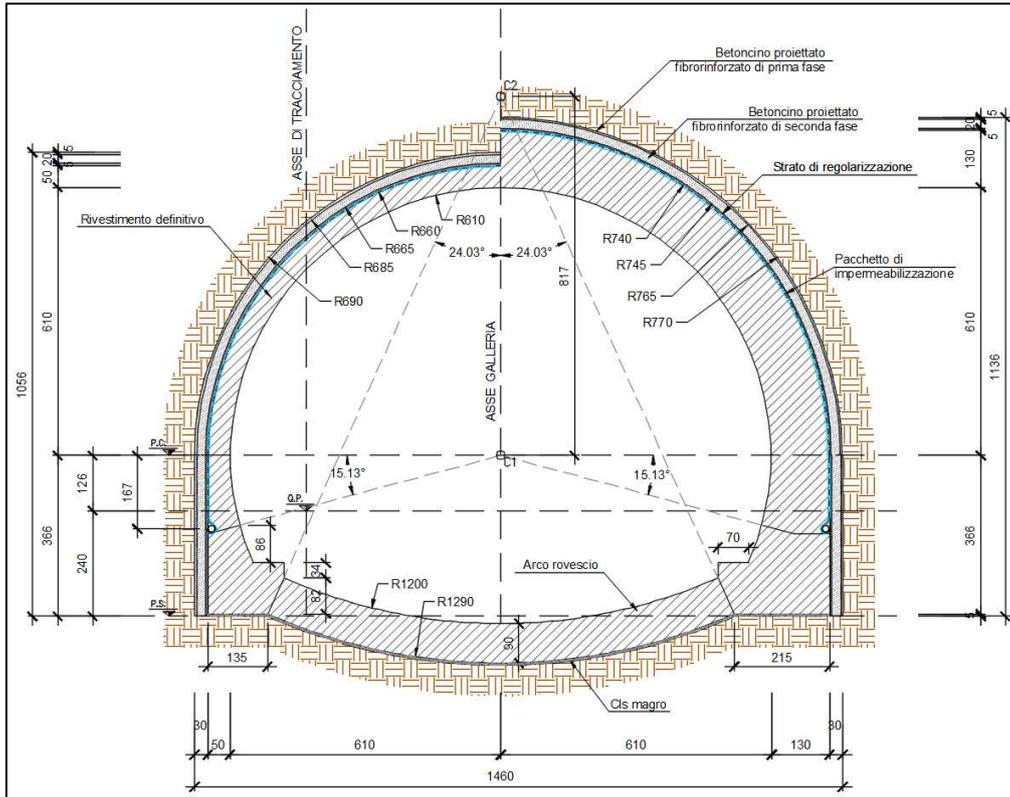
- canaletta prefabbricata in calcestruzzo continua su tutto lo sviluppo della canna posta all'interno della sede stradale in adiacenza al ciglio inferiore, atta alla raccolta dei liquidi eventualmente scolanti sulla piattaforma (per esempio liquidi di lavaggio o accidentalmente sversati in caso di incidenti che possono coinvolgere autobotti o mezzi di trasporto di sostanze pericolose).
- due tubazioni in PVC ϕ 250, disposte lungo i margini della carreggiata, per la raccolta, mediante pozzetti in cls con interasse 25m, delle acque di infiltrazione preliminarmente convogliate lungo tubazioni di drenaggio in PVC ϕ 160 poste a tergo del rivestimento definitivo ai piedi della calotta e a contatto con il terreno;

Per il tratto di galleria realizzato in naturale è prevista la metodologia di scavo in tradizionale.

In tali tratte le coperture risultano variabili da un minimo di circa 3 m in corrispondenza delle sezioni di imbocco, fino a un massimo di circa 8 m.

Dal momento che le due canne della galleria Bucciano contengono la medesima piattaforma stradale e sono situate all'interno della stessa stratigrafia e considerata la modesta estensione del tratto da realizzare in naturale, si prevede, per tali tratte, l'adozione di una sola sezione tipologica, con scavo in tradizionale a piena sezione e con andamento troncoconico.

Per tale sezione tipo, avente un'area al fronte minima di 133.2 m² e massima di 157.4 m² e considerando campi di avanzamento di 6 m e sfondi con lunghezza massima di un 1 m.



Relativamente alle tratte di imbocco della due canne della galleria Bucciano, l'attacco degli scavi in sotterraneo avviene mediante la preparazione di una trincea di approccio sostenuta da paratie. Tali paratie sono costituite da diaframmi in calcestruzzo armato di spessore 1.5 m e larghezza del singolo pannello di 2.5 m. Date le elevate altezze di scavo da sostenere (valori massimi di circa 16.5 m in prossimità degli imbocchi in naturale lato Grosseto e di 14 m lato Fano) si prevede di contrastare i diaframmi mediante l'utilizzo, a seconda del caso in oggetto di studio, di: puntoni metallici, solettoni in calcestruzzo armato, tiranti a trefoli e tiranti in VTR.

Relativamente alle pareti di imbocco delle tratte in naturale si prevede:

- per la canna est di nuova realizzazione l'utilizzo dei diaframmi analoghi a quelli di sostegno;
- per la canna ovest, data l'impossibilità di realizzare una parete di imbocco mediante diaframma a causa della presenza della galleria esistente, si provvederà alla realizzazione di una berlinese in micropali i quali avranno lunghezze variabili determinate dal raggiungimento della quota dell'estradosso della calotta della galleria esistente.

Per la sistemazione definitiva si prevede la realizzazione di tratti di galleria artificiale con sezione avente sagoma interna curvilinea con le stesse dimensioni geometriche del tratto in naturale.

Per tutte le gallerie artificiali è previsto il completo ricoprimento.

Fuori dalle gallerie artificiali, la strada procede in trincea a cielo aperto con gli scavi laterali sostenuti in fase definitiva oltre che dai diaframmi anche da muri in calcestruzzo armato di forma a "U" o a "L" a seconda del caso considerato.

4.9 CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Nel presente progetto si prevede la realizzazione di:

- Dotazioni impiantistiche delle gallerie "San Lazzerò" e "Bucciano";
- Impianti di illuminazione svincoli "Cerchiaia" e "Ruffolo" (compresa rotonda caserma) ;
- Impianti di illuminazione corsie ingresso e uscita Area di Servizio;

4.9.1 Impianti elettrici gallerie

L'impianto elettrico avrà origine dal punto di consegna in BT; l'energia elettrica sarà fornita dall'ENEL, tramite sistema di I° categoria esercito alla tensione di 400V Trifase con neutro; il sistema di distribuzione adottato sarà di tipo TT. Sono previsti due punti di fornitura distinti indicativamente ubicati nelle immediate vicinanze degli attuali punti di fornitura.

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con proiettori specifici con corpo in pressofusione/estruso di alluminio con ottica asimmetrica per l'illuminazione di rinforzo e simmetrica per quella permanente.

I proiettori, completi di accessori, saranno equipaggiati con sorgenti a LED per una potenza di 472 W per il rinforzo e di 37 W per la permanente rispettivamente 62370 e 5130 lm.

I corpi illuminanti saranno ancorati alla passerella asolata mediante staffe sagomate e relativi accessori tutto in acciaio inox. I circuiti di illuminazione di rinforzo saranno realizzati con cavo di tipo FG16M16 - 0,6/1 kV, unipolare, flessibile, non propaganti l'incendio, isolati in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica speciale di qualità M16, rispondente alle norme CEI e conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), mentre per i circuiti di illuminazione permanente saranno utilizzati cavi di tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16-0.6/1 kV. Per quanto riguarda la derivazione elettrica, per l'alimentazione dei proiettori utilizzati per i circuiti di rinforzo e permanenti, questa verrà realizzata mediante cassette in lega di alluminio avente classe II di isolamento, collegata ad una presa IEC309 (CEE) 2x16A tramite un cavo multipolare a doppio isolamento. Il proiettore sarà corredato da una

spina IEC390 (CEE) 2x16A che andrà inserita nella presa di cui sopra garantendo oltre al collegamento elettrico anche un facile e veloce scollegamento del proiettore in caso di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Le cassette di derivazione dei proiettori che costituiscono l'emergenza saranno del tipo resistente al fuoco collegata ad una presa CEE 2x16A tramite un cavo multipolare, resistente al fuoco, a doppio isolamento. Il proiettore sarà corredato da una spina CEE 2x16A che andrà inserita nella presa di cui sopra garantendo oltre al collegamento elettrico anche un facile e veloce scollegamento del proiettore in caso di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Per quanto riguarda il numero dei circuiti elettrici di alimentazione, il presente progetto prevede, per ciascun fornice, la seguente configurazione:

- n. 1 circuiti monofase per illuminazione permanente e notturna;
- n. 1 circuiti trifase per illuminazione di rinforzo;
- n. 1 circuito per alimentazione rilevatore di luminanza posto all'esterno dell'imbocco;

I circuiti di illuminazione previsti raddoppiano per la canna ovest della galleria San Lazzerò.

Le caratteristiche dei corpi illuminanti, delle canalizzazioni, delle linee elettriche, il dimensionamento di tutti i componenti facenti parte dell'impianto, il numero e la consistenza di tutte le apparecchiature e dei materiali sono descritti negli allegati elaborati grafici e di calcolo.

4.9.2 Impianti elettrici svincoli

L'impianto elettrico avrà origine dal punto di consegna in BT; l'energia elettrica sarà fornita dall'ENEL, tramite sistema di 1° categoria esercizio alla tensione di 400V Trifase con neutro; il sistema di distribuzione adottato sarà di tipo TT. Sono previsti tre punti di fornitura distinti indicativamente ubicati nelle immediate vicinanze degli impianti da alimentare.

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che "l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "Illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma consente la configurazione di un impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Ciò premesso, le scelte progettuali adottate per l'illuminazione delle diverse tratte stradali interessate dal presente progetto, consentono una suddivisione degli impianti in base ai requisiti illuminotecnici richiesti, come di seguito riportato:

- Svincolo Cerchiaia
- Svincolo Ruffolo
- Rotatoria caserma;
- Corsia di decelerazione e accelerazione area di servizio.

La realizzazione degli impianti dovrà inoltre tener conto delle indicazioni contenute nella nota ANAS "Standardizzazione degli impianti tecnologici, contenimento e monitoraggio dei relativi consumi energetici".

Per garantire i valori di luminanza, illuminamento medio e uniformità generale l'impianto di illuminazione sarà realizzato con seguenti tipologie di corpi illuminanti:

- Armatura stradale tipo 1 - 76W - 8990÷9950lm (in funzione della tipologia di ottica)
- Armatura stradale tipo 2 - 150W - 20030lm
- Proiettore - 81W - 10920lm

I vari corpi illuminanti saranno installati su pali con altezza fuori terra di 10m (dotati di eventuale sbraccio funzionale al tipo di installazione).

Per le caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rimanda agli elaborati progettuali.

La simulazione illuminotecnica è stata effettuata con un software specialistico.

È inoltre prevista l'installazione di un semaforo a chiamata a servizio dell'uscita della caserma.

5 PROBLEMATICHE DI CARATTERE AMBIENTALE

5.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO NEL SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE AREE PROTETTE

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'opera è stata indagata sotto il profilo programmatico ed ambientale attraverso analisi bibliografiche e sopralluoghi in campo.

Dal punto di vista della programmazione territoriale si è proceduto a valutare i piani nazionali, regionali e comunali che intervengono sull'area di progetto e verificare la coerenza delle azioni progettuali con gli obiettivi e le strategie di piano.

Tale attività è stata finalizzata ad identificare eventuali incongruenze tra le azioni in progetto e la pianificazione territoriale esistente sia come strategie che come obiettivi dei diversi piani locali e sovraordinati. Nel capitolo seguente (scheda C) si riportano schematicamente gli esiti di tale analisi. Nel corso della valutazione della pianificazione territoriale esistente, si è provveduto inoltre ad identificare i vincoli presenti specificamente sulle aree di intervento, distinti per:

- vincoli paesaggistici e ambientali
- interferenze con aree naturali protette;
- vincolo idrogeologico;
- vincolo sismico

VINCOLI PAESAGGISTICI E AMBIENTALI

L'area relativa agli interventi ricade in alcune aree tutelate dal D. Lgs. 42/2004.

In particolare, le aree identificate sono:

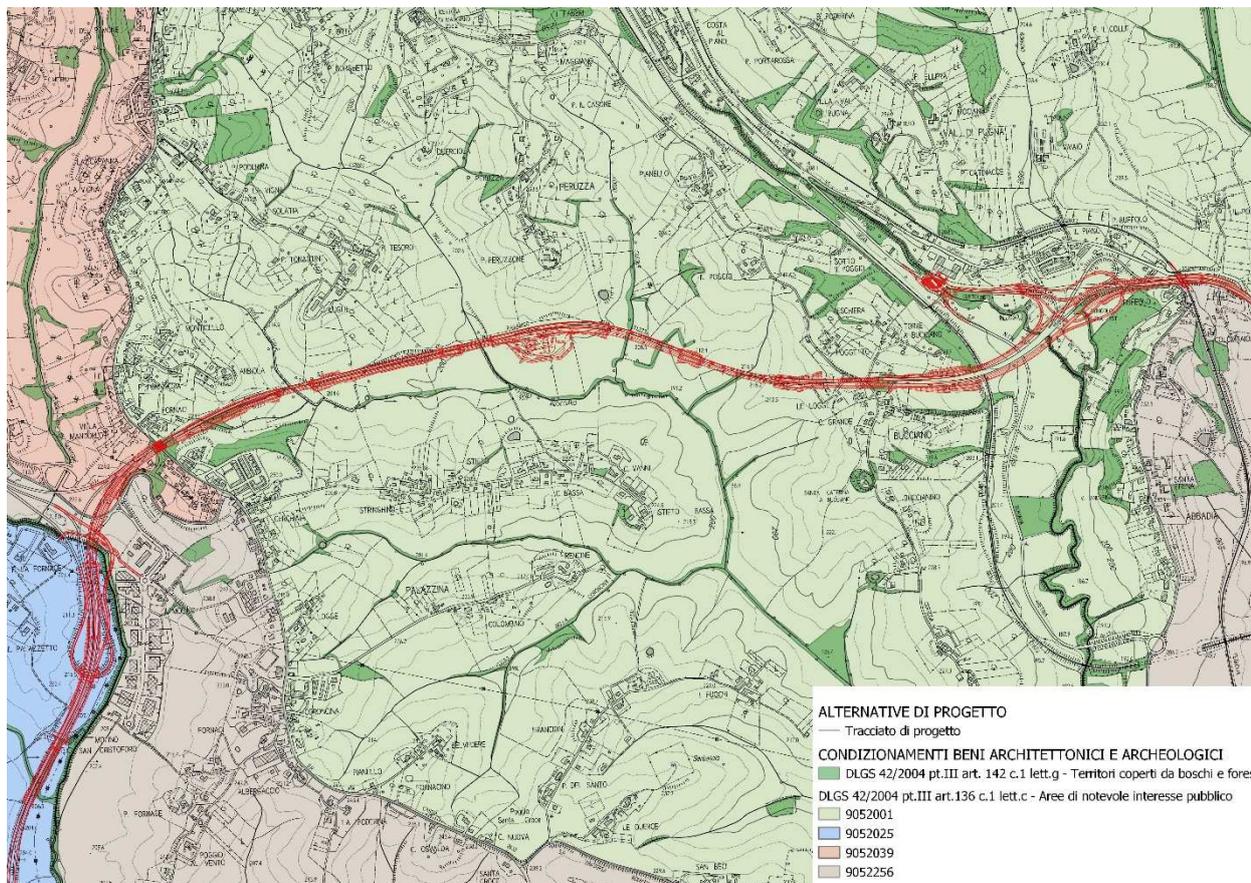
- Territori coperti da boschi e foreste (Dlgs 42/2004 pt.III art.142 c.1 lett.g);
- Aree di notevole interesse pubblico (Dlgs 42/2004 pt III art 136 c.1 lett. c) come di seguito identificate:
 - Cod. 9052001 - Versante ovest della Montagnola Senese
 - Cod. 9052025 – Zona di Monsidoli e Fogliano
 - Cod. 9052039 – Zona circostante l'abitato di Siena
 - Cod. 9052256 – Zona costituente una naturale continuazione della campagna senese più prossima al centro storico della città di Siena

Di seguito si riporta un estratto della Carta dei Condizionamenti riportante la perimetrazione dei vincoli sopra individuati.

Data l'interferenza con aree oggetto di vincolo paesaggistico, è stata redatta apposita Relazione Paesaggistica, come previsto dall'art. 146 del D. Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii., allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

In merito ai territori coperti da foreste e boschi (art. 142 comma 1 lett. g) del D. Lgs. 42/2004), si

segnala che l'estensione delle aree interessate dagli interventi è di circa 30.000 mq.
Verrà presentata apposita istanza sia per il vincolo paesaggistico che per il taglio forestale.



Beni paesaggistici nell'intorno dell'area di progetto

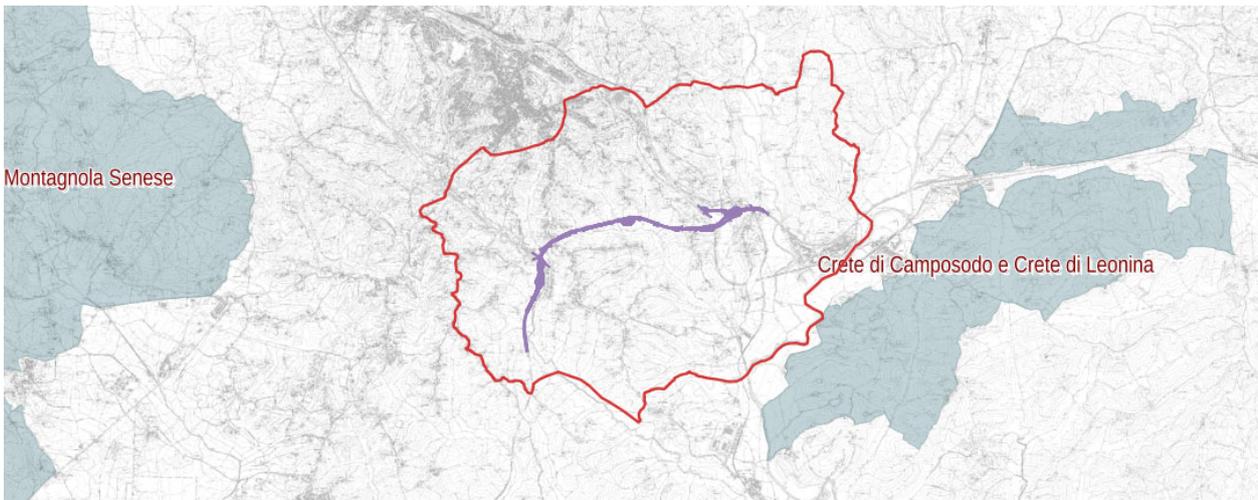
AREE NATURALI PROTETTE

Il progetto non interferisce direttamente con nessuna area naturale protetta, a nessun livello di pianificazione. Si segnala comunque la presenza nell'arco di 5 km dall'area di intervento di siti appartenenti alla Rete Natura 2000. In tal senso è stata preparato l'elaborato T00IA60AMBRE01 "Screening DI V.INC.A Proponente" allegato al SIA.

Nel dettaglio si segnala la presenza di:

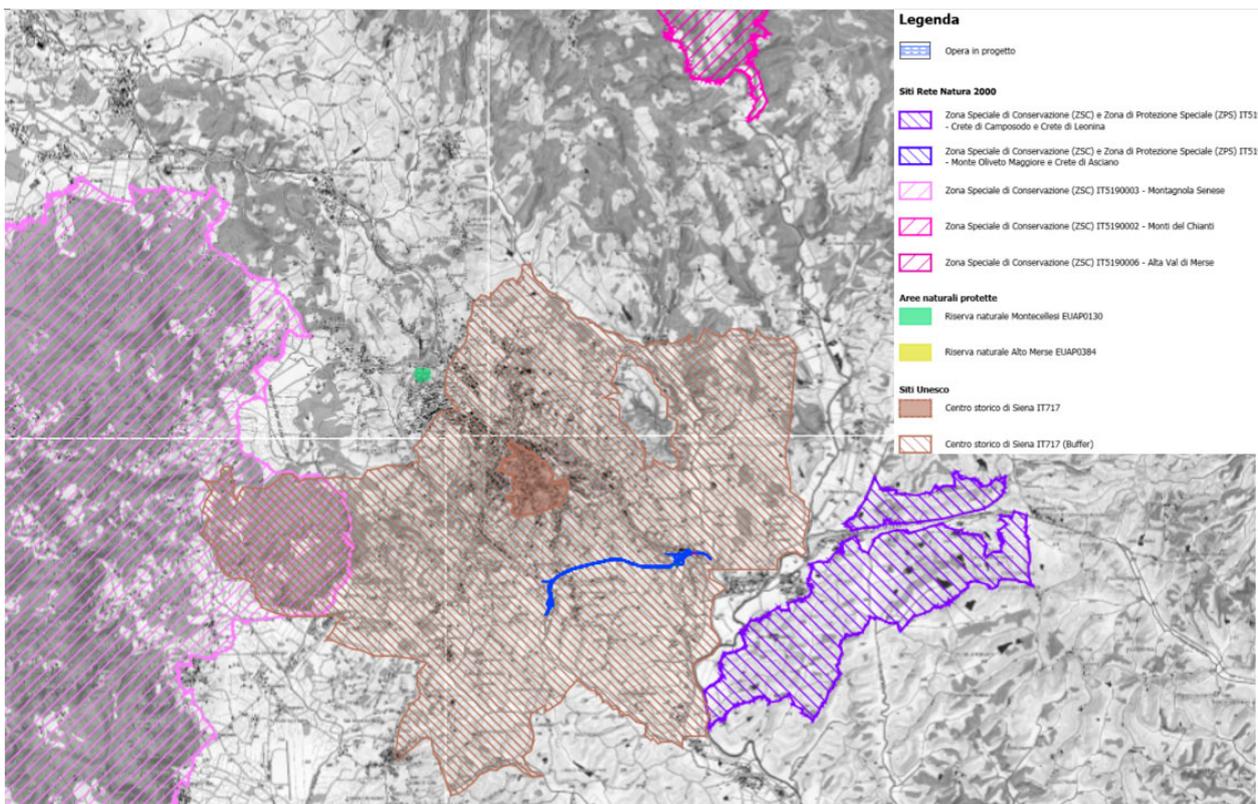
- Sito cod IT5190004 ZSC/ZPS Crete di Camposodo e Crete di Leonina distanza dal sito: 1700 m (intesa come distanza dall'estremo EST del tracciato stradale)
- Sito cod. IT5190003 ZSC Montagnola Senese distanza dal sito: 4600 m (intesa come distanza dall'estremo OVEST del tracciato stradale)

Nei pressi dell'area di studio non sono presenti IBA:



Siti della Rete Natura 2000 e IBA nell'intorno dell'area di progetto (in rosso area vasta, in viola tracciato di progetto)

L'intervento in progetto ricade all'interno del Buffer del Sito UNESCO IT717 "Centro Storico di Siena"



Siti UNESCO nell'area di intervento

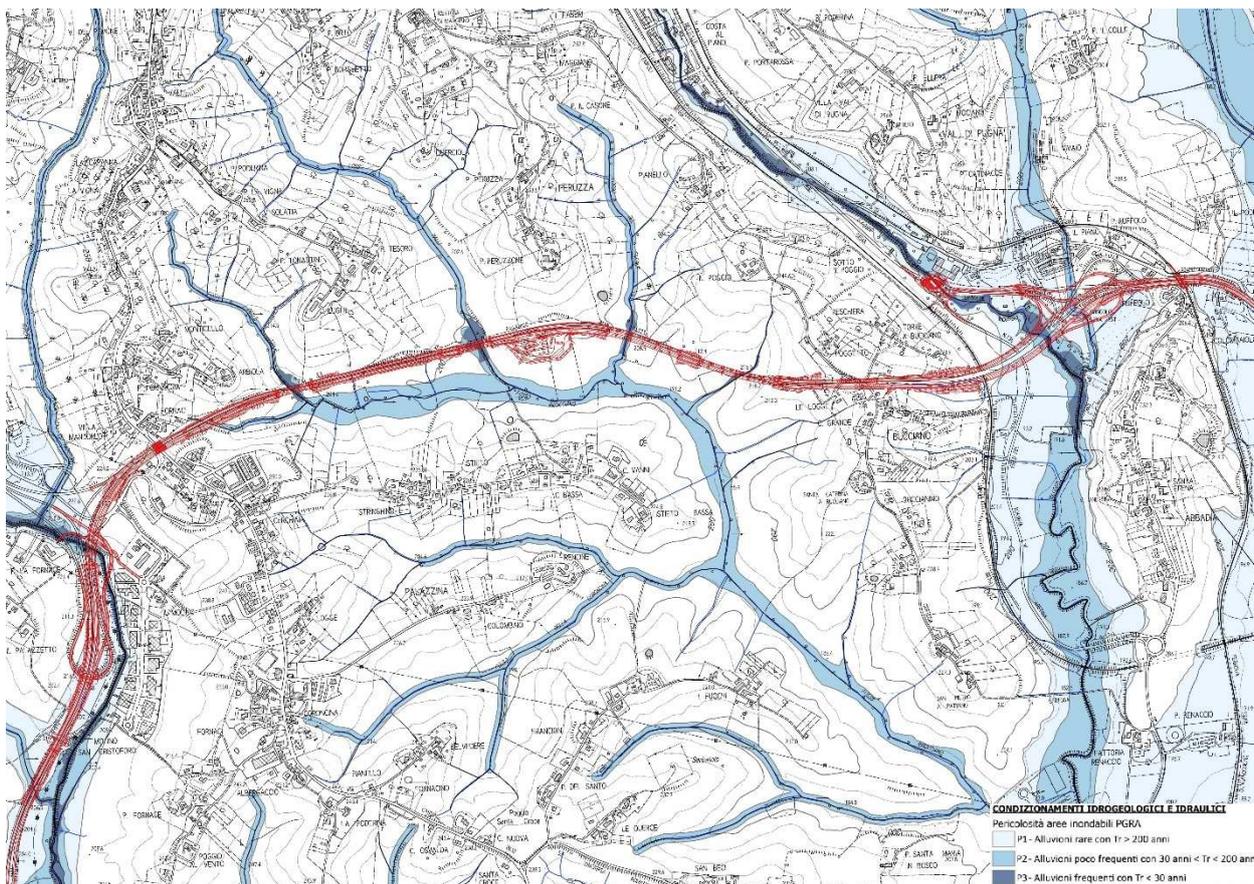
VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di intervento, ai sensi del R.D. 1923/3267 e della LR 39/2000 non è interessata da vincolo idrogeologico. L'area vincolata più prossima all'intervento dista circa 400 metri dalla sede stradale di fine lotto in località Piancollina (Taverne D'Arbia).

PERICOLOSITA' IDRAULICA DA PGRA

Ai sensi del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (direttiva comunitaria 2007/60/CE, LR 41/2018), l'area di intervento è interessata da:

- Aree a pericolosità P1 – Alluvioni rare con $Tr > 200$ anni;
- Aree a pericolosità P2 – Alluvioni poco frequenti con $200 < Tr < 30$ anni;
- Aree a pericolosità P3 – Alluvioni frequenti con $Tr < 30$ anni

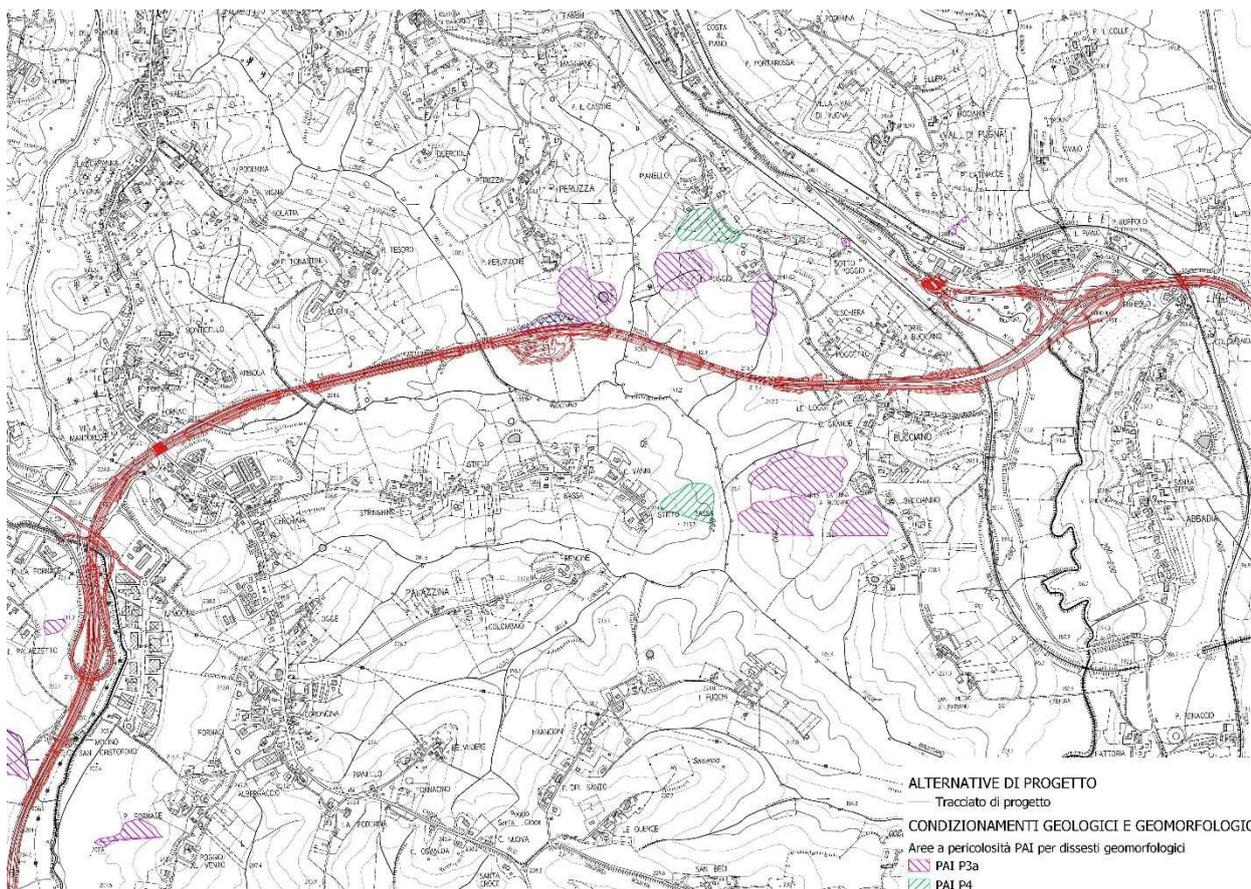


Pericolosità idraulica da PGRA nell'area di interesse

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA PAI

L'area di intervento è interessata da vincolo geomorfologico ai sensi del Piano PAI "Dissesti Geomorfologici". In particolare, l'area di intervento è interessata da:

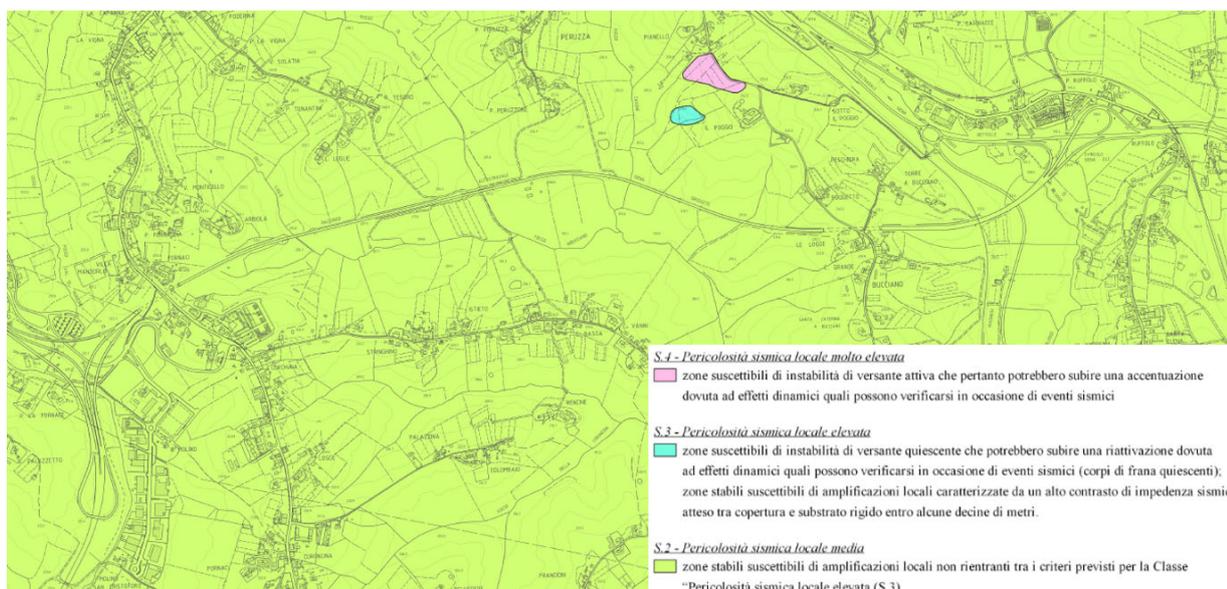
- Aree a pericolosità elevata – P3a
- Aree a pericolosità molto elevata – P4



Vincolo geomorfologico nell'area di interesse

VINCOLO SISMICO

Il territorio risulta classificato come Zona Sismica S.2, con livello di pericolosità sismica locale media.

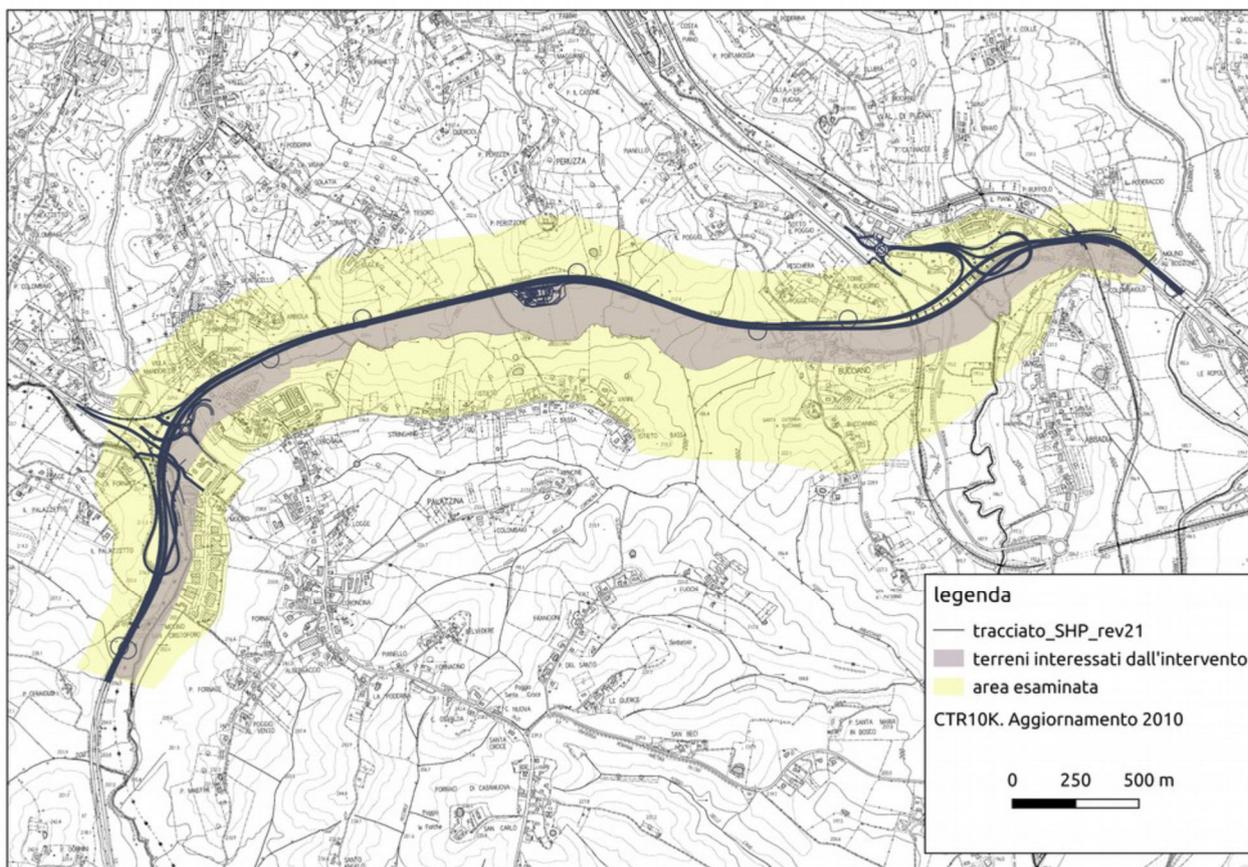


Vincolo sismico nell'area di interesse

5.2 ARCHEOLOGIA

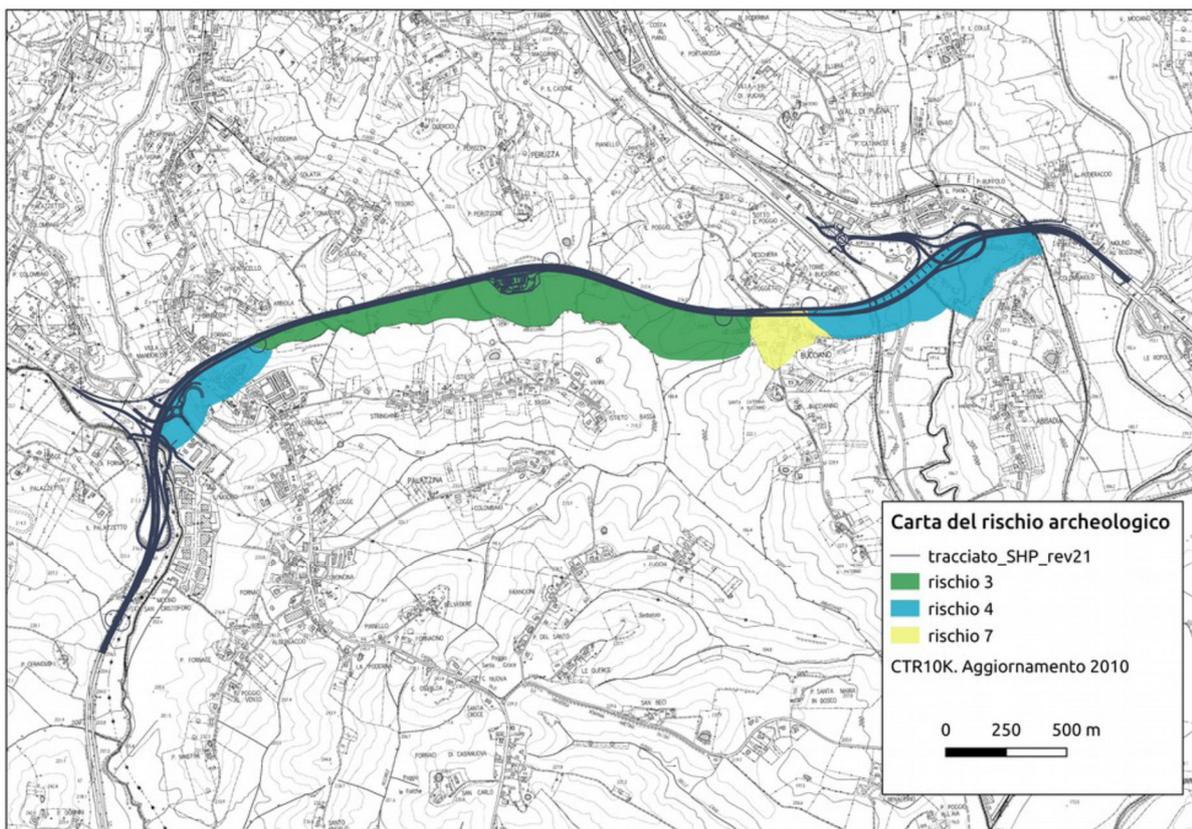
Lo studio archeologico svolto nel progetto, fornisce indicazioni preliminari volte a verificare la presenza di aree e siti di interesse archeologico eventualmente interferenti con i lavori di adeguamento del tratto di strada statale in esame.

Stante la natura del progetto, che prevede il raddoppio dell'attuale tracciato sul versante sud, questa valutazione viene svolta a due livelli di intensità conoscitiva: il primo, finalizzato a una conoscenza di maggior dettaglio dell'area immediatamente interessata dall'attuazione del progetto, analizzerà l'area a Sud del tratto stradale interessato per una ampiezza di ca. 100 metri lineari dalla sede stradale attuale (Fig. seguente, in grigio); il secondo, finalizzato a una contestualizzazione archeologica generale, analizzerà in maniera più generale una fascia ampia di ca. 250 metri lineari sia a monte che a valle della stessa sede stradale (Fig. seguente, in giallo).



Aree interessate dalla procedura di valutazione preliminare

Allo stato attuale delle conoscenze acquisite e delle considerazioni che possono essere sviluppate dai dati raccolti, il grado di rischio archeologico per l'area interessata dalle opere in corso di progettazione può essere come di seguito valutato.



Carta del rischio archeologico

A) Per il settore occidentale (Coroncina), in presenza di contesti sicuramente insediati in epoca medievale e moderna, ma nelle attuali condizioni di bassissima o nulla visibilità archeologica al suolo o da fotografia aerea, il rischio può essere indicato come non determinabile - valore 4 della scala prevista dall'Allegato 3 della Circolare 1-2016 emanata dalla Direzione Generale Archeologia MiBACT.

Ai sensi dello stesso documento, il valore 4 fa riferimento a un grado di potenziale archeologico non determinabile in quanto esistono elementi (geomorfologia, immediata prossimità, pochi elementi materiali) per riconoscere un potenziale di tipo archeologico, ma i dati raccolti non sono sufficienti a definirne l'entità 2. Questo valore numerico si traduce in una valutazione di un rischio medio per la realizzazione del progetto, in quanto questo investe un'area indiziata o le sue immediate prossimità.

B) Per l'area centrale (Stringhino-Istieto), stanti l'assenza di tracce di insediamento stabile nella cartografia storica, di tracce significative desumibili dall'esame delle fotografie aeree e sulla base dei risultati della ricognizione al suolo condotta in condizioni di buona visibilità su un campione significativo dell'insieme, il rischio può essere indicato come basso - valore 3 della scala prevista dall'Allegato 3 della Circolare 1-2016 emanata dalla Direzione Generale Archeologia MiBACT.

Ai sensi dello stesso documento, il valore 3 fa riferimento ad aree prive di testimonianze di

frequentazioni antiche, oppure a distanza sufficiente a garantire un'adeguata tutela a contesti archeologici la cui sussistenza è comprovata e chiara.

C) Per l'area orientale (Bucciano), stanti le notizie autorevolmente riportate, sia pure non verificabili sul terreno in questa sede, del rinvenimento occasionale di sepolture etrusche, il rischio può essere indicato come medio-alto – valore 7 della scala prevista dall'Allegato 3 della Circolare 1-2016 emanata dalla Direzione Generale Archeologia MiBACT.

Ai sensi dello stesso documento, il valore 7 fa riferimento ad aree caratterizzate da ritrovamenti materiali localizzati (rinvenimenti di materiale nel sito, in contesti chiari e con quantità tali da non poter essere di natura erratica).

Parere Verifica Preventiva Interesse Archeologico

Si ricorda infine che il progetto, nella configurazione di cui alla progettazione preliminare sviluppata dal Comune di Siena e da ANAS nel 2009, era stato sottoposto a verifica preventiva dell'interesse archeologico nel 2010; nell'ambito di tale procedimento, la competente Soprintendenza aveva espresso parere positivo prescrivendo l'assistenza archeologica durante i lavori (parere riportato in allegato alla presente relazione: prot. 12557 del 26.07.2011 ex Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana - ora Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le province di Siena, Grosseto e Arezzo in attuazione del DPCM 171/201422 e del DM 44/201623).

26/07/2011 14:45 055 242213
16/07/2011 15:46 055 242213

#6726 P.001/002

M0D. 300



Ministero
per i Beni e le Attività Culturali
SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI
FIRENZE

26 LUG. 2011 20

M. COMUNE di SIENA
Direzione Territorio
Palazzo Patrizi
Via di Città, 81
53100 Siena
att. Papini
FAX 0577.292182

Prot. N.° 12557
34.19.04/66

Allegato

Risposta al Foglio del
Dir. Leg. N.°

OGGETTO: SIENA, E78. Grosseto-Fano. Adeguamento a 4 corsie del tratto compreso tra lo svincolo con la tangenziale di Siena (Firenze-Siena) e lo svincolo Ruffolo (Siena-Bettolle). Lotto O. Invio parere di competenza a nota Comune di Siena prot. 38969 del 16 luglio 2010 (ns. prot. 13014 cl. 34.19.04/66 del 23 luglio 2011).

Alla Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana
Lungarno A.M. de' Medici, 4
50122 Firenze
FAX 055 27189700

In riferimento all'oggetto e alla procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico ai sensi dell'art. 95 del D.Lgs. 163/2006, la scrivente Soprintendenza in relazione alle conoscenze archeologiche pregresse, esaminati gli elaborati tecnici trasmessi e la localizzazione dell'intervento, fa presente che alla data attuale non sono in itinere procedimenti di tutela o di accertamento della sussistenza di beni archeologici puntuali sull'area interessata dal progetto; ciononostante per le previste opere di movimentazione terra si impone l'adozione di particolari cautele.

Pertanto si subordina il parere di competenza alla condizione che dovrà essere comunicato, con congruo anticipo (almeno 15 giorni al fax 055.242213), la data d'inizio dei lavori al fine di poter programmare, da parte dello scrivente Ufficio, l'attività di controllo.

Qualora non sia possibile rispettare tale condizione, si renderà necessaria la presenza di figure professionali (archeologo) a carico della committenza il cui curriculum verrà sottoposto all'approvazione di questo Ufficio. Il suddetto personale provvederà alla sorveglianza archeologica, allo scavo manuale delle eventuali strutture o stratigrafie d'interesse culturale, alla redazione della relazione di scavo e della documentazione grafica (piante, sezioni,

ANRS S.p.A.



Prot. CDG-0112253-A del 04/08/2011
5500615



SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI DELLA TOSCANA
Via della Pergola, 65 - 50121 FIRENZE
Tel. 055 23575 Fax 055 242213 E-mail: sba-tos@beniculturali.it
CODICE FISCALE 80018990487

2011 14:46 055 242213
11 15:46 055 242213

#6728 P.002/002

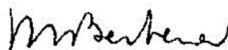
prospetti), al recupero degli eventuali reperti mobili, al loro lavaggio e classificazione preliminare.

Quest'Ufficio, come d'uso, provvederà alla supervisione scientifica dell'intervento di tipo archeologico riservandosi la decisione di richiedere approfondimenti di scavo stratigrafico che riterrà necessari all'acquisizione dei dati utili alla conoscenza archeologica dell'area e ai relativi interventi di tutela. Si fa presente che l'eventuale rinvenimento di emergenze archeologiche potrebbe comportare l'imposizione di varianti anche sostanziali al progetto.

Resta comunque inteso che, qualora durante i lavori si verificassero scoperte archeologiche fortuite, è fatto obbligo, ai sensi della normativa vigente in materia (art. 90 e ss. D.Lgs. 42/2004), degli artt. 822, 823 e, specialmente, 826 del Codice Civile, nonché dell'art. 733 del Codice Penale, di sospendere i lavori e avvertire entro 24 ore questo Ufficio, il Sindaco o l'Autorità di Pubblica Sicurezza competente per territorio, e provvedere alla conservazione temporanea dei beni rinvenuti. Il trasporto nei depositi della Soprintendenza di beni archeologici mobili eventualmente rinvenuti sarà a carico di codesto richiedente.

La presente autorizzazione è ovviamente subordinata sia alle vigenti norme paesaggistiche e di regolamento municipale, sia ai nulla osta relativi ad eventuali altri vincoli che insistano nell'area oggetto di intervento.

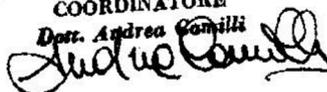
Il Soprintendente
dott.ssa MARIAROSARIA BARBERA



P. Il Responsabile del Procedimento
dott.ssa GIUSEPPINA CARLOTTA CIANFERONI

ARCHEOLOGO DIRETTORE
COORDINATORE

Dott. Andrea Romilli



Responsabile del Procedimento: dott.ssa Giuseppina Carlotta Cianferoni;
tel.: 055.2357719; giuseppinacarlotta.cianferoni@beniculturali.it
Referente per la pratica: Giovanni Roncaglia; tel.: 055.2357772; giovanni.roncaglia@beniculturali.it

IL PRESENTE FAX SOSTITUISCE L'ATTO ORIGINALE AI SENSI DELL'ART. 43 DEL D.P.R. 445/2000

iCC/gr

5.3 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

L'obiettivo generale gli Interventi di inserimento paesaggistico – ambientale è quello di realizzare un sistema di interventi a verde che si integrano con il paesaggio naturale presente, che porti a ridurre le interferenze dell'opera sulle condizioni ambientali attuali.

L'elaborazione del progetto di inserimento ambientale ha tenuto conto delle analisi compiute nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale relative all'assetto paesaggistico e vegetazionale del territorio in cui si inserisce il tracciato di progetto.

Per l'elaborazione del progetto si è reso necessario un approfondimento in campo rivolto al riconoscimento dei complessi vegetazionali presenti nel territorio interessato dal tracciato stradale, finalizzato a individuare i principi e i criteri sui quali impostare la progettazione dell'inserimento ambientale. Sono state evidenziate le aree ritenute più sensibili da un punto di vista naturalistico, quali gli attraversamenti idrici, gli elementi afferenti alla Rete ecologica provinciale (elementi di connessione ecologica, aree di elevata biodiversità ecc.) e gli ambiti caratterizzati da consorzi vegetali naturali. Le scelte progettuali sono state inoltre supportate dalla conoscenza degli strumenti di pianificazione sovraordinata (PTR Toscana, PTCP Siena, PU Comune di Siena), che riconoscono l'importanza paesaggistica del territorio interessato dal tracciato.

Considerata la necessità paesaggistica di mantenere quanto più aperta la scena visiva, la presenza di viadotti ha costituito il tema di progettazione privilegiato. La scelta di non "mascherare" gli elementi strutturali, ma di lasciarli percepibili anche sulla lunga distanza è quindi stata affrontata sia da un punto di vista architettonico (colore, superficie, materiali), sia da un punto di vista vegetazionale di progetto.

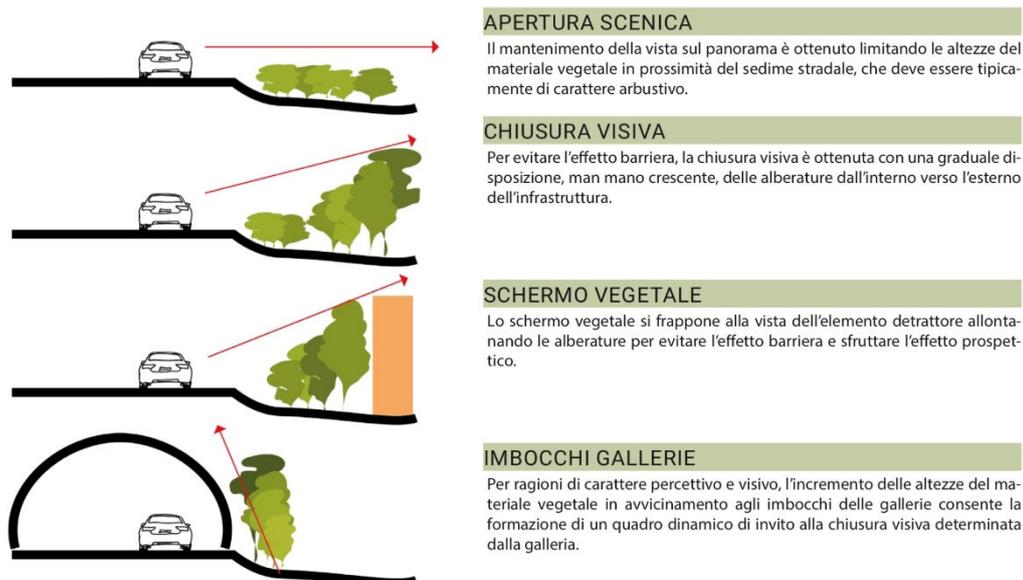


Figura 7 – Estratto dall'elaborato Analisi percettiva dall'interno dell'infrastruttura, cod. elab. T00IA10AMBFO03.

Le tipologie arbustive e arboree impiegate sono rilevabili nella documentazione del Regolamento Urbanistico Comunale sono individuate per ogni condizione ambientale. La scelta delle specie si è basata anche sulle indicazioni presenti nelle NTA del POC (art. 105 e 115) e nel Piano Regionale della Qualità dell'Aria PRQA della Regione Toscana

Le scelte sono infatti volte a un corretto inserimento paesistico, facendo riferimento alle formazioni vegetali della tradizione rurale, privilegiando, nel territorio rurale e nelle fasce di transizione, il ricorso a specie tipiche di percorsi e delimitazioni poderali. La scelta delle specie dovrà comunque essere sempre orientata dalla peculiarità del contesto, dalle condizioni pedoclimatiche del sito di impianto e dalla frequenza manutentiva.

I sestri di impianto hanno tenuto conto delle caratteristiche di sviluppo delle specie e delle necessità di manutenzione e mantenimento.

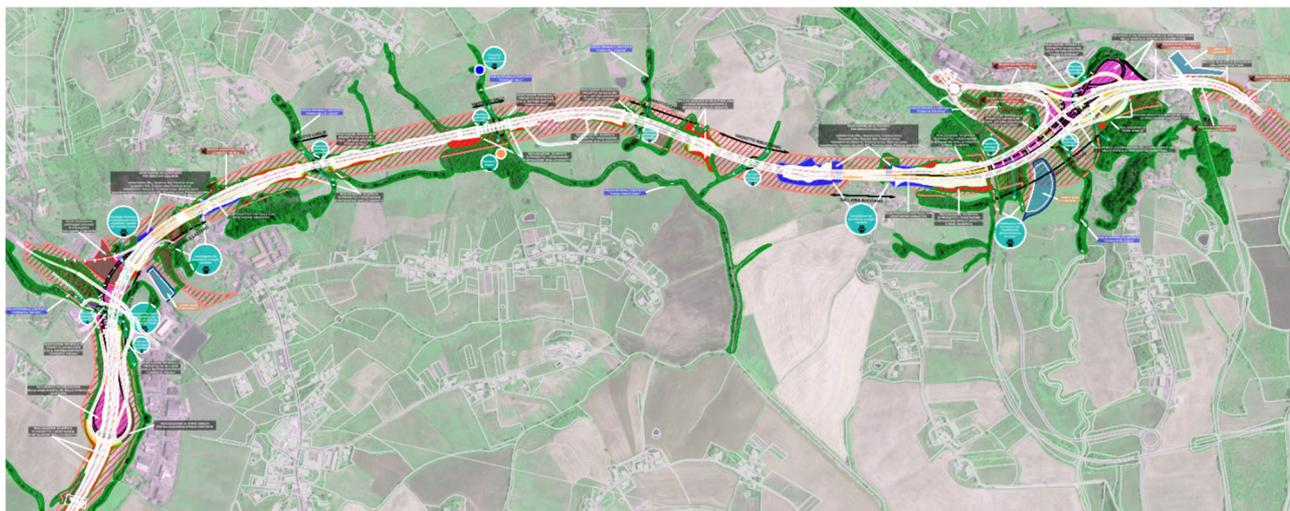
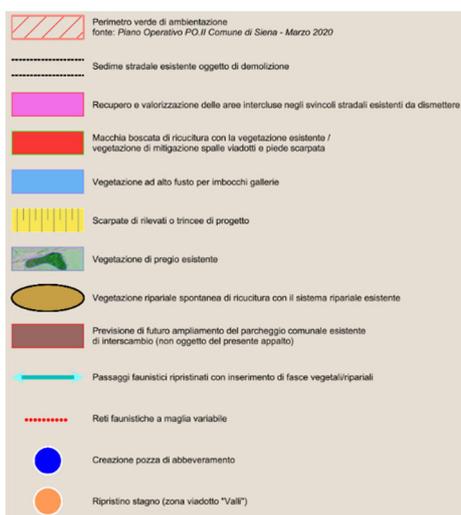


Figura 5 - Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico e ambientale (rif. tav. T00IA01AMBPL02)



IMBOCCHI GALLERIE

Gli imbobchi della Galleria S. Lazzero e della Galleria Bucciano hanno, oggi, una buona dotazione arborea e arbustiva, che, seppure di scarso valore forestale è gradevole dal punto di vista paesaggistico. La realizzazione delle nuove canne comporterà, pertanto, la necessità di ripristinare le condizioni originarie.

Ove tecnicamente possibile, si propone la messa a dimora di specie arboree e arbustive che abbiano anche capacità di assorbimento degli inquinanti tipici delle emissioni da traffico (latifoglie decidue con foglie di grandi dimensioni, per esempio faggi, aceri e frassini).

SCARPATE E TRINCEE

Le nuove scarpate e le trincee di progetto saranno decorate con specie arbustive di altezza contenuta. Il progetto stradale prevede la formazione di rilevato e strato di terreno vegetale e ove previsto, la stesura di biostuoie.

Inoltre le scarpate saranno inerbite mediante idrosemina.

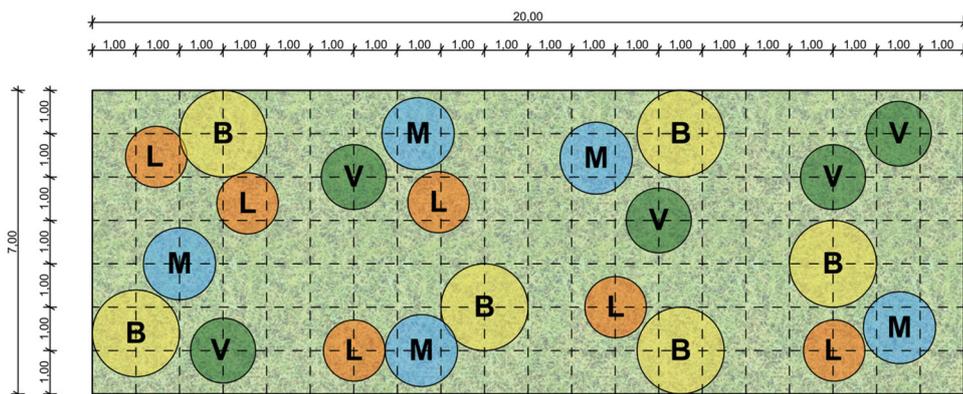


Figura 8 – Sesto di impianto scarpate e trincee

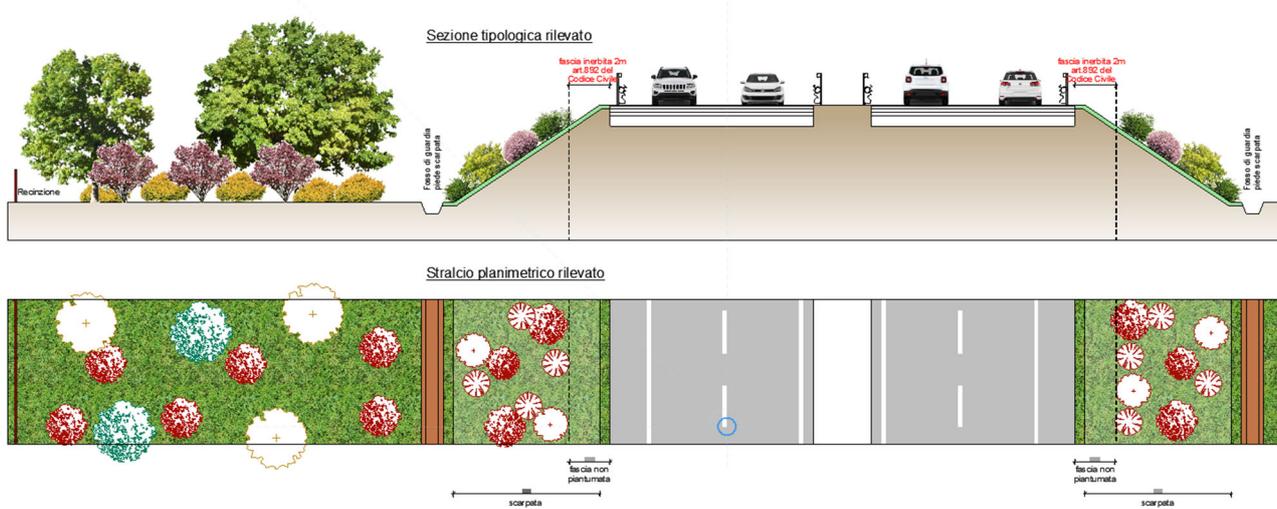


Figura 9 - Sezione stradale tipologica in rilevato

Specie	numero	Sup. sesto d'impianto
V <i>Viburnum tinus</i> Viburno	5	140,00 mq.
B <i>Crataegus monogyna</i> Biancospino	6	
M <i>Myrtus communis</i> Mirto	5	
L <i>Ligustrum vulgare</i> Ligustro	6	
Formazione di manto erboso con idrosemina	140,00 mq.	

VEGETAZIONE RIPARIALE E PASSAGGI FAUNISTICI

Al termine dei lavori, quale intervento di ripristino ambientale e di natura paesaggistica, le fasce ripariali lungo le sponde dei canali saranno ripristinate per una larghezza di circa 4 metri dal limite esterno di entrambe le sponde.

Per la ricucitura del corridoio vegetazionale e in linea con le linee di indirizzo comunali, si propone la messa a dimora di specie idrofile autoctone che possano tempestivamente presidiare i terreni che sono stati oggetto di lavorazioni e favorire il ripopolamento naturale. Tra le specie se ne ritrovano idonee al consolidamento delle superfici dei pendii che presentano un potenziale dilavamento superficiale.

Il sesto viene inoltre incrementato con essenze eduli utili, in modo da invogliare la fauna in spostamento a ritrovare l'utilizzo di questi passaggi.

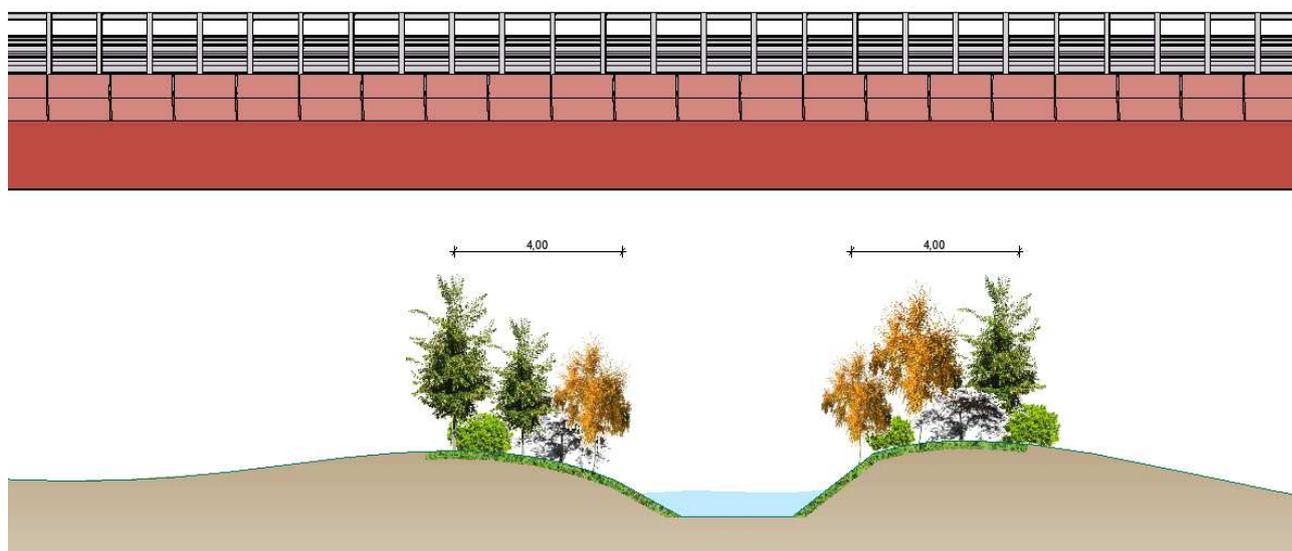


Figura 10 - Sezione tipologica ricucitura vegetazionale ripariale in prossimità dei nuovi viadotti

RICUCITURA MACCHIE BOSCADE

Gli interventi di inserimento paesaggistico e di mitigazione sono finalizzati all'aumento della qualità biologica al fine di sostenere il processo di incremento della biodiversità soprattutto in corrispondenza dei corridoi di connettività ecologica rappresentati dai corsi d'acqua (minori e maggiori) intercettati dall'infrastruttura.

Le aree boscate, ove intercettate, saranno ripristinate con tipi forestali idonei anche per contrastare il popolamento naturale da parte di specie aliene e alloctone.

5.4 STUDIO ARCHITETTONICO

Lo studio degli elementi architettonici delle opere maggiori è stato elaborato sulla scorta dell'analisi delle indagini condotte.

Con lo scopo di migliorare il livello di compatibilità paesaggistica dell'intervento, la qualità architettonica si è focalizzata principalmente sulle opere d'arte, di sostegno e di mitigazione acustica. Considerata la necessità paesaggistica di mantenere quanto più aperta scena visiva, la presenza di viadotti ha costituito il tema di progettazione privilegiato.

La scelta di non "mascherare" gli elementi strutturali ma di lasciarli percepibili anche sulla lunga distanza è quindi stata affrontata sia da un punto di vista materico (colore, superficie, materiali), sia da un punto di vista del disegno complessivo in termini di luce fra le pile e di elementi di coronamento. La scelta di porre attenzione alle viste dall'interno dell'infrastruttura esistente ha condotto verso soluzioni "aperte", riducendo l'uso di mascheramenti vegetazionali avulsi dal contesto.

A supporto delle soluzioni "aperte" anche la frammentazione dell'infrastruttura, costituita da viadotti e gallerie, unitamente alla morfologia del territorio interessato.

Si sintetizzano di seguito gli elementi che caratterizzano l'infrastruttura.

STUDIO DEL COLORE

Lo studio delle pile è stato condotto a partire dal colore del contesto architettonico e naturale che caratterizza il territorio:

- Le murature in laterizio del Palazzo Comunale;
- La pavimentazione di Piazza del Campo, anch'essa costruita da mattoni che formano gli spicchi della particolare forma a conchiglia, separati da strisce di travertino, con un cerchio esterno in pietra serena;
- Le argille che caratterizzano i seminativi;
- Il pigmento denominato "terra di Siena".

Attraverso l'uso di un software specifico, a partire da queste colorazioni si è ottenuta una combinazione di colori R.G.B. (*Red Green Blue*) proposta per la pigmentazione dei calcestruzzi impiegati per le pile e le spalle dei viadotti.

Da alcuni scorci più significativi, con lo stesso approccio, si sono ricavate le *palette* di colori rappresentativi del paesaggio attraversato dall'infrastruttura.

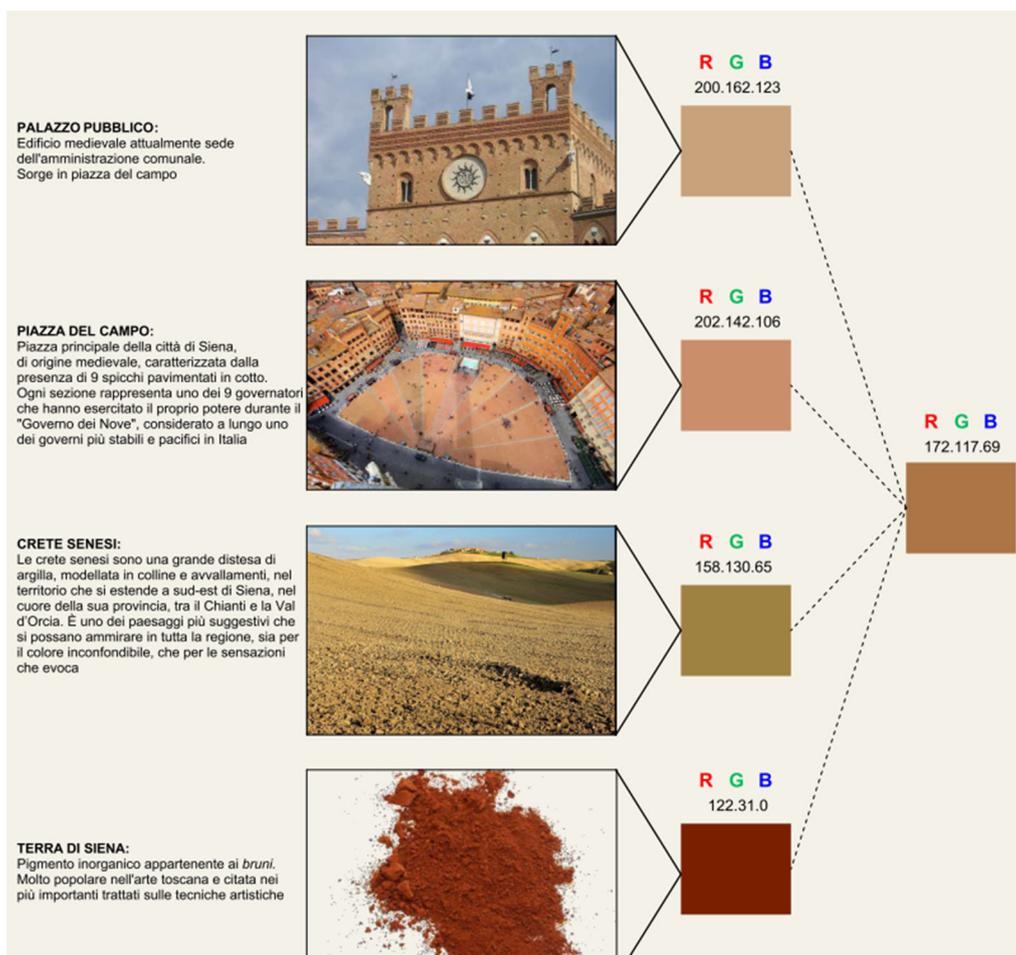


Figura 6: Schema analisi dei colori

La colorazione ruggine tipo *corten* è stata ritenuta la più consona per le parti metalliche a corredo dell'infrastruttura (barriere fonoassorbenti, rivestimenti imbocchi ecc.). Tale materiale resiste alla corrosione atmosferica e alle sollecitazioni meccaniche, garantendo maggior durabilità (ciclo di vita) e minor manutenzione nel tempo.



Figura 7: Esempio campionatura colori R.G.B. Tipo Color Designer®, Xd Adobe®.

VIADOTTI

L'impalcato strutturale dei viadotti è costituito prevalentemente da doppia trave in acciaio corten, inclinata al fine di ridurre lo spessore stesso della struttura e, di conseguenza, contenere il dimensionamento e l'impatto delle pile dei viadotti.

Lo studio strutturale, in sinergia con quello architettonico dei viadotti, ha quindi tenuto in considerazione i seguenti elementi:

- Tipologia del materiale della struttura portante del viadotto: acciaio corten;
- Tipologia e geometria della struttura portante del viadotto: travi principali inclinate;
- Interasse delle pile in considerazione del contesto, della morfologia e dell'idraulica del territorio interessato;
- Rapporto tra altezza pile ed il loro interasse;
- Forma delle spalle, ove non è possibile schermarle completamente con scarpate inerbite;
- Percezione del prospetto dei viadotti con l'inserimento di apposito carter.

Gli effetti di tale approccio sull'inserimento dell'opera nel contesto sono pertanto riassumibili nelle seguenti caratteristiche:

- Riduzione della percezione dell'impalcato e, di conseguenza, miglior inserimento nel paesaggio;
- Snellezza e riconoscibilità delle pile;
- Leggibilità e riconoscibilità del prospetto, mediante le finiture lineari del carter.

PILE

Le pile dei viadotti sono state studiate nel dettaglio, in quanto la loro forma, dimensione e pigmentazione, incide particolarmente con la struttura sovrastante e sull'inserimento ambientale dell'opera nel suo complesso.

Lo studio della pila si è focalizzato principalmente sul contesto entro il quale si insedierà, diventandone parte integrante; l'obiettivo progettuale era l'individuazione di un elemento dalla forma "pulita", ma altamente rappresentativo del contesto naturale e antropico.

Gli elementi portanti appaiono quindi snelli e poco impattanti, rivestendo al contempo un significato simbolico quasi fossero la riproduzione *extra moenia* delle fortificazioni senesi.

Al fine di esaltarne il disegno e aumentarne la percezione longilinea, si è proposta la formazione di rastremature verticali, ottenute con apposite matrici fondo cassero. Tale trattamento richiama alla mente, riproducendoli, i solchi paralleli tipici delle lavorazioni agricole dei seminativi attraversati.

L'uso del colore rafforza e accompagna l'elemento di matericità del trattamento delle superfici.



Figura 1: campo arato (foto drone 2020)



Figura 2: campo arato (foto drone 2020)



Figura 5: passaggio dallo schizzo al render

SPALLE

Il trattamento superficiale e materico delle spalle dei viadotti si allinea alle scelte progettuali praticate per le pile: il calcestruzzo pigmentato riprende la gamma delle terre frutto del precedente studio del colore, e i solchi praticati alla base dell'appoggio dell'impalcato sono i medesimi delle pile.

L'intero manufatto ha una finitura con matrice fondo cassero, analogamente agli altri elementi caratterizzanti l'intervento.

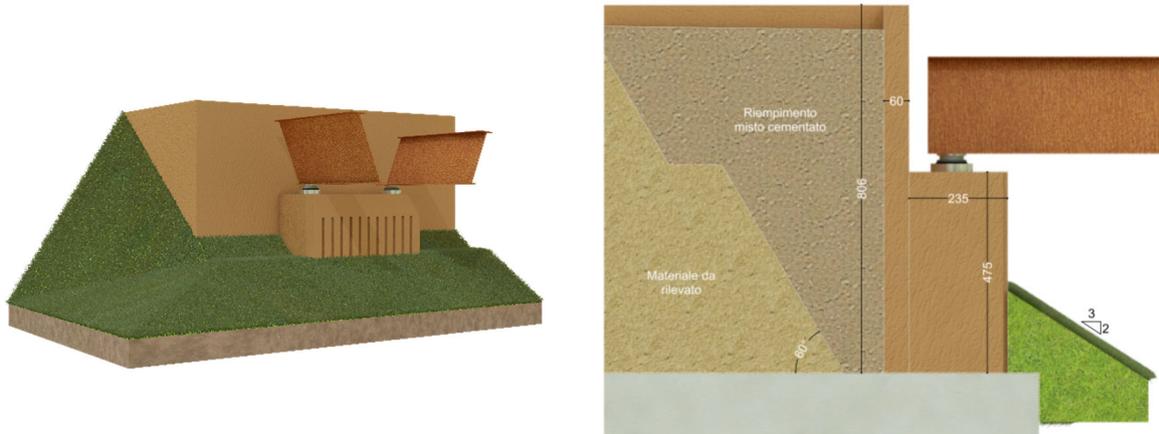


Figura 5: Modello 3d tipologico della spalla e sezione tipologica della spalle

CARTER

Con l'intento di assottigliare la struttura del viadotto, ma allo stesso tempo renderla riconoscibile lungo l'intero tracciato, è stato studiato un elemento (carter) metallico in grado di ottemperare a tali esigenze. Inoltre, grazie alla sagomatura ad angolo convesso, è in grado di oscurare completamente la tubazione di raccolta delle acque meteoriche posizionate al di sotto dell'impalcato, garantendone comunque una facile accessibilità per i lavori di ispezione e manutenzione. La finitura corten dell'impalcato e del carter concorrono alla riduzione dell'effetto intrusivo dell'opera nel contesto.



Figura 9: Render prospettico viadotto tipologico

Al fine di interrompere la continuità dettata dalle linee orizzontali del viadotto, il carter è stato studiato come somma di moduli di larghezza pari 146 cm. distanziati tra loro di 4 cm. Tale segno verticale, corrispondente ad un altro elemento verticale, quale il piantino di sostegno del *guard rail* avente passo di 150 cm, andrà a ritmare la percezione visiva del viadotto stesso.

BARRIERE ACUSTICHE

Un altro elemento presente soprattutto in corrispondenza dello svincolo di Ruffolo, vista la presenza di ricettori sensibili esistenti in prossimità della nuova viabilità di progetto, è la barriera acustica. Dallo studio acustico allegato al progetto definitivo è emerso che tali barriere avranno altezza variabile dai 4 ai 5 metri fuori terra.

Tali barriere saranno di due tipi: integrate con i guard rail di progetto, oppure singole, opportunamente arretrate al fine di garantire la deformazione del guard rail secondo normativa.

La struttura delle barriere fonoassorbenti è prevista in acciaio corten in modo da mantenere il *file rouge* caratteristico dell'intervento. Anche il tamponamento del primo elemento cieco sarà rivestito in corten, mentre il rimanente pannello superiore è previsto in PMMA trasparente.

L'esigenza di conservare un certo grado di trasparenza è fondamentale per garantire la percezione visiva del paesaggio sia per chi percorre la nuova viabilità, sia per chi è residente nelle zone limitrofe.

Le parti trasparenti sono frammentate da serigrafia opaca orizzontale decrescente dal basso verso l'alto a protezione dell'avifauna.

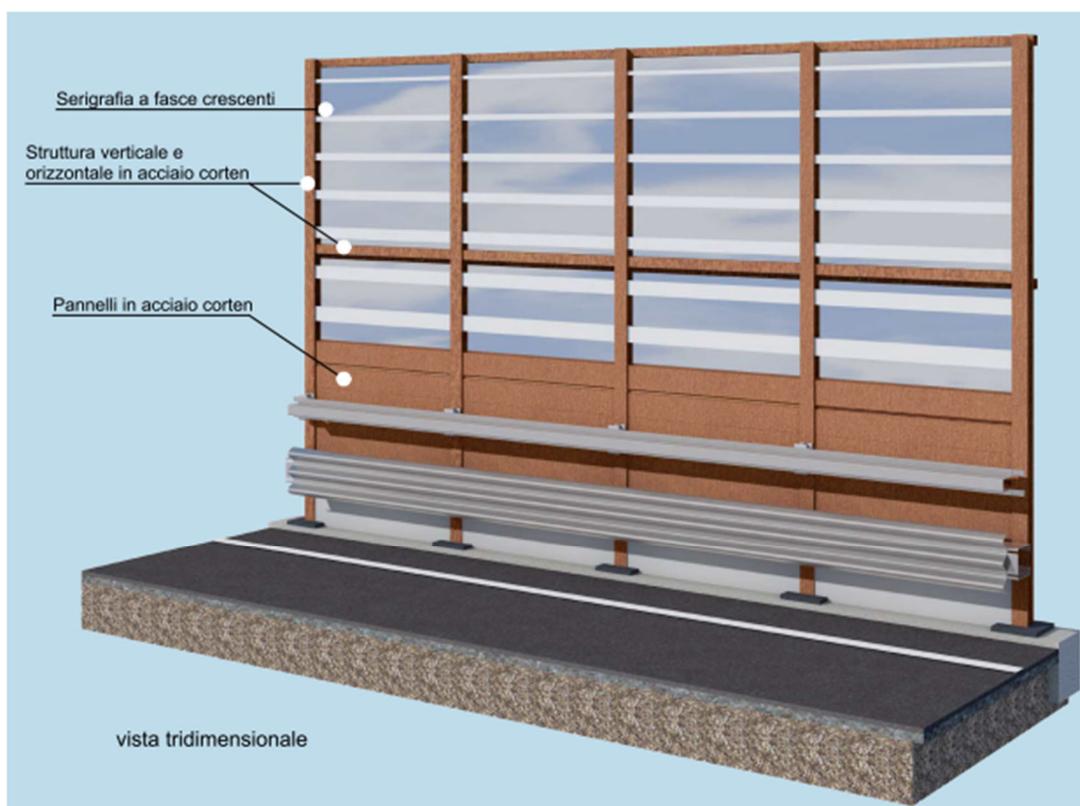


Figura 14: Render barriera integrata antirumore con i primi 2 metri ciechi

Le barriere antirumore devono collocarsi nella classe massima di assorbimento acustico A5 secondo la norma UNI EN 1793-1 e nella classe di isolamento acustico B3 A5 secondo la norma UNI EN 1793-2.

MURI DI SOSTEGNO

Lungo il tracciato sono previste opere di sostegno costituite da muri prefabbricati modulari posizionati in funzione delle esigenze del tracciato.

Tali opere in cemento armato, hanno altezza variabile da 3.50 m a 9.50 m, con barriere fonoassorbenti o barriere di sicurezza ancorate in testa al muro.

Vista la significativa altezza di tali muri di sostegno, si è considerato l'utilizzo di pannelli prefabbricati aventi funzione di rivestimento del manufatto, con lo scopo specifico di rendere meno impattante e, allo stesso tempo, gradevole l'elemento fuori terra, sia per gli utenti stradali della nuova viabilità, sia per chi percorrerà le strade secondarie adiacenti.

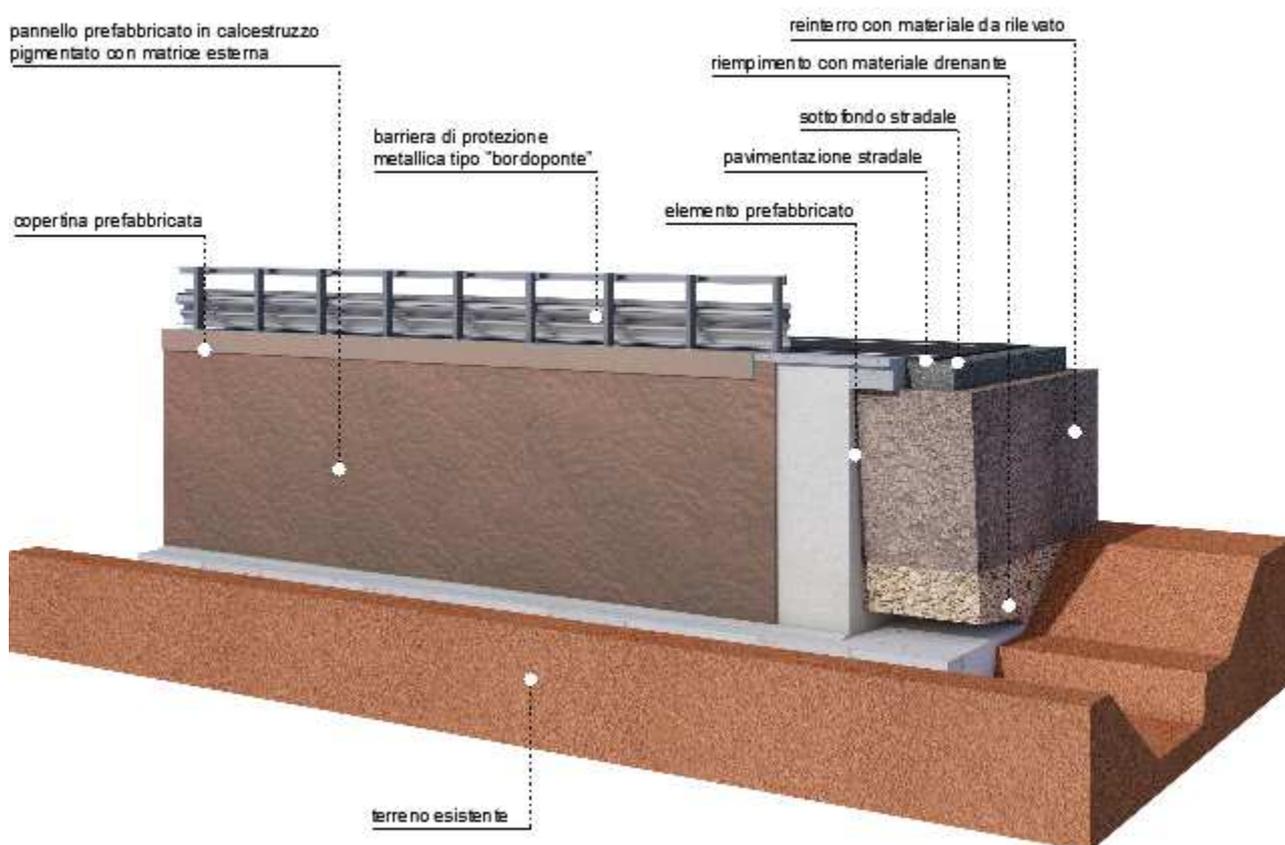


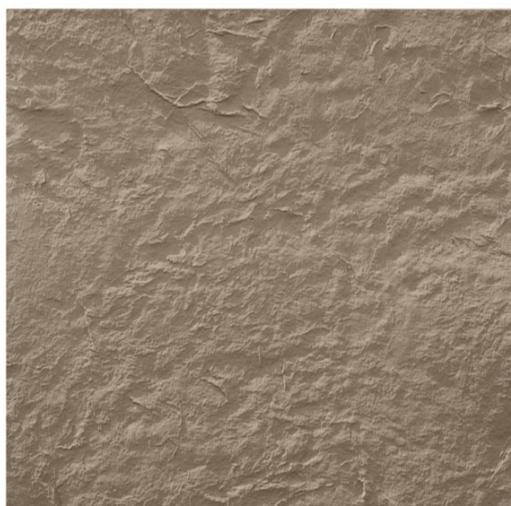
Figura 16: spaccato tridimensionale muro di sostegno tipologico

Il pannello prefabbricato sarà realizzato in azienda, mediante l'uso di matrice fondo cassero avente trama richiamante un terreno arido e un impasto pigmentato del calcestruzzo. Le tecniche si ricollegano allo studio dei viadotti.

La scelta delle cromie si accompagna al rimando formale: i solchi delle pile e il trattamento superficiale dei muri si integrano al contesto, richiamandone i segni a diversa scala: dal dettaglio alla vista d'insieme. I manufatti si confrontano con l'ambiente circostante ad ogni distanza: la vastità

dell'intervento, infatti, impone la cura del rapporto con il contesto sia per l'osservatore prossimo alla singola opera d'arte, sia per chi la percepisce nell'insieme, trovandosi in un punto di vista più distante.

Il linguaggio agricolo si declina poi in un lessico contemporaneo, ricorrendo a materiali espressione della progettazione contemporanea quali il calcestruzzo pigmentato e l'acciaio ossidato corten.



DIMENSIONS

Uses	Dimensions (mm)	Order Number
100	≤2950 ij ≥2600	C 2123
50	≤3000 ij ≥1000	F 2123
10	≤3000 ij ≥1000	T 2123

100-timer formliners are supplied in an individual dimension within the maximum indicated dimensions.

The specified widths of the 10-timer and 50-timer formliners are a fixed dimension and ensure the continuity of the structure in the case of linear patterns. The longitudinal direction of the pattern is variable and can be ordered from 1 m up to the maximum dimension in 50 cm steps.



Figura 17: estratto scheda tecnica matrice fondo cassero

IMBOCCHI GALLERIE

La presenza lungo il tracciato di 2 gallerie, San Lazzero e Bucciano, modificate nel progetto definitivo per esigenze geometriche e di tracciato, ha portato a considerare tali opere d'arte maggiore come veri e propri portali di ingresso sia per chi giunge dallo svincolo di Cerchiaia in direzione Fano, sia per chi giunge dallo svincolo di Ruffolo in direzione Grosseto.

Le scelte architettoniche si pongono come obiettivo la ricerca di coerenza stilistica, ricercando una riconoscibilità unitaria dell'intervento, pur misurandosi con le cromie e le forme circostanti. Quindi per i quattro imbocchi si è optato per l'uso di due materiali principali, il calcestruzzo pigmentato gettato su cassero con fondo a matrice, e l'acciaio ossidato tipo corten.

Come per le scelte delle pile, il rimando è chiaramente alla matericità del contesto naturalistico circostante e a uno stile vernacolare-rurale: il calcestruzzo ripropone la superficie del terreno arato, mentre il corten rimanda alle superfici dei mezzi agricoli che hanno modellato nei secoli il suolo.

La Galleria di San Lazzero, avente una lunghezza complessiva di 155.2 m, si sviluppa in un contesto superficiale caratterizzato dal sottopassaggio del rilevato stradale della S.S. Cassia, oltre che dalla

presenza di alcuni fabbricati residenziali dislocati ai lati del tracciato nel tratto di galleria artificiale. Gli imbocchi presentano un profilo scatolare, con dimensioni importanti di luce e di spessore di impalcato. Il fronte della struttura risulta caratterizzato da due aperture di ampiezza differente e da solai di copertura di spessore diversi (130 cm dir. Fano - 190 cm dir. Grosseto).

Analogamente ai viadotti, si è scelto di utilizzare un carter metallico in acciaio corten. Il carter è costituito da dei fogli piegati ad angolo convesso, questa scelta consente di ingentilire l'impatto della testa del solaio, rendendola più affilata e riducendone visivamente la mole, uniformando lo spessore dei due imbocchi e creando un effetto di chiaroscuro che assottiglia la percezione dell'imbocco.

Il setto centrale risulta inoltre lievemente arretrato rispetto all'allineamento dei suoi laterali, conferendo all'architrave sommitale maggior unitarietà e sbalzo, marcandone l'aggetto.

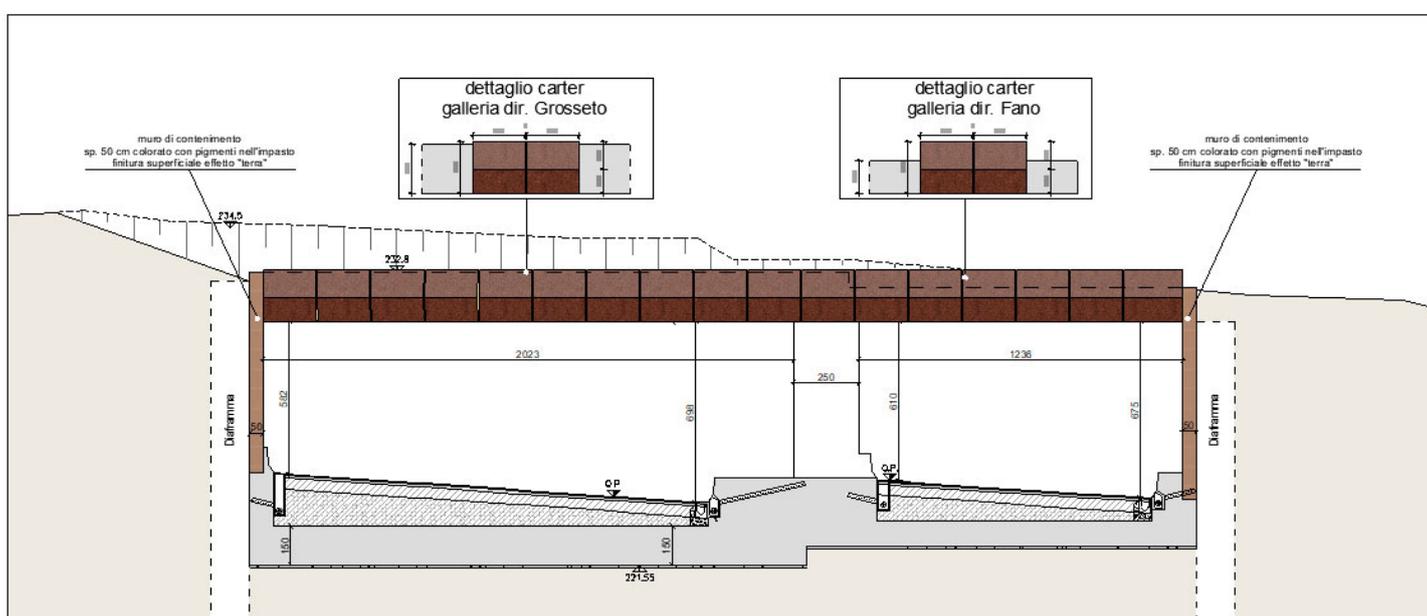


Figura 18: Soluzione imbocco galleria San Lazzero

I tratti di imbocco artificiali della Galleria Bucciano, si estendono per uno sviluppo complessivo di 177.22 m. e, diversamente della galleria San Lazzero, presentano uno sfasamento delle canne ovest ed est e una sagoma finale curvilinea.

Anche per tali imbocchi è stata studiata una soluzione in grado di realizzare dei veri e propri portali di ingresso in lastre modulari (250x125 cm) di acciaio corten in modo da rendere uniforme, sia come geometria sia come materiale, la percezione della presenza di un tratto in galleria.

Le dimensioni del portale sono in questo caso più importanti, ma si inseriscono in una morfologia tale per cui il manufatto non risulta visibile da scenari in primo piano o da ricettori limitrofi, è invece visibile principalmente dall'infrastruttura.

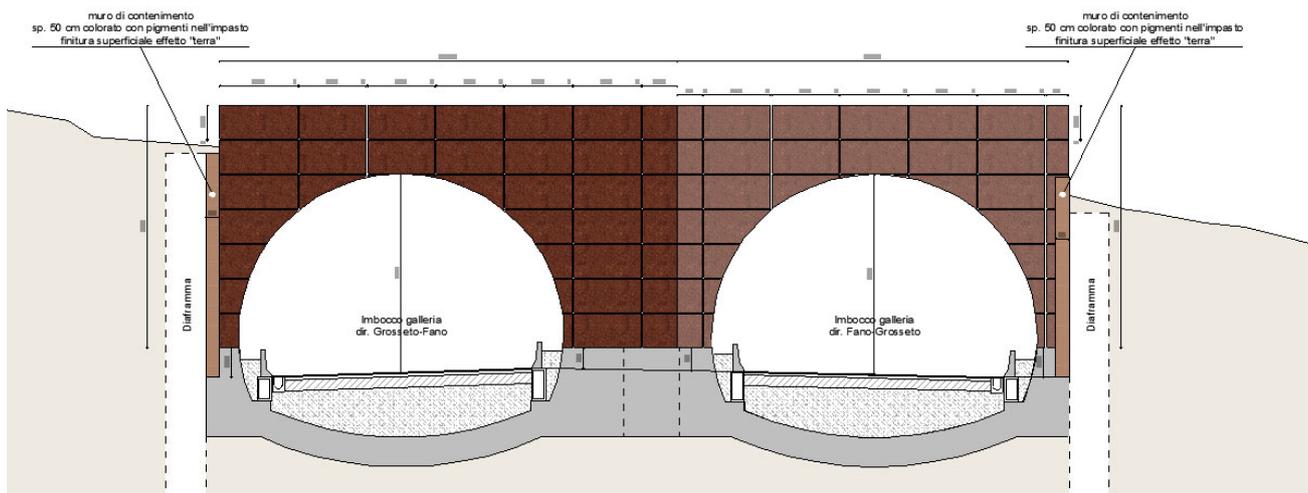


Figura 19: Soluzione imbocco galleria Bucciano



Figura 20: Fotosimulazione imbocco galleria san Lazzero dir. Fano



Figura 21: Fotosimulazione imbocco galleria Bucciano dir. Fano

5.5 ACUSTICA

Le analisi condotte nello studio sono state finalizzate ad effettuare una valutazione del clima acustico attuale e di quello futuro connesso alla realizzazione del progetto in esame.

Il livello di rumore attualmente esistente è stato definito mediante una campagna di rilievi fonometrici di breve durata (30') ed una seconda campagna di rilievi fonometrici settimanali, a scuole aperte, condotte rispettivamente nei mesi di luglio e settembre/ottobre 2020.

Successivamente, tramite l'ausilio del modello previsionale *SoundPlan*, sono state elaborate le simulazioni utili a definire il clima acustico indotto dalla rete stradale attuale e dallo scenario di progetto.

Sulla base della cartografia 3D disponibile è stato elaborato il modello digitale del terreno, sul quale sono stati posizionati successivamente gli edifici ricettori selezionati. Mediante le misure fonometriche il modello è stato opportunamente calibrato. Si è proceduto quindi alla elaborazione ed alla determinazione dei livelli di rumore sulla facciata dei singoli ricettori, determinati mediante l'applicazione del modello di simulazione per rappresentare l'evoluzione dell'ingombro acustico generato dal traffico esistente nella fase ante operam e previsto nella fase post operam.

Innanzitutto, è stato effettuato il censimento dei ricettori all'interno di una fascia di indagine che, sulla base delle indicazioni normative, ha un'ampiezza di 250 metri per lato dall'infrastruttura (fascia di pertinenza acustica B); tale attività ha avuto lo scopo di individuare e caratterizzare tutti quegli edifici potenzialmente critici dal punto di vista dell'impatto acustico indotto dal nuovo progetto infrastrutturale. I ricettori individuati sono in totale 147, tutti residenziali eccezion fatta per quello localizzato in Ruffolo, sede del dipartimento di Siena dell'ARPA Toscana e del dipartimento di prevenzione dell'ASL. All'interno dell'ambito di analisi, fascia di pertinenza acustica B, non è stata riscontrata la presenza di ricettori sensibili (scuole, ospedali, case di cura, case di riposo).

Successivamente, tramite i rilievi fonometrici effettuati e l'ausilio del modello previsionale *SoundPlan*, sono state elaborate le simulazioni utili a definire il clima acustico dell'ambito territoriale entro il quale si colloca l'intervento, per gli scenari di analisi; i flussi veicolari rappresentativi dei diversi scenari esaminati ed utilizzati in ingresso al modello di simulazione acustica sono stati desunti dall'elaborato "Relazione trasportistica" (T00EG00GENRE03). Più precisamente gli scenari modellizzati sono stati i seguenti:

- *ante operam*, attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti;
- alternativa 0, scenario del "non fare", attraverso la simulazione delle infrastrutture esistenti con l'incremento dei flussi veicolari attesi;
- *post operam*, attraverso la simulazione della sola infrastruttura di progetto, considerando pertanto la riduzione dei limiti per concorsualità acustica delle infrastrutture esistenti non modellizzate (SR2 e linee ferroviarie intercettate dal tracciato), per la valutazione dei livelli di immissione di rumore da ascrivere all'intervento in esame, come indicato dal D.M. 29.11.2000;
- *post operam* mitigato;
- corso d'opera, attraverso la simulazione degli impatti acustici dalle aree di cantiere fisse e mobili.

Le risultanze emerse dalle modellazioni, con la lettura dei valori di immissione calcolati sulle facciate degli edifici e determinati mediante l'applicazione del modello, sono di seguito sintetizzate. La verifica è stata effettuata con l'analisi dei valori di immissione calcolati sulle facciate dei ricettori considerati ed il confronto dei limiti emersi dalla normativa di riferimento.

Scenario Stato di Fatto (Ante Operam): si riscontrano superamenti dei limiti per i ricettori 35 – 94 – 95 – 101 – 102 – 118.

Scenario Alternativa 0: si riscontrano superamenti dei limiti per i ricettori 35 – 42 – 43 – 94 – 95 – 96 – 101 – 102 – 103 – 109 – 110 – 111 – 112 – 113 – 116 – 117 – 118. Rispetto allo stato di fatto, la scelta di non realizzare l'opera comporta un incremento dei ricettori impattati, con un aumento medio dei livelli di rumore di 2.9 dB(A) nel periodo diurno e 4.1 dB(A) nel periodo notturno.

Scenario Stato di Progetto: si riscontrano superamenti dei limiti per i ricettori 9 – 10 – 35 – 40 – 42 – 43 – 71 – 72 – 93 – 94 – 95 – 96 – 100 – 101 – 102 – 112 – 113 – 116 – 117 – 118 – 119 – 120 – 121 – 122 – 127 – 136 – 137 – 138 – 139 – 140 – 141 – 142 – 145 – 146 – 147. In assenza di mitigazioni, l'incremento di capacità veicolare dovuto al raddoppio comporta un incremento dei livelli di rumore.

Scenario Stato di Progetto Mitigato: non si riscontrano casi di superamento. L'introduzione di opportune misure mitigative consente il pieno rispetto dei limiti: rispetto allo scenario di progetto non mitigato, si registra una generale riduzione della pressione sonora, con decrementi medi di -5.1 dB(A) sia nel periodo diurno che notturno.

Ai fini della riduzione dell'impatto acustico evidenziato dagli esiti del modello diffusionale di cui si è detto, sono state individuate quali misure di mitigazione acustica da applicarsi al fine di eliminare gli impatti generati dalla realizzazione del progetto: la stesa di manto drenante fonoassorbente lungo l'intero asse stradale e l'installazione di barriere antirumore.

Oltre all'asfalto fonoassorbente, al fine di riportare al di sotto delle soglie di normativa i ricettori impattati, nella fase post operam è quindi altresì prevista la posa in opera di barriere antirumore, opportunamente dimensionate in quanto ad altezza e lunghezza.

Le schermature sono previste con tre modalità di realizzazione in ragione della disposizione rispetto ai dispositivi di ritenuta. Cioè, al fine di scongiurare qualsiasi interazione tra il sistema veicolo/barriera ed eventuali ostacoli non cedibili, come ad esempio una barriera antirumore, è necessario che questi siano collocati oltre ad una distanza minima in funzione della tipologia del sistema di ritenuta. Nel caso in esame, la barriera di sicurezza è di tipo H2, bordo laterale, per cui tale distanza minima è pari a 2,3 metri.

In sintesi, le barriere previste:

- rilevato/trincea; a 2,3 metri dalla barriera di sicurezza;
- muro; in testa al muro nel caso che questo abbia comunque un'altezza superiore a quella del sistema di ritenuta;
- integrata; laddove per mancanza di spazio non sia possibile posizionare la barriera antirumore oltre la distanza minima dai dispositivi di sicurezza; in questi casi si utilizza un sistema misto che incorpora entrambi i sistemi.

Per il dettaglio degli interventi si rimanda alla relazione specialistica.

ID	LUNGHEZZA [m]	ALTEZZA [m]
FOA 1	100	4 dal piano campagna (in testa alla trincea) (2 m ciechi in acciaio corten + 2 m trasparenti in PMMA)
FOA 2	85	3 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 1 m trasparenti in PMMA)
FOA 3	500	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 4	230	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 5	440	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)
FOA 6	155	5 dal piano stradale (2 m ciechi in acciaio corten + 3 m trasparenti in PMMA)

5.6 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

A seguito della lettura approfondita degli elaborati del progetto definitivo oggetto di SIA e della documentazione di cui allo studio di impatto ambientale si è predisposto il piano di monitoraggio del progetto, inteso come compendio puntuale ed esauriente delle modalità di valutazione dello stato ambientale in relazione alle sue diverse componenti. Il PMA è stato sviluppato sugli aspetti maggiormente significativi delle condizioni ambientali dell'area, cercando di garantire allo stesso tempo la significatività d'insieme delle rilevazioni con la loro sostenibilità economica.

5.6.1 Obiettivi Generali

Come noto il piano di monitoraggio assume valenza di strumento operativo per la verifica delle previsioni delle precedenti fasi progettuali e dello studio di impatto ambientale; inoltre, la sua prescrizione costituisce un fondamentale elemento di garanzia affinché il progetto sia concepito e realizzato nel pieno rispetto delle esigenze ambientali.

A tal proposito, il PMA persegue diverse finalità che rendono conto dell'iter procedurale ambientale cui il progetto è stato sottoposto: il suo esperimento dovrà in primis verificare lo scenario previsionale ricostruito nel SIA e caratterizzare, dunque, l'evoluzione nel tempo dei cambiamenti ambientali durante la realizzazione dell'opera e nel corso del suo esercizio. Il PMA, inoltre, permetterà di far fronte a tutte le possibili occorrenze non paventate nella stesura del progetto e attivare dei sistemi di allarme che informino in tempo reale di qualunque scostamento dal quadro previsionale di riferimento; in questo modo, si potrebbero studiare in tempo reale le contromisure per le problematiche riscontrate, così come appurare l'effettiva adeguatezza delle eventuali opere di

mitigazione.

In via generale, le finalità proprie di un PMA sono così sintetizzabili:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle eventuali misure di mitigazione;
- effettuare, nelle fasi di ante operam, di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

5.6.2 Articolazione temporale del monitoraggio

Il primo elemento comune connesso alla caratterizzazione ambientale di un monitoraggio è costituito dalla sua articolazione temporale; a tal riguardo, questo è scandito secondo tre distinti momenti: monitoraggio ante operam, in corso d'opera e post operam.

Il monitoraggio ante operam è predisposto per accertare lo stato fisico dei luoghi e le caratteristiche originarie dell'ambiente naturale ed antropico; la sua definizione è un aspetto fondamentale nella lettura critica degli effetti di un'opera sull'ambiente e consente di valutarne la sostenibilità fornendo il termine di paragone per la valutazione dello "stato ambientale attuale" nei vari stadi di avanzamento lavori.

Il monitoraggio in corso d'opera avrà luogo durante tutto il corso delle lavorazioni, secondo i tempi e le modalità più opportune a caratterizzare ed a verificare gli impatti. La sua realizzazione serve a valutare l'evoluzione degli indicatori ambientali nel tempo, affinché emerga l'effettiva incidenza degli impatti sulle componenti ambientali e sia possibile definire una modellizzazione del fenomeno, utile alla stesura di correttivi per la mitigazione; in tale fase sarà possibile, inoltre, acclarare ulteriori ed impreviste dinamiche di impatto che richiederanno anche la rielaborazione di alcune decisioni progettuali. La sua funzione assume a strumento di prevenzione e precauzione, predisponendo una sorta di sistema di allerta per il contenimento del danno ambientale e la pianificazione delle rispettive contromisure.

Il monitoraggio post operam è effettuato durante la fase di esercizio dell'infrastruttura e concorre a valutare la rispondenza degli scenari attuali rispetto a quelli previsionali ricostruiti nello studio di impatto ambientale e/o nelle precedenti fasi di monitoraggio. I valori ottenuti dalla campagna di acquisizione dati una volta confrontati con le determinazioni ante operam consentiranno la

determinazione degli scarti apprezzati negli indicatori ambientali e di valutare, dunque, eventuali deviazioni rispetto alle attese modellistiche. Tutto ciò assume una grande importanza perché potrebbe portare all'accettazione delle opere di mitigazione e compensazione ambientale allegate al progetto o richiederne l'integrazione; il fine prioritario di tale campagna resta comunque quello di controllare che l'insieme dei parametri prescelti per la caratterizzazione dello stato ambientale non superino i limiti ammissibili per legge.

5.6.3 Modalità di redazione ed attuazione del PMA

La predisposizione del PMA ha seguito il seguente percorso metodologico ed operativo:

- identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam), impatti ambientali significativi sui singoli fattori ambientali e/o agenti fisici;
- identificazione dei fattori ambientali e/o agenti fisici da monitorare; per ciascuno di essi si è proceduto ad individuare:
 - ✓ le aree di indagine di riferimento nell'ambito di cui programmare le attività di monitoraggio e localizzare le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ...);
 - ✓ i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo dei fattori ambientali e/o agenti fisici attraverso cui controllarne l'evoluzione nello spazio e nel tempo, verificare la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA e l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
 - ✓ le tecniche di campionamento, di misura ed analisi e la relativa strumentazione da utilizzare;
 - ✓ la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;
 - ✓ le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati;
 - ✓ le eventuali azioni da intraprendere in relazione all'insorgenza di condizioni anomale e/o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti;
 - ✓ le modalità di restituzione (in termini di contenuti e struttura) dei dati funzionali a documentare le modalità di attuazione e gli esiti del MA, anche ai fini dell'informazione al pubblico.

La messa in opera delle direttive di piano presuppone alcuni passaggi interlocutori mirati all'approntamento del sistema operativo di acquisizione dati. Stabilite le linee guida del PMA, i responsabili della campagna di acquisizione dati dovranno effettuare dei sopralluoghi per valutare i modi più idonei per la materializzazione della stazione di rilevamento e di tutte le esternalità che potrebbero incidere sulle rilevazioni; è chiaro che la collocazione planimetrica della stazione dovrà essere univocamente georeferenziata e la sua materializzazione dovrà raccogliere preventivamente tutte le autorizzazioni ed i nulla osta del caso. Altri compiti riguarderanno, inoltre, il reperimento delle apparecchiature stabilite dal progetto di PMA e la definizione dei protocolli più significativi per la

conduzione delle prove e per l'emissione dei loro risultati, influenzati anche da evidenze e condizionamenti locali. La complessità di gestione di una mole di informazioni spesso gravosa impone, infine, un sistema organico per l'elaborazione e restituzione dei dati, secondo sistemi informativi di uso comune, che rendano i dati facilmente fruibili sia nelle amministrazioni che da parte dei soggetti interessati; a tal proposito, onde evitare la ridondanza delle informazioni, i dati dovranno presentare alcuni requisiti e rispondere a criteri di completezza congruenza e chiarezza.

5.6.4 Fattori ambientali e/o agenti fisici contenuti nel PMA

Nello Studio di Impatto Ambientale sono state esaminate diverse tematiche ambientali, intese sia come fattori ambientali sia come pressioni, e le loro reciproche interazioni in relazione alla tipologia ed alle caratteristiche specifiche dell'opera, nonché al contesto ambientale nel quale si inserisce, con particolare attenzione agli elementi di sensibilità e di criticità ambientali preesistenti.

I fattori ambientali considerati nel PMA sono i seguenti:

- aria;
- paesaggio;
- suolo;
- acque superficiali;
- acque sotterranee;
- flora
- fauna.

In ordine agli agenti fisici invece, sono stati considerati:

- rumore;
- vibrazioni.

Per ciascuno dei fattori/agenti fisici individuati è stata analizzato il quadro normativo di riferimento, sono stati specificati gli obiettivi, le modalità e l'articolazione temporale di ciascun tipo di monitoraggio, ed infine sono stati posizionati i punti di indagine dislocati nell'area circostante il progetto. E' altresì disponibile il cronoprogramma complessivo delle attività di monitoraggio (T00MO00MOACR01).

6 ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Il presente progetto definisce i criteri generali del sistema di cantierizzazione individuando l'organizzazione e le eventuali criticità di questo; va comunque evidenziato che l'ipotesi di cantierizzazione rappresentata non è vincolante ai fini di eventuali diverse soluzioni che l'Appaltatore intenda attuare nel rispetto della normativa vigente, delle disposizioni emanate dalle competenti Autorità, dei tempi e costi previsti per l'esecuzione delle opere.

Le aree da destinare a cantiere sono state individuate in modo da soddisfare in linea generale ai seguenti requisiti:

- garantire una capacità produttiva giornaliera in base alla programmazione dei lavori;
- soddisfare il fabbisogno di superficie necessaria ad ospitare in modo funzionale le attrezzature, le maestranze e i materiali in stoccaggio;
- essere zone idonee ad ospitare i cantieri logistici, con caratteristiche morfologiche pianeggianti e di adeguata estensione, nonché opportunamente distanti da emergenze storico-testimoniali e naturalistiche di pregio. L'obiettivo è stato di limitare le operazioni di sbancamento e di bonifica (anche se qualche sistemazione in più andrà fatta per il Campo Base 1), facilitando al contempo la naturale mitigazione percettiva nei confronti del paesaggio;
- ubicare le aree di cantiere in posizione strategica rispetto agli interventi, ottimizzando gli spostamenti delle maestranze e delle materie prime durante le fasi operative;
- consentire una facile accessibilità rispetto alla viabilità esistente;
- limitare al minimo gli impatti indotti alle realtà insediative, evitando di localizzare il cantiere in prossimità di ricettori sensibili.

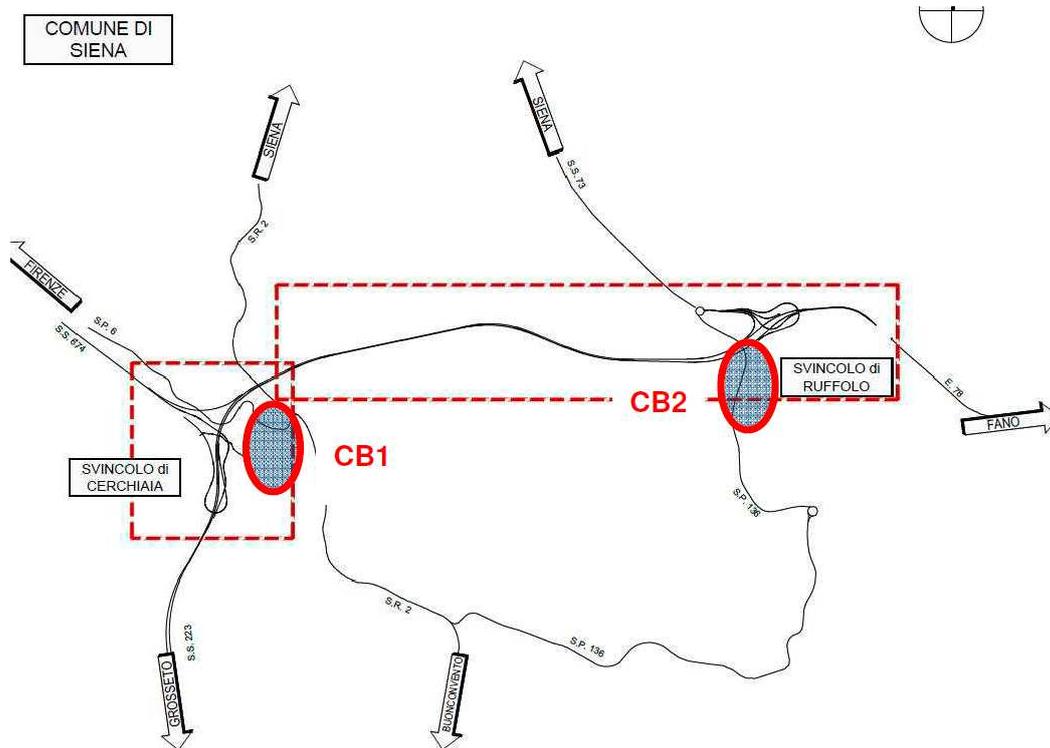
Le aree di cantiere individuate per lo sviluppo delle attività si distinguono in:

- Cantiere Base o Base-Operativo
- Cantiere Operativo
- Aree tecniche
- Aree di Stoccaggio

Sono state individuate due aree a disposizione dell'organizzazione generale del cantiere, sia per lo stoccaggio dei materiali che per la collocazione degli uffici e delle strutture logistiche a servizio delle maestranze e a supporto delle operazioni e dei mezzi. In particolare, tali zone sono:

- Campo Base n° 1 (di circa 4.500 mq): posto in corrispondenza dello Svincolo di Cerchiaia, insistente proprio nella zona industriale con uscita ed entrata sulla Strada di Cerchiaia in Comune di Siena (SI).
- Campo Base n° 2 (di circa 8.700 mq): posto in corrispondenza dello Svincolo di Ruffolo,

insistente in una zona in aperta campagna a sud dell'asse principale, con uscita ed entrata sulla Traversa Romana Aretina, in Comune di Siena (SI).



Localizzazione delle aree di cantiere

Per entrambe le aree l'accesso ed il collegamento con la viabilità esistente è diretto e non necessita di opere specifiche.

Le Aree Tecniche sono funzionali alla realizzazione delle principali opere distribuite lungo il tracciato: Ponti, Cavalcavia, Sottovia, Galleria.

Sono tutte ubicate nelle immediate vicinanze delle opere di cui sono al servizio, accessibili prevalentemente da viabilità locali e qualcuna da piste di cantiere appositamente realizzate, in corrispondenza delle aree di difficile accessibilità, ma prossime alle opere. Le superfici variano dai 400mq ai 6.000 mq.

Le Aree tecniche, con apprestamenti ridotti rispetto ai cantieri operativi, hanno gli impianti ed i servizi strettamente legati all'esecuzione della specifica opera o lavorazioni da eseguire nella zona di pertinenza.

Sono invece previste 5 aree di stoccaggio terre, che sono state ubicate in corrispondenza di aree di maggior estensione, prevalentemente libere da coltivazioni e su aree pianeggianti. In corrispondenza di queste aree è previsto di accantonare i volumi di scavo, provenienti dalla Galleria e dalle trincee.

Il terreno vegetale sarà separato dallo stoccaggio del terreno di recupero, in quanto è destinato a ricostituire la coltre vegetale dei ripristini e dei rimodellamenti; ciò, allo scopo di non ridurre le proprietà vegetali di ricostituzione della vegetazione autoctona.

Di seguito in tabella si riportano le caratteristiche principali delle Aree Tecniche e di stoccaggio previste.

	DESCRIZIONE	N.	NOME	SUPERFICIE
CB	CAMPO BASE	2	CB 1 "CERCHIAIA"	4 500 mq
			CB 2 "RUFFOLO"	8 700 mq
AT	AREA TECNICA	18	AT 1 a	1 480 mq
			AT 1 b	700 mq
			AT 2 a	(25x50) 1 250 mq
			AT 2 b	3 300 mq
			AT 3 a	1 430 mq
			AT 3 b	1 950 mq
			AT 4 a	1 750 mq
			AT 4 b	1 750 mq
			AT 5 a	3 400 mq
			AT 5 b	3 600 mq
			AT 6 a	3 800 mq
			AT 6 b	3 900 mq
			AT 7 a	5 150 mq
			AT 7 b	3 260 mq
			AT 8 a	400 mq
			AT 8 b	600 mq
			AT 9 "Ferrovia"	5 480 mq
			AT 10	1 320 mq
AS	AREA DI STOCCAGGIO	5	AS 1	(25x50) 1 250 mq
			AS 2	4 300 mq
			AS 3	(25x50) 1 250 mq
			AS 4	1 700 mq
			AS 5	2 700 mq

I Cantieri Base e Operativi mantengono la loro ubicazione per tutta la durata dei lavori, le aree tecniche e di stoccaggio, possono essere dismesse rispettivamente appena vengono completate le opere di pertinenza o appena si alloca il materiale stoccato.

Un aspetto importante del progetto di cantierizzazione consiste nello studio della viabilità che sarà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori. Tale viabilità è costituita da piste di cantiere, realizzate

specificatamente per l'accesso o la circolazione nelle aree di lavoro e dalla rete stradale esistente o di progetto. La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi in aree residenziali o lungo viabilità con elementi di criticità (strettoie, semafori, passaggi a livello, ecc.);
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra il cantiere/area di lavoro e la viabilità a lunga percorrenza.

I percorsi dei mezzi di cantiere, oltre che sulle Strade Provinciali e locali esistenti limitrofe e di attraversamento della E78, saranno di due tipologie:

- Strade esistenti da adeguare (strade bianche), quando si riutilizzeranno percorsi esistenti di cui si prevede un ampliamento o un rifacimento del fondo;
- Piste di nuova realizzazione, quando non ricalcano percorsi esistenti;
- Viabilità secondarie di progetto.

In particolare, per quanto riguarda la viabilità di cantiere, in linea di massima si può indicare che la maggior parte delle piste di cantiere da realizzare per il raggiungimento delle aree corrispondenti al tracciato principale e alle opere tra i due svincoli rimarranno in essere anche a fine lavori, così da diventare strade a servizio dei terreni circostanti, ma anche utili alla manutenzione stessa delle opere d'arte realizzate. Tutte le altre piste di cantiere a supporto degli svincoli saranno invece demolite, una volta completate le rampe e i tracciati di progetto nelle varie fasi. Tale suddivisione con la rappresentazione delle aree dei campi base, aree tecniche, di stoccaggio e le varie piste di cantiere sono rappresentate in maniera completa nella tavola di progetto T00CA00CANPL01A (di cui in calce si allega tabella con le varie suddivisioni e dimensioni).

Per quanto attiene al contenimento dell'impatto ambientale del cantiere, il progetto individua tutti gli accorgimenti necessari a ridurre al minimo l'impatto ambientale del cantiere in oggetto. Nello specifico le misure prese in considerazione sono le seguenti:

- Contenimento delle emissioni inquinanti nell'atmosfera attraverso la copertura dei carichi durante i trasporti, la pulizia degli pneumatici dei veicoli di cantiere, il rispetto della bassa velocità di transito dei mezzi, la predisposizione di impianti a pioggia per le aree destinate a deposito di inerti, la riduzione delle superfici non asfaltate e l'innaffiamento delle viabilità di cantiere
- Contenimento delle emissioni acustiche tramite la corretta scelta delle macchine e attrezzature prediligendo macchinari omologati in conformità alle direttive europee e il più possibile

insonorizzati, la manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e corrette modalità operative e di predisposizione del cantiere, l'utilizzo quali interventi passivi di barriere mobili fono assorbenti.

- Misure per la salvaguardia della qualità delle acque facendo particolare attenzione a tutte le lavorazioni e le attività che potrebbero determinare un'alterazione della qualità delle acque
- Modalità di stoccaggio dei rifiuti garantendo adeguate modalità trattamento e smaltimento e individuando aree di deposito degli stessi lontane dai baraccamenti e adeguatamente cintate e protette
- Modalità di stoccaggio delle sostanze pericolose effettuate con l'intento di proteggere il sito da potenziali agenti inquinanti
- Impianti lavar ruote
- Cannoni nebulizzatori al fine di ridurre polvere e odori sgradevoli
- Recinzioni metallica con telo antipolvere
- Aree di stoccaggio dei materiali inquinanti costituite da idonea copertura anti pioggia, idoneo sistema di raccolta e trattamento acque di percolazione e idonea impermeabilizzazione dello strato di sottofondo, al fine di evitare contaminazioni degli strati del sottosuolo e della falda
- Trattamento delle acque meteoriche di cantiere minimizzando i rischi, nella fase di scelta dei siti di cantiere in modo tale da non entrare direttamente in conflitto con i corsi d'acqua presenti, in seguito predisponendo gli accorgimenti in corrispondenza delle aree di cantiere predisponendo le necessarie impermeabilizzazioni e la realizzazione di adeguate opere fognarie e di trattamento.

7 CAVE E DISCARICHE

Nell'ambito della progettazione in esame, è stato redatto il Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo (cfr. elaborato T00GE02GEORE01, Relazione tecnica), in cui è riportato il bilancio delle terre generale dell'infrastruttura in progetto (cfr. Allegato 1), dove i volumi dei materiali di scavo, in base alle loro caratteristiche ed al possibile loro riutilizzo, vengono confrontati con i fabbisogni necessari alla realizzazione dell'opera, coerenti con i dati riportati nel computo metrico.

Nel bilancio terre sono stati riportati i volumi dei fabbisogni, costituiti da:

- 390.551 mc di materiale da rilevato, di cui 370.169 mc per il corpo dei rilevati di nuova realizzazione (comprensivi dei volumi dovuti alla bonifica geotecnica dei terreni di sottofondo) e 20.382 mc circa per la sostituzione dei volumi di scotico;
- 102.164 mc di materiale necessario per il ritombamento delle gallerie artificiali e degli scavi di fondazioni delle opere all'aperto (plinti di fondazione dei viadotti, ecc.), laddove non sono richieste particolari caratteristiche prestazionali del terreno da un punto di vista geotecnico;
- 44.288 mc di terreno vegetale per le scarpate dei rilevati e delle trincee e per le aree di rimodellamento e ripristino ambientale previste in progetto.

I volumi dei fabbisogni non bilanciati dai volumi dei materiali di scavo e, quindi, da fornire attraverso gli impianti di approvvigionamento esterni, risultano pari a:

- 314.930 mc di mista naturale di cava per la formazione dei rilevati;
- 2.713 mc di terreno vegetale.

Oltre a tali volumi, risulteranno necessari anche i seguenti quantitativi di materiali pregiati, per i quali si prevede in ogni caso la fornitura presso idonei impianti di cava:

- 30.965 mc di misto granulometrico stabilizzato;
- 33.194 mc di misto cementato;
- 2.545 mc di materiale arido anticapillare;
- 3.280 mc di materiale drenante;
- 6.212 mc di materiale drenante per arco rovescio;
- 2.999 mc di sabbia.

È stata quindi condotta una ricognizione degli impianti di cava per la verifica della effettiva disponibilità ad approvvigionare i quantitativi dei materiali di cava richiesti. L'ubicazione delle cave è mostrata nell'elaborato di progetto T00CA00CANCO01 - "Corografia ubicazione siti di cava/discarica e deposito e percorsi di collegamento" dove sono stati indicati gli impianti di cava più prossimi all'area di intervento, ove sarà possibile l'approvvigionamento dei materiali indicati. Nella tabella sottostante

sono riassunte le principali caratteristiche degli impianti: nome impianto, impresa, ubicazione, materiale prodotto, distanza media dal cantiere, estremi autorizzazione e volume estraibile; nell'Allegato 7.1 alla Relazione di cui al Piani di Utilizzo sono riportate le autorizzazioni di tali impianti, dalle quali è possibile verificare che i volumi totali estraibili risultano sufficienti a coprire i fabbisogni del cantiere.

SITI DI CAVA PER APPROVVIGIONAMENTO INERTI							
	Nome impianto	Ubicazione	Materiale prodotto	Distanza		Autorizzazione e durata	Volume estraibile
				CB 1	CB 2		
C1	CAVA PIANELLA Inertiscavi Srl	Strada di Rondinella, 10 loc. Pianella (SI)	inerti	15 km	11 km	Convenz. area cantiere del 28/12/1999 scadenza 31/12/2025	22.000-25.000 annui
C2	CAVA PANCOLE Inertiscavi Srl	loc. Pancole Castelnuovo Berdardenga (SI)	inerti fluviali (sabbie e ghiaie)	14 km	10 km	Prot. n°21351 del 22/12/2018 scadenza 31/12/2025	80.000-90.000 mc
C3	BENOCCI & C. SpA	loc. Madonnino dei Monti- Petroio Trequanda (SI)	sabbie e ghiaie	57 km	52 km	Proroga di 3 anni al Prot. N°200 del 15/01/2014 scadenza 24/07/2024	397.470 mc
C4	CAVA PIANI D'ORCIA Inerti Val d'Orcia Srl	loc. S. Angelo Scalo Montalclino (SI)	ghiaia e pietrisco alluvionale	59 km	62 km	Decreto n.4946 del 04/04/2019 scadenza 31/12/2025	600.000 mc
C5	MONTENERO CAVE Inerti Val d'Orcia Srl	loc. Pian delle Birbe, fraz. Montenero Castel del Piano (GR)	inerti	78 km	79 km	Aut. n°2 del 08/11/2012 scadenza 08/11/2030	12.000 mc annui

Impianti di cava per l'approvvigionamento di inerti

Dall'analisi del bilancio delle terre, risulta che il quantitativo di materiale di scavo in esubero dai possibili riutilizzi nell'ambito del progetto è pari a 495.138 mc; tale materiale di scavo è costituito da terreni a prevalente componente limoso-argillosa-sabbiosa, perlopiù idonei per *riempimenti* e *rinterri*.

Tali materiali, ai sensi del D.P.R. 120/2017 e delle linee guida S.N.P.A. (delibera 54/2019), verranno gestiti in *regime derogatorio di sottoprodotti* (art. 184- bis D.Lgs. 152/2006 e Titolo II del D.P.R. 120/2017).

È stata quindi condotta una ricognizione degli impianti di cava presenti nella zona ai fini di un conferimento delle terre e rocce da scavo, in esubero dai riutilizzi in cantiere, come *sottoprodotti* in operazioni di recupero ambientale delle stesse, privilegiando gli impianti di cava che ricadono in un raggio relativamente ristretto dall'area di intervento. In particolare, sono stati individuati come siti di destinazione finale delle terre e rocce da scavo le seguenti cave:

- Cava "Pancole" – Castelnuovo Berdardenga (SI);
- ex-Cava "Val di Merse" – Monteriggioni (SI).

L'area della Cava Pancole ricade in Comune di Castelnuovo Berdardenga (SI), ubicato circa 8 km a est dell'intervento. Si tratta, in particolare, di una cava in area golenale che sfrutta giacimenti di sabbie e ghiaie di origine alluvionale e classificata, secondo il Piano Strutturale del Comune di Castelnuovo Berdardenga, a destinazione urbanistica tipo "*agricola - ambiti per l'istituzione di*

ANPIL, riserve e parchi". La cava è autorizzata a ricevere il conferimento delle terre come sottoprodotti, purché sia verificata la conformità ai limiti di *Colonna A* della Tab.1 dell'All. V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs.152/06).

L'area dell'ex Cava Val di Merse è una cava inattiva di breccia che ricade in Comune di Monteriggioni (SI) ed è posta a circa 15 km a nord-ovest della zona di Cerchiaia (inizio intervento). Da un punto di vista urbanistico, l'area è inserita nella "zona cave del P.A.E.R.P (art. 22 piano strutturale)" e il tipo di destinazione è "ripristino e rinterro cava inerti" come riportato nella dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà allegata al presente elaborato. Per il ripristino della ex-cava, il conferimento delle terre, in regime di *sottoprodotti*, potrà avvenire purché siano verificate le seguenti conformità: *non pericolosità del materiale* (ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06), *rispetto dei limiti di Colonna A* della Tab.1 dell'All. V, Titolo V, Parte IV del D.Lgs.152/06), *rispetto dei limiti del testi di cessione* (All.3 del DM 05/02/98 e ss.mm.ii.).

In particolare, gli impianti di cava idonei ad accogliere le terre e rocce da scavo come *sottoprodotti* sono ubicati nell'area ad una distanza variabile tra un minimo di 10 km ed un massimo di 15 km, come risulta dalle tabelle sottostanti di riepilogo di seguito riportate; nell'Allegato 7.2 alla Relazione di cui al Piani di Utilizzo, sono riportate le autorizzazioni e relative documentazioni delle cave suddette, mentre nell'elaborato di progetto T00CA00CANCO01 ne è stata indicata l'ubicazione.

SITI DI DESTINAZIONE FINALE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO (SOTTOPRODOTTI)						
	Nome impianto	Ubicazione	Distanza		Autorizzazione e durata	Quantità accettate
			CB 1	CB 2		
T1	CAVA PANCOLE Inertiscavi Srl	loc. Pancole Castelnuovo Berdardenga (SI)	14 km	10 km	Prot. n°21351 del 22/12/2018 scadenza 31/12/2025	260.000 mc
T2	EX-CAVA VAL DI MERSE Italcave Srl	Monteriggioni (SI)	15 km	15 km	Pratica 49B-C/2015 SUAP 83/2020 Aut. n°1/2016 del 13/07/2016 scadenza 13/07/2023	490.000-495.000 mc

Impianti di cava per la destinazione finale delle terre e rocce da scavo

Il progetto in esame prevede inoltre i seguenti quantitativi derivanti dalle demolizioni delle strutture esistenti, ovvero:

- 21.291 mc di demolizioni sovrastrutture stradali: conglomerati bituminosi;
- 49.335 mc di demolizioni strutture in cls;
- 5.421 tonnellate di acciaio proveniente dalla demolizione delle strutture.

Tali materiali verranno gestiti come *rifiuti* e dovranno essere conferiti in idonei impianti di recupero con opportuno *Formulario di Identificazione dei Rifiuti (FIR)*, come previsto dalla normativa sui

rifiuti. Gli impianti di recupero individuati sono tutti autorizzati ai sensi dell'art. 208 del D.Lgs. 152/06 (regime ordinario); nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche principali dei diversi impianti e le relative distanze dal cantiere.

Nell'Allegato 7.3 alla Relazione di cui al Piani di Utilizzo è riportata tutta la documentazione relativa alle autorizzazioni degli impianti mentre nell'elaborato di progetto T00CA00CANCO01 ne è stata indicata l'ubicazione.

IMPIANTI DI RECUPERO (Autorizzazione ordinaria ex Art. 208 D.lgs. 152/06)							
Nome impianto	Ubicazione	CER autorizzati	Distanza		Autorizzazione e durata	Quantità accettate	
			CB 1	CB 2			
D1	Mori Sauro Rottami Srl	Strada di Ribucciano, Siena (SI)	170405 170101 170302 170904	5 km	3 km	D.D. 1326 del 30/08/2018 Prov. concl. n°170 del 24/09/2018 scadenza 24/09/2028	3.680 t/anno (170405: 2.300 t/anno)
D2	Italcave Srl Ex-Cava Val di Merse	Monteriggioni (SI)	170101 170904 170504	15 km	15 km	D.R. n° 10549 del 19/07/2017 (integr. D.R. n° 7667 del 21/05/2018) scadenza 19/07/2027	50.000 t/anno (170101: 40.000 t/anno)
D3	Di Sorbo Antonio	loc. Ficaiole Rapolano Terme (SI)	170101 170904 170302 170504	35 km	28 km	D.D. n° 2710 del 20/11/2015 scadenza 20/11/2025	36.500 t/anno (170101, 170904: 20.750 t/anno) (170302: 1.500 t/anno)
D4	Conglomerati Valdelsa	Strada di Orneto, loc. Fosci Poggibonsi (SI)	170302	37 km	41 km	D.D. n° 1411 del 22/05/2014 scadenza 22/05/2024	2242 t/anno

Impianti di recupero

In ultima analisi, alla luce dei volumi di calcestruzzo e di conglomerato bituminoso necessari alla realizzazione del progetto, pari rispettivamente a 222.312 mc e 30.678 mc, è stata condotta una ricognizione degli impianti di produzione presenti nella zona per la verifica della effettiva disponibilità ad approvvigionare i quantitativi dei materiali richiesti; la localizzazione di tali impianti è indicata nell'elaborato di progetto T00CA00CANCO01 - "Corografia ubicazione siti di cava/discarica e deposito e percorsi di collegamento".

Id	● Impianti di Conglomerato Bituminoso		Campo Base 1		Campo Base 2	
	Impresa	Indirizzo	Tempo	Km	Tempo	Km
A1	Ruffoli S.r.l.	S.S. 223 Località La Rancia, 53016 Murlo (SI)	15'	18	17'	21
A2	Menconi S.r.l.	Località Magliana, 53026 Pienza (SI)	54'	55	53'	54

Id	● Impianti di Calcestruzzo		Campo Base 1		Campo Base 2	
	Impresa	Indirizzo	Tempo	Km	Tempo	Km
B1	Barbetti Materials S.p.A.	Strada Renaccio, 30 53100 Siena (SI)	6'	4	2'	2
B2	Bentoval	SR 222 Chiantigiana, 53100 Monteriggioni (SI)	11'	10	14'	9

8 FASI ESECUTIVE

Il progetto di cantierizzazione è stato studiato con la finalità di ottimizzare la realizzazione dei vari tratti omogenei e il relativo piano di trasporti di cantiere riferito alla viabilità di servizio dell'opera durante l'intera fase di realizzazione dei lavori.

Il progetto in esame, trattandosi di un'opera di adeguamento di un'infrastruttura esistente, presenta una serie di criticità legate alla fase realizzativa che si riferiscono in particolar modo alla possibilità di mantenere in esercizio le direttrici esistenti e secondariamente all'accessibilità delle aree di lavoro in corrispondenza delle opere più significative.

Lo schema generale che si è voluto adottare per limitare tali criticità, si basa sulla realizzazione in prima fase di tutte le opere esterne ai sedimi stradali esistenti al fine di non interferire con il traffico in esercizio sulla viabilità esistente; nello specifico si prevede la realizzazione della nuova carreggiata sud Grosseto – Fano comprensiva delle opere d'arte; nelle fasi successive si utilizzerà la nuova carreggiata realizzata per mantenere il traffico in esercizio e quindi intervenire sull'adeguamento della carreggiata esistente (Fano - Grosseto)

I nodi più critici riguardano la sistemazione dei nuovi svincoli di Cerchiaia e Ruffolo dove si dovrà intervenire con delle sotto - fasi e relative parzializzazioni del traffico per garantire sia la realizzazione delle opere d'arte maggiori e minori che per garantire dove possibile la funzionalità completa dell'intersezione. Per non penalizzare ulteriormente il traffico in esercizio, si è valutata la possibilità di intervenire in fasi successive alla realizzazione degli adeguamenti di questi svincoli, anticipando nella fase iniziale l'intervento sullo svincolo di Cerchiaia e una volta ultimato e aperto al traffico nella sua nuova configurazione, passare alla realizzazione dei lavori sullo svincolo di Ruffolo. Per le lavorazioni che obbligatoriamente dovranno essere eseguite con la chiusura parziale del traffico in esercizio (zone di attacco piano altimetrico ai piani viabili esistenti) ne verrà vincolata l'esecuzione alle ore notturne.

9 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è stato sviluppato nel dettaglio per tutti i nodi di interferenza con la viabilità attuale, con la finalità di minimizzare il disagio sia al traffico di attraversamento che a quello legato alle attività produttive presenti.

Tale programma, al fine di permettere un continuo flusso di passaggio in ingresso a Siena Sud e in direzione Fano prevede come priorità la realizzazione dello Svincolo di Cerchiaia e di tutte le opere in affiancamento a sud del tracciato principale esistente, costituito sia da interventi in galleria che anche la nuova realizzazione di viadotti. Si passerà quindi in seconda battuta alla realizzazione dello Svincolo di Ruffolo con l'adeguamento del tracciato principale esistente e di tutte le opere d'arte che lo formano.

Sono state analizzate ed evidenziate le fasi esecutive delle opere, le opere provvisorie da realizzare, la viabilità provvisoria e le deviazioni, giungendo a definire la durata complessiva dei lavori e la durata delle limitazioni al traffico prevista nella singola fase di cantiere.

I tempi di esecuzione di ogni opera inseriti all'interno del Cronoprogramma sono rappresentati in giorni naturali e consecutivi, con solo lavorazioni diurne e compreso un andamento stagionale sfavorevole adottato pari a circa il 10% dei giorni complessivi.

La durata totale dei lavori quindi, tenendo conto sia dei tempi d'esecuzione delle opere, sia delle interferenze e sovrapposizioni, delle esigenze legate alla viabilità, è pari a **1330 giorni** naturali e consecutivi.

È previsto quindi un programma lavori che in linea generale vede dapprima la realizzazione delle tratte e svincoli prive di interferenze con la viabilità esistente e successivamente il completamento con gli svincoli e le tratte di innesto sulla viabilità esistente sistemata.

Per il dettaglio delle tempistiche relative alle fasi costruttive si fa riferimento all'elaborato T00CA00CANCR01.

10 COMPATIBILITA' DELL'OPERA CON LE RETI DI SERVIZI ESTERNI

Per la progettazione in esame si è provveduto ad individuare i vari servizi interferenti con l'opera in oggetto sia attraverso i dati forniti dagli enti gestori che attraverso il contatto diretto con i referenti del comune di Siena. Una volta acquisite le informazioni necessarie si è potuto quindi produrre gli elaborati planimetrici di progetto specifici relativi allo stato di fatto. Si riportano di seguito i nominativi degli enti gestori dei servizi in esame con i rispettivi referenti e responsabili.

N.	Ente gestore	Tipologia di interferenza	Indirizzi e riferimenti tecnici
1	ACQUEDOTTO DEL FIORA s.p.a	Rete acquedotto pubblico e fognatura	protocollo@pec.fiora.it Viale Toselli ,9/a – 53100 SIENA Tucci Carlo – tel. 335-6088821 carlo.tucci@fiora.it
2	CENTRIA RETI GAS s.r.l.	Rete metano	centria.pec@cert.centria.it Viale Toselli ,9/a - 53100 Bari Alessio – tel. 335-7900710 abari@centria.it
3	CITELUM	Rete illuminazione pubblica e impianti semaforici	consipservizioluce3@legalmail.it Via Belfiore,15 – 50144 Firenze
4	ENEL DISTRIBUZIONE s.p.a.	Rete energia elettrica MT-BT	eneldistribuzione@pec.enel.it Strada Petriccio-Belriguardo, 43 - 53100 SIENA De Magistris – 3298603484 giovanni.demagistris@e-distribuzione.com
5	TERNA s.p.a.	Rete energia elettrica AT	aot-firenze@pec.terna.it Via dei della Robbia, 41 - 50132 FIRENZE
6	TELECOM ITALIA s.p.a.	Rete telecomunicazioni	telecomitalia@pec.telecomitalia.it Via Nino Bixio, 1 - 53100 SIENA
7	CONSORZIO TERRE CABLATE.	Rete fibra ottica	consorzioterrecablate@pec.conorzioterrecablate.it Viale Toselli ,9/a - 53100 Magrino Fabio 3492679526-0577049513
8	WINDTRE S.p.A.	Rete telecomunicazioni	windnetworkdeploymentcentro@pec.windtre.it
9	FASTWEB S.p.A.	Rete telecomunicazioni	fiber.network.centro@pec.fastweb.it
10	INFRACOM S.p.A.	Rete fibra ottica	fibracentronord@pec.irideos.it
11	SNAM	Rete metanodotto	distrettoceoc@pec.snam.it Zeoli Gianni 3404936708 gianni.zeoli@snam.it

Sono stati contattati tutti gli enti gestori attraverso posta certificata (pec) nella quale è stata fatta specifica richiesta di indicare relativamente al progetto quali fossero le linee interferenti. Ad oggi è pervenuta risposta solo da alcuni enti dei quali si allega la documentazione ricevuta nell'elaborato progettuale T00IN00INTRE01A – Relazione interferenze; tale documentazione da parte dell'ente gestore riporta unicamente lo stato di fatto delle loro reti senza evidenziare uno studio di risoluzione con relativa quantificazione economica, che dovrà essere prodotta e fornita in seguito a successivi coordinamenti con gli stessi enti gestori o nell'ambito della Conferenza dei Servizi di prossima convocazione.

11 ESITO DELLA FASE AUTORIZZATIVA

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:

