

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema

A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO Progetto Infrastrutturale

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE
SPECIALISTICA

Ing. Ferruccio Bucalo
Ord. Ingg. Genova N. 4940

RESPONSABILE UFFICIO MAM

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

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

RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Maurizio Torresi
Ord. Ingg. Milano N. 16492

RESPONSABILE FUNZIONE STP

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: FEBBRAIO 2011	REVISIONE							
	DIRETTORIO		FILE				n.	data						
	codice commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo		01	APRILE 2011							
	1	1	07	1	204	MAM	I	Q	P	G	T	R	–	
	SCALA:					–								

 spea autostrade	Ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI:	Dott. Francesco Cipolli
		Ing. Ilaria Lavander	IL RESPONSABILE ATTIVITA' SPECIALISTICA	Ing. Sara Frisiani
CONSULENZA A CURA DI :		COORDINAMENTO SCIENTIFICO		Ing. Mauro Di Prete

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA
DIREZIONE OPERATIVA
PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI
Ing. Alberto Selleri

VISTO DEL COMMITTENTE

autostrade // per l'italia

Ing. Giorgio Fabriani

VISTO DEL CONCEDENTE



Indice

1	LOGICHE DI LAVORO.....	1
1.1	I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL PROGETTO E LE SCELTE PROGETTUALI STRUTTURANTI..1	
1.1.1	I FATTORI DI SPECIFICITÀ	1
1.1.2	GLI OBIETTIVI E LE SCELTE PROGETTUALI STRUTTURANTI	1
1.2	LO SIA DELL'OPERA IN PROGETTO: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE	2
1.2.1	L'IMPIANTO METODOLOGICO GENERALE.....	2
1.2.2	L'ARCHITETTURA GENERALE	3
1.2.3	LA STRUTTURA ESPOSITIVA.....	7
1.3	IL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE NELLO SIA DEL PROGETTO INFRASTRUTTURALE.....	8
1.3.1	LE FINALITÀ	8
1.3.2	I TEMI DI QUADRO	9
2	SINTESI DELLO STUDIO TRASPORTISTICO.....	10
2.1	PREMESSE.....	10
2.2	RISULTATI	10
3	ANALISI ECONOMICA	14
3.1	PREMESSE.....	14
3.2	RISULTATI	14
4	IL PROGETTO INFRASTRUTTURALE	15
4.1	LO SCHEMA INFRASTRUTTURALE	15
4.1.1	LA GENESI: DAL PROGETTO PRELIMINARE 2007 AL PROGETTO PRELIMINARE 2009.....	15
4.1.2	LO SCHEMA INFRASTRUTTURALE DEL PROGETTO DEFINITIVO	17
4.2	LO SCHEMA FUNZIONALE.....	19
4.2.1	LA REGOLAMENTAZIONE DEI SENSI DI PERCORRENZA	19
4.2.2	LA REGOLAMENTAZIONE DEL TRAFFICO PESANTE LUNGO LA TRATTA URBANA DELLA A10 ESISTENTE21	
4.3	LE NUOVE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI	21
4.3.1	GLI STANDARD ED I CRITERI PROGETTUALI.....	21
4.3.2	GLI ASSI	25
4.3.3	LE INTERCONNESSIONI	28
4.3.4	LO SVINCOLO DI GENOVA EST	38
4.4	LE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI OGGETTO DI RIQUALIFICA	40
4.4.1	RIQUALIFICA A10 ESISTENTE	40
4.4.2	INTERCONNESSIONE A10 A26	42
4.4.3	RIQUALIFICA A7 ESISTENTE DIREZIONE NORD.....	43
4.4.4	RIQUALIFICA A7 ESISTENTE DIREZIONE SUD (EX CARREGGIATA NORD)	44
4.4.5	RIQUALIFICA A12 DIREZIONE OVEST CARREGGIATA SINISTRA (ASSE 5) E DESTRA (ASSE 6)	44
4.5	LE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI OGGETTO DI DISMISSIONE	45
4.6	LE OPERE D'ARTE.....	46
4.6.1	LE GALLERIE.....	46
4.6.2	IL NUOVO VIADOTTO SUL POLCEVERA: IL VIADOTTO GENOVA	49
4.6.3	GLI ALTRI VIADOTTI	51
4.7	LE OPERE D'ARTE OGGETTO DI RIQUALIFICA	55
4.7.1	I VIADOTTI.....	55
5	GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE	64
5.1	PROTEZIONE DEL SISTEMA IDRICO.....	64
5.2	MITIGAZIONE ACUSTICA	64
5.2.1	LE BARRIERE ANTIRUMORE	64
5.2.2	GLI INTERVENTI DIRETTI.....	65

5.3	INSERIMENTO PAESAGGISTICO.....	67
5.3.1	PREMESSA	67
5.3.2	I CRITERI E LE LOGICHE DI PROGETTAZIONE	67
5.3.3	LE OPERE A VERDE	68
5.3.4	INDICAZIONE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	73
5.4	LINEE GUIDA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN FASE DI ESERCIZIO	74

Elenco elaborati grafici

Titolo	Scala	Codice
Schema infrastrutturale di progetto	1:25.000	MAM-I-QPGT-001
Schema funzionale di progetto	1:25.000	MAM-I-QPGT-002
Opere ed interventi in progetto	1:25.000	MAM-I-QPGT-003
Planimetria di progetto	1:5.000	MAM-I-QPGT-004_005
Carta degli interventi di inserimento ambientale: opere a verde	1:1.000	MAM-I-QPGT-006_007
Tipologici degli interventi a verde	1:200	MAM-I-QPGT-008
Carta degli interventi di mitigazione acustica	1:5.000	MAM-I-QPGT-009-012

1 LOGICHE DI LAVORO

1.1 I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL PROGETTO E LE SCELTE PROGETTUALI STRUTTURANTI

1.1.1 I fattori di specificità

L'esistenza di fattori di peculiarità e le modalità attraverso le quali i progettisti hanno inteso affrontarle costituiscono la chiave mediante la quale interpretare l'opera in progetto e, al contempo, la ragione precipua che ha condotto all'elaborazione dell'impianto metodologico dello Studio di Impatto Ambientale, descritta nel successivo paragrafo.

In estrema sintesi, i fattori di peculiarità, con i quali il Progetto definitivo del Nodo stradale ed autostradale di Genova si è voluto e dovuto confrontare, possono essere descritti nei seguenti termini (cfr. Tabella 1-1).

Tabella 1-1 I fattori di specificità

Contesto	Fattori di specificità
Contesto decisionale	<ul style="list-style-type: none"> • Complessità dell'iter progettuale/decisionale che, nel corso dell'ultimo decennio, ha condotto all'individuazione di diverse ipotesi di tracciato e che nel Dibattito Pubblico ha avuto uno strumento di condivisione allargata alle parti sociali ed agli attori non istituzionali e non tecnici
Contesto progettuale	<ul style="list-style-type: none"> • Rilevante entità dei volumi di scavo delle gallerie, quale esito del largo ricorso alla tipologia infrastrutturale della galleria
Contesto territoriale	<ul style="list-style-type: none"> • Natura potenzialmente amiantifera delle rocce e dei terreni posti in destra Polcevera, aspetto quest'ultimo che a sua volta si riflette sulla scelta non solo delle tecniche di scavo delle gallerie, quanto anche delle modalità di movimentazione e di stoccaggio delle terre di scavo • Natura urbanizzata della gran parte dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto

1.1.2 Gli obiettivi e le scelte progettuali strutturanti

Le scelte operate al fine di dare soluzione ai fattori di peculiarità ora descritti e che, come tali, hanno strutturato il progetto definitivo oggetto del presente studio, hanno trovato loro definizione nell'assunzione dei seguenti obiettivi progettuali:

- Recepire le istanze provenienti dal processo concertativo istituzionale (atti della pianificazione negoziata) e da quello allargato alle diverse parti ed attori del contesto economico e sociale (Dibattito Pubblico), adottando la soluzione progettuale di tracciato elaborata in dette sedi come base per lo sviluppo del progetto definitivo;
- Salvaguardare la salute dei lavoratori durante la attività di scavo delle gallerie lungo i tratti in ammassi potenzialmente amiantiferi;
- Salvaguardare la salute della popolazione, limitando al massimo la potenziale dispersione in aria delle terre amiantifere durante l'attività di loro movimentazione;
- Salvaguardare la salute della popolazione, limitando al massimo il ricorso al trasporto su gomma come modalità di movimentazione delle terre di scavo;

- Salvaguardare la salute della popolazione, evitando la potenziale dispersione in aria delle terre amiantifere durante l'attività di stoccaggio e ricercando modalità di stoccaggio definitivo in grado di eliminare il pericolo di successivi fenomeni di percolazione;
- Recepire le indicazioni provenienti dal processo concertativo istituzionale in merito alle modalità di stoccaggio delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera;
- Limitare il consumo di suolo, privilegiando il riutilizzo delle terre di scavo laddove compatibile con le caratteristiche e la qualità del materiale scavato.

Sempre procedendo per estrema sintesi, le scelte strutturanti il progetto definitivo sono state le seguenti (cfr. Tabella 1-2).

Tabella 1-2 Scelte strutturanti il progetto definitivo

Ambito di progettazione	Scelte
Infrastrutture autostradali	<ul style="list-style-type: none"> • Implementazione del progetto preliminare redatto a valle del Dibattito Pubblico
Cantierizzazione delle infrastrutture autostradali	<ul style="list-style-type: none"> • Scavo e costruzione delle gallerie in destra Polcevera attraverso tecnica in meccanizzato (TBM); • Classificazione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere secondo quattro livelli (codici bianco, verde, giallo, rosso), definiti in funzione del livello di concentrazione delle fibre amiantifere (valore soglia pari a 1 g/kg così come indicato nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006) e delle caratteristiche geotecniche; • Centralizzazione delle attività di caratterizzazione e gestione delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera, all'interno di un'unica area operativa individuata nel cantiere industriale CI14; • Movimentazione delle terre potenzialmente amiantifere attraverso condotto ermetico costituito, per il tratto compreso tra il fronte di scavo e l'imbocco delle gallerie Monterosso, da nastri trasportatori, e per quello intercorrente tra il cantiere industriale CI14 e l'opera a mare, dallo slurrydotto; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere entro la soglia 1g/kg (codice bianco e verde) nell'opera a mare realizzata all'interno del Canale di Calma in fregio all'attuale sedime aeroportuale; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al sopra della soglia 1g/kg (codice giallo) all'interno dell'arco rovescio delle gallerie corrispondenti al medesimo tratto dal quale provengono dette terre (stoccaggio in situ); • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al di sopra della soglia 1g/kg e scadenti caratteristiche geotecniche (codice rosso) in discarica specifica.

Come emerge da questa sintetica descrizione delle scelte strutturanti il progetto definitivo, questo si connota chiaramente non solo per la rilevanza rivestita dall'ambito della caratterizzazione delle infrastrutture autostradali, quanto anche e soprattutto per la previsione di altre opere, sia a carattere temporaneo e/o definitivo, che sono funzionali alla realizzazione di dette infrastrutture.

La centralità della progettazione della cantierizzazione e ancor più la presenza di opere ancillari a tale attività nel loro insieme costituiscono un ulteriore fattore di specificità ed un chiaro elemento di distinzione del presente progetto, che lo differenziano dalla "tradizionale" produzione progettuale.

Il riconoscimento di tali elementi distintivi è stato quindi alla base dell'impianto metodologico dello Studio di Impatto Ambientale, così come descritto nel successivo paragrafo.

1.2 LO SIA DELL'OPERA IN PROGETTO: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE

1.2.1 L'impianto metodologico generale

Come esposto nella Relazione generale sinottica, l'architettura complessiva dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto definitivo di adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 del Nodo stradale ed autostradale di Genova si compone, tra gli altri, dei due volumi "tematici" rappresentati dallo SIA del Progetto definitivo infrastrutturale (Volume 1) e dallo SIA del Progetto definitivo della cantierizzazione (Volume 2).

Infatti, i fattori di peculiarità della fase di cantierizzazione, dettati in primo luogo dalla presenza di terre amiantifere e dall'entità dei volumi di scavo, unitamente alla necessità di prevedere apposite nuove opere a servizio di detta fase, attribuiscono ad essa una rilevanza ben superiore rispetto a quella generalmente rivestita negli altri progetti infrastrutturali e, conseguentemente, hanno indotto a concepire l'opera in progetto come costituita da due sotto-progetti:

- il progetto delle infrastrutture autostradali;
- il progetto della cantierizzazione.

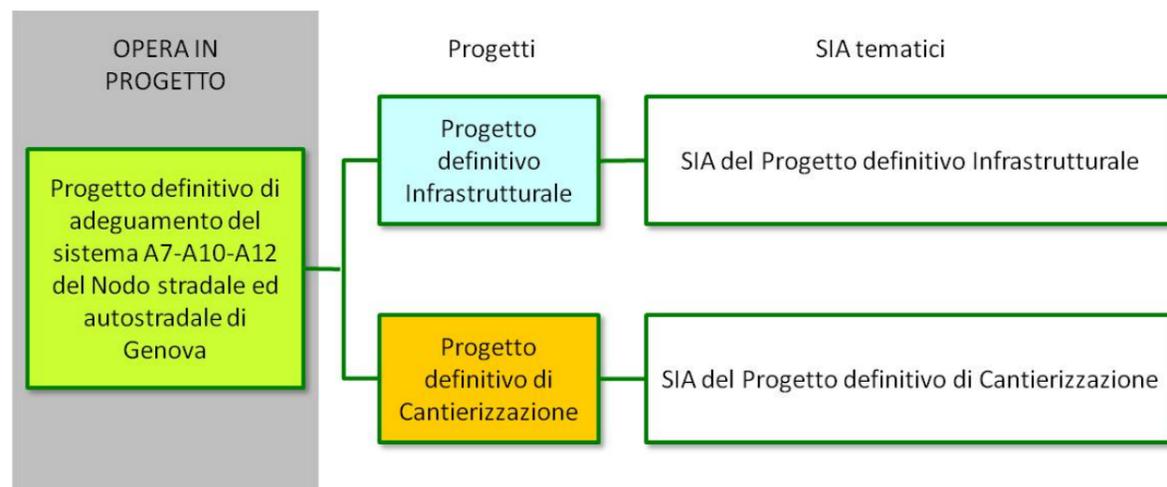


Figura 1-1 Rapporto Opera in progetto – Architettura dei SIA

Muovendo da tale impostazione, a sua volta anche lo studio di impatto ambientale è stato concepito in distinto due volumi, uno per ciascuno dei due progetti (cfr. Figura 1-1).

I fattori di peculiarità sopra citati hanno spinto ad adottare una particolare struttura espositiva: ciascun quadro di riferimento dei due SIA tematici riporta un primo capitolo, intitolato "Logiche di lavoro", a sua volta articolato in tre paragrafi:

- il primo paragrafo (cfr. par. 1.1), a valenza generale ed eguale nei due volumi tematici, di inquadramento delle peculiarità del progetto e delle conseguenti scelte strutturanti effettuate;
- il secondo paragrafo (cfr. par. 1.2), anch'esso a valenza generale ed eguale nei due volumi tematici, attiene allo SIA del progetto definitivo ed è volto ad illustrarne l'impianto metodologico e l'architettura generale, con riferimento all'identificazione dell'"Opera di riferimento" di ognuno degli SIA tematici e del complesso dei "Temi di riferimento" che discendono dalla scomposizione di dette opere;
- il terzo paragrafo (cfr. par. 1.3), espressamente dedicato al quadro di riferimento indagato, attiene invece alla definizione degli specifici "Temi di riferimento" che riguardano ciascuno dei tre canonici Quadri di Riferimento (Programmatico, Progettuale ed Ambientale) di cui si compone ogni SIA tematico, in ragione delle finalità ad esso attribuite dal DPCM 27.12.1988.

La questione che, a fronte del predetto insieme di fattori di specificità che nel loro insieme connotano il progetto, si è prospettata come nodo metodologico da affrontare in via prioritaria è stata quella di definire una chiara metodologia attraverso la quale arrivare all'individuazione dell'oggetto al quale si riferiscono i due volumi tematici dello SIA e, al loro interno, i rispettivi tre quadri di riferimento previsti dal DPCM 27.12.1988.

La metodologia a tal fine elaborata si fonda sui due seguenti assunti:

1. La multidimensionalità dell'opera.

Un'opera infrastrutturale, e più in generale un'opera di ingegneria, possiede diverse dimensioni le quali sono espressione di uno specifico profilo di lettura volto a coglierne differenti aspetti. Tali dimensioni, o profili di lettura, sono costituite da:

- dimensione realizzativa;
- dimensione fisica (manufatto);
- dimensione dell'esercizio.

In questa ottica è possibile riconoscere l'opera come composta da tre distinte opere:

- L'opera in realizzazione, nella quale il profilo di lettura è volto a considerare gli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di fabbisogni di materie prime da approvvigionare e di materiali di risulta da smaltire, nonché di opere ed aree di servizio alla cantierizzazione;
- L'opera come manufatto infrastrutturale, ossia come elemento costruttivo colto nelle sue caratteristiche dimensionali, tecniche e funzionali;
- L'opera in esercizio, nel quale il profilo di lettura è centrato sulla funzione alla quale questa è preposta e sul suo funzionamento.

2. La centralità delle finalità assegnate a ciascuno dei tre quadri di riferimento dello SIA nell'orientare i profili di lettura.

Le finalità assegnate dal DPCM 27.12.1988 a ciascuno dei quadri di riferimento hanno un ruolo centrale nel selezionare le dimensioni attraverso le quali leggere un'opera in progetto, facendone cogliere aspetti o elementi differenti, al punto tale da poter affermare che ognuno di detti quadri di riferimento affronta una sua specifica opera.

Risulta difatti immediato comprendere tale aspetto considerando come, ad esempio, il leggere un'opera infrastrutturale rispetto alla dimensione dell'esercizio acquisti una diversa accezione a seconda che tale operazione sia condotta nell'ambito del quadro di riferimento programmatico o di quello ambientale. Se nel primo caso la finalità di leggere i rapporti Opera – Pianificazione, propria del Quadro di riferimento programmatico, porta a considerare la dimensione dell'esercizio in termini di funzione svolta dall'opera in progetto ed a riferirla agli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori, nel secondo, l'obiettivo di definire i rapporti Opera – Ambiente, assegnato al Quadro di riferimento ambientale, conduce a cogliere della dimensione in esame gli aspetti legati al funzionamento dell'opera.

Analoghe considerazioni valgono anche per la dimensione realizzativa allorquando questa sia affrontata nell'ambito del quadro programmatico o di quello ambientale: nel primo l'opera in progetto è colta solo rispetto alle aree a servizio della cantierizzazione, non leggendone altri aspetti, quali le modalità di realizzazione o i fabbisogni costruttivi, che nel secondo hanno invece un ruolo fondamentale.

Muovendo da tali assunti, la metodologia di lavoro, assunta al fine di arrivare alla definizione dell'oggetto dei due SIA tematici e dei relativi quadri di riferimento, ha previsto il susseguirsi, all'interno di un processo iterativo, delle due seguenti attività:

- scomposizione dell'opera in progetto, a partire dall'articolazione dell'opera intesa nella sua globalità in funzione delle tre dimensioni di lettura ed al fine di identificare elementi progettuali di volta in volta maggiormente definiti e delimitati, rispettivamente sotto il profilo progettuale e tematico;
- selezione degli elementi progettuali sulla base della loro rilevanza rispetto alle finalità proprie del quadro di riferimento indagato.

La conclusione di tale processo è stata individuata allorquando l'attività di scomposizione dell'opera ha condotto ad identificare quegli elementi progettuali il cui livello di discretizzazione è stato ritenuto tale da rispondere ad entrambi i seguenti requisiti:

- consentire la valutazione della rilevanza rispetto alle finalità perseguite dal quadro di riferimento indagato;
- soddisfare tutte le esigenze conoscitive connesse alle finalità del quadro di riferimento indagato, senza che il proseguimento dell'attività di scomposizione dell'opera possa condurre all'individuazione di ulteriori elementi progettuali capaci di accrescere la completezza del quadro informativo e, conseguentemente, la sua rispondenza rispetto alle predette finalità.

L'applicazione di tale metodologia ha condotto all'individuazione di un complesso di elementi progettuali che, proprio in ragione dell'essere determinato sulla base della rilevanza rispetto alle finalità assegnate al quadro di riferimento preso in esame, è risultato

diversamente composto in ciascuno dei tre quadri, anche qualora riguardante la medesima dimensione di lettura.

Prendiamo ad esempio gli esiti cui ha condotto la lettura delle Infrastrutture autostradali rispetto alla dimensione realizzativa e segnatamente alle aree a servizio della cantierizzazione, nel caso del Quadro di riferimento programmatico ed in quello ambientale. Nel primo caso, il processo di scomposizione dell'opera in progetto ha condotto all'individuazione degli elementi progettuali nelle "aree a servizio della cantierizzazione" nel loro complesso, senza cioè distinguerle in "aree di cantiere industriale" ed in "aree di cantiere di imbocco", dal momento che tale ulteriore scomposizione non è stata ritenuta rilevante al fine di comprendere i rapporti di conformità con il regime di trasformazione ed uso dei suoli, aspetto questo rispondente alle finalità del Quadro di riferimento programmatico. Diversamente, nel secondo caso, la scomposizione in elementi progettuali è stata condotta non solo con riferimento alle due tipologie di aree di cantiere, ma anche distinguendo quelle di Bolzaneto (CI 13 e CI 14) rispetto alle restanti aree di cantiere industriale, in quanto si è considerato che le attività di approntamento del cantiere e le lavorazioni condotte in dette due aree configurassero un rapporto Opera – Ambiente del tutto differente da quello delle restanti aree di cantiere industriale e che quindi dette specificità, essendo il quadro ambientale rivolto alla definizione e valutazione di tale rapporto, fossero rilevanti rispetto alla finalità del citato quadro.

Gli elementi progettuali dotati di tali requisiti sono stati pertanto identificati con la locuzione "temi di riferimento", in quanto espressione dell'oggetto progettuale al quale si riferisce ciascuno dei due SIA tematici ed ognuno dei relativi quadri di riferimento.

A fronte di ciò, per ogni SIA tematico e, al loro interno, per ciascuno dei tre quadri di riferimento, si è avvertita la necessità di anteporre un capitolo introduttivo volto all'illustrazione dei temi cui esso è riferito.

1.2.2 L'architettura generale

Il presente paragrafo riveste valenza generale, affrontando la definizione delle "Opere di riferimento" e dei "Temi di riferimento" relativi ai due SIA tematici, senza pertanto entrare nel merito di quelli che sono propri di ciascun quadro di riferimento, argomento quest'ultimo trattato nel successivo paragrafo 1.3.

1.2.2.1 Le Opere di riferimento

Come premesso, i due SIA tematici riguardano ciascuno uno specifico progetto: il Progetto Infrastrutturale, ossia quello delle Infrastrutture autostradali, ed il Progetto di Cantierizzazione, il quale, in ragione dei fattori di peculiarità propri della fase di cantierizzazione dell'opera in oggetto, si differenzia da un progetto canonico.

Il Progetto di Cantierizzazione difatti comprende:

- l'insieme degli aspetti che di prassi attengono la costruzione di un'opera infrastrutturale;
- le "Opere connesse di cantierizzazione", locuzione con la quale nel presente SIA si è inteso identificare l'insieme delle opere finalizzate alla realizzazione delle infrastrutture autostradali, la necessità delle quali origina dalle complessità esecutive e dalle scelte progettuali strutturanti operate ai fini di limitare gli effetti negativi prodotti dalla fase realizzativa.

Stante tale impostazione metodologica, l'architettura generale dello SIA nel suo complesso risulta costituita da due SIA tematici, ciascuno dei quali dedicato ad un'opera in progetto ed ognuno dei quali composto dai tre quadri di riferimento previsti dal DPCM 27.12.1988 (cfr. Figura 1-2).

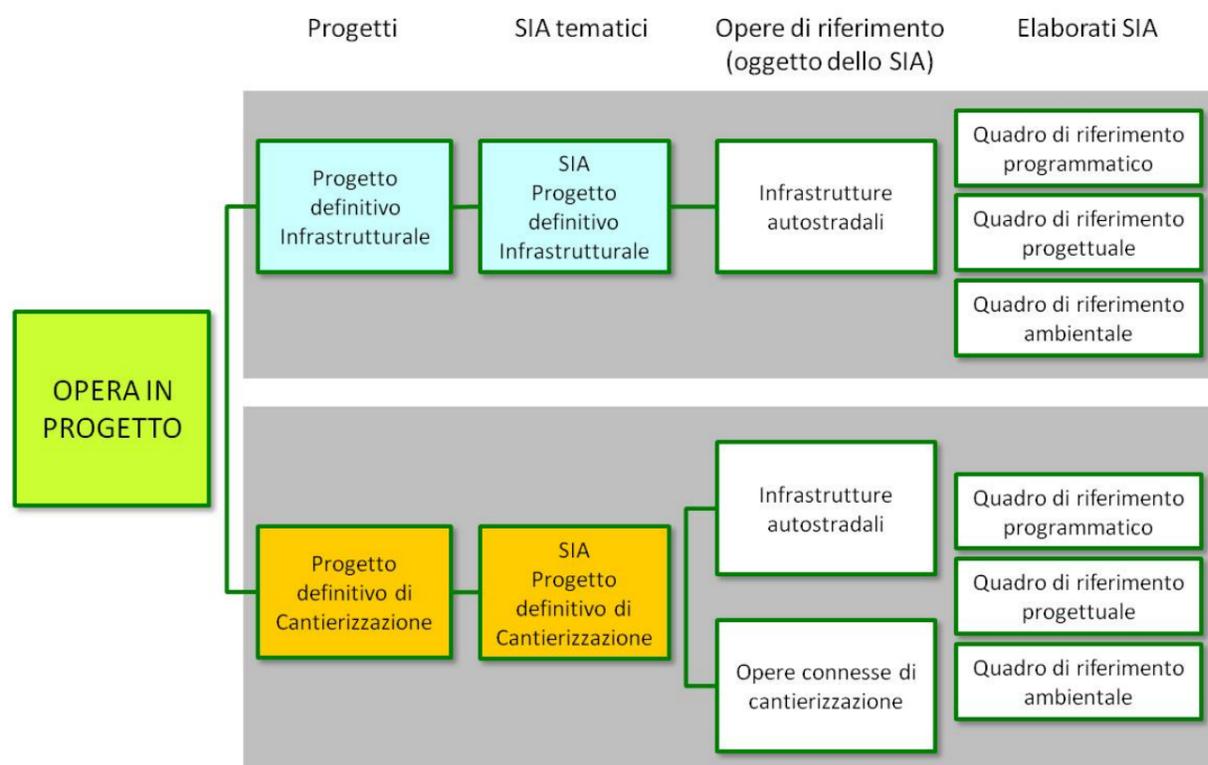


Figura 1-2 Architettura generale dello SIA: opere oggetto dei volumi tematici dello SIA

1.2.2.2 I Temi di riferimento

Assunta quindi l'articolazione dell'opera in progetto in due distinti progetti, la particolare composizione del Progetto di Cantierizzazione, nonché la scelta di dedicare a ciascuno dei due progetti uno specifico volume dello Studio di impatto ambientale, l'identificazione dei Temi di riferimento di ciascuno dei due SIA tematici sono stati l'esito di un processo di scomposizione delle relative Opere di riferimento, condotto per tre successivi livelli attraverso la metodologia prima descritta.

Tale attività, comune ad entrambi i SIA tematici e, al loro interno, a ciascuno dei tre quadri di riferimento, costituisce un'operazione propedeutica all'identificazione dei Temi di riferimento propri di ognuno di detti quadri, della quale si darà invece conto nel seguente paragrafo 1.3.

Livello 1 di scomposizione (cfr. Figura 1-3)

Il primo livello di scomposizione ha riguardato la articolazione dell'Opera di riferimento di ciascuno dei due SIA tematici sulla base delle tre citate dimensioni di lettura ed ha

condotto all'identificazione di quelli che nel presente documento sono stati denominati "Macrotemi", proprio in quanto costitutivi la radice dalla quale originano i successivi Temi. Per quanto riguarda lo SIA del Progetto Infrastrutturale, l'Opera di riferimento, individuata nelle infrastrutture autostradali, è stata articolata nei due seguenti Macrotemi:

- Infrastrutture autostradali come manufatto fisico
- Infrastrutture autostradali come esercizio.

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, i Macrotemi sono stati identificati in:

- Infrastrutture autostradali come realizzazione, con riferimento cioè alla lettura dell'opera in relazione a quel complesso di attività, aree e fabbisogni connessi alla sua costruzione;
- Opere connesse di cantierizzazione, così come precedentemente definite, colte in relazione alle dimensioni fisica, realizzativa e dell'esercizio.

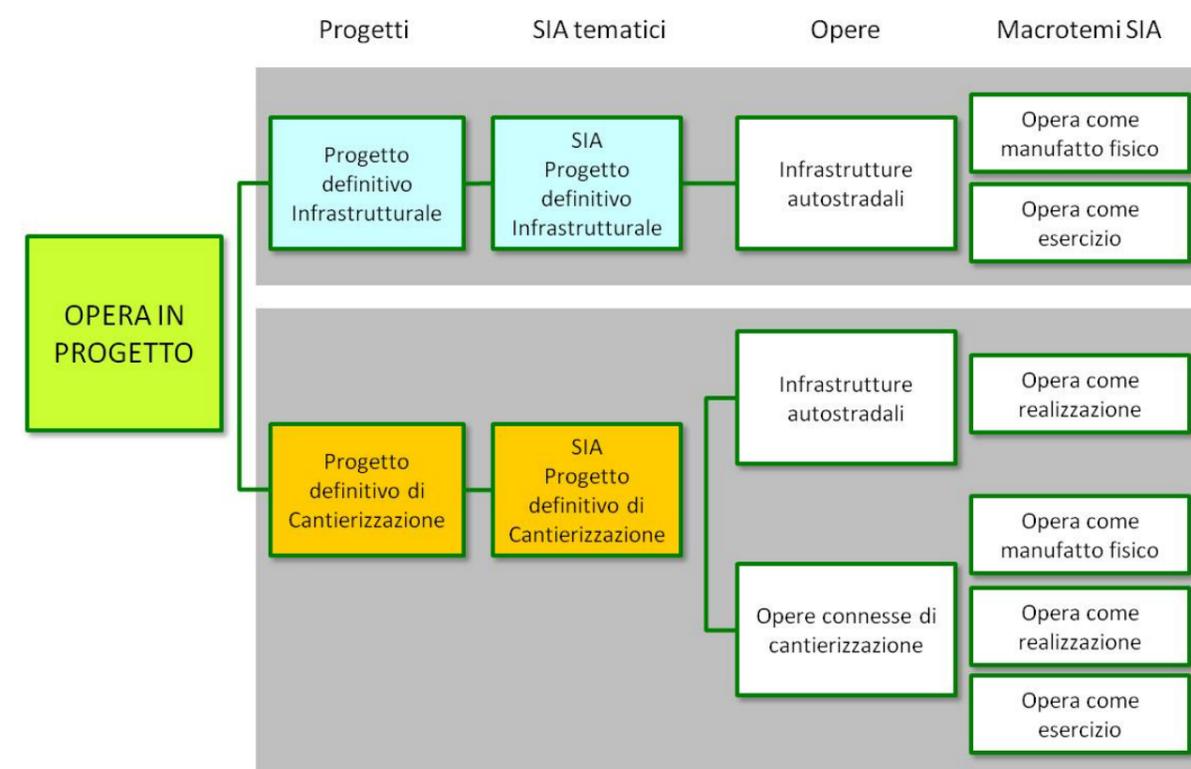


Figura 1-3 Architettura generale dello SIA: Macrotemi di riferimento (Livello 1)

Livello 2 di scomposizione (cfr. Tabella 1-3 e Tabella 1-4)

Per quanto concerne lo SIA del Progetto Infrastrutturale e segnatamente il primo macrotema (Infrastrutture autostradali come manufatto fisico), la sua scomposizione ha dato origine a due distinti elementi progettuali, individuati, da un lato, nel "Modello di rete" attraverso il quale l'opera in progetto intende riconfigurare il Nodo stradale ed autostradale di Genova e risolverne le annose problematiche, e, dall'altro, nei "Macro-elementi infrastrutturali" costitutivi il progetto.

Per quanto attiene il Macrotema “Opera come esercizio”, gli elementi progettuali derivanti dalla sua scomposizione sono stati individuati nella “Funzione” e nel “Funzionamento” dell’opera. Il primo termine riguarda l’attività alla quale detta opera è preposta e pertanto, in questo caso, la funzione trasportistica, mentre il secondo attiene al modo in cui funziona l’opera, aspetto che, riferito ad un’infrastruttura viaria, si sostanzia nei volumi di traffico movimentati, nel caso in esame, agli scenari temporali 2020 e 2030.

Tabella 1-3 SIA del Progetto Infrastrutturale: Elementi progettuali del livello 2

Opere	Macrotemi	Elementi progettuali – Temi di livello 2
Infrastrutture autostradali	Opera come manufatto	<ul style="list-style-type: none"> Modello di rete Macro-elementi infrastrutturali
	Opera come esercizio	<ul style="list-style-type: none"> Funzione trasportistica Funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, il Macrotema Infrastrutture autostradali come realizzazione è stato scomposto in tre gruppi di elementi progettuali:

- Attività di costruzione delle Infrastrutture autostradali;
- Aree a servizio della cantierizzazione, definite come quel complesso di aree che di prassi sono necessarie alla costruzione di un’opera infrastrutturale;
- Quantità di materiali conseguenti alla costruzione delle Infrastrutture autostradali.

Per quanto invece concerne l’altra opera di riferimento dello SIA tematico in argomento, ossia le Opere connesse di cantierizzazione, la scomposizione della dimensione fisica ha dato luogo a due elementi progettuali, distinti in funzione del loro carattere temporaneo o definitivo.

Analogamente a quanto precedentemente illustrato per le Infrastrutture autostradali, anche nel caso della dimensione realizzativa delle Opere connesse, sono stati identificati tre gruppi di elementi progettuali:

- Attività costruttive delle Opere connesse di cantierizzazione;
- Aree a servizio della cantierizzazione;
- Quantità di materiali conseguenti alla costruzione delle Opere connesse di cantierizzazione.

Infine, per quanto attiene la dimensione dell’esercizio, gli elementi progettuali sono stati identificati sempre nella “Funzione” e nel “Funzionamento”, attribuendo a detti termini significato analogo a quello già definito nel caso delle Infrastrutture autostradali, ma differente specificazione; in questo caso, la funzione è stata individuata nel loro essere strumentali alle attività di scavo delle gallerie autostradali, mentre il funzionamento è stato riferito ai modi in cui per l’appunto funzionano le Opere connesse nello svolgimento delle attività cui queste sono preposte.

Tabella 1-4 SIA del Progetto di Cantierizzazione: Elementi progettuali del livello 2

Opere	Macrotemi	Elementi progettuali – Temi di livello 2
Infrastrutture autostradali	Opera come realizzazione	<ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione Aree a servizio della cantierizzazione Quantità di materiali
Opere connesse di cantierizzazione	Opera come manufatto	<ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere temporaneo Opere a carattere definitivo
	Opera come realizzazione	<ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione Aree a servizio della cantierizzazione Quantità di materiali
	Opera come esercizio	<ul style="list-style-type: none"> Funzione in termini di strumentalità allo scavo delle gallerie autostradali Funzionamento in termini di svolgimento delle attività strumentali allo scavo delle gallerie autostradali

Livello 3 di scomposizione (cfr. Tabella 1-5 e Tabella 1-6)

Procedendo nel processo di scomposizione, per quanto attiene lo SIA del Progetto Infrastrutturale e segnatamente l’opera come manufatto, tale attività ha condotto all’articolazione del modello di rete in due elementi progettuali, rappresentati dallo “Schema infrastrutturale” e dallo “Schema funzionale”. Sempre con riferimento alla dimensione fisica, dall’articolazione dell’elemento progettuale “Macro-elementi infrastrutturali” sono stati desunti quali ulteriori sottoinsiemi quelli delle “Infrastrutture autostradali ex novo”, delle “Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica”, nonché delle “Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione”.

Nel caso dell’opera come esercizio, il nuovo livello di scomposizione non ha invece dato esito, non essendo possibile articolare ulteriormente gli elementi progettuali definiti al secondo livello.

Tabella 1-5 SIA Progetto Infrastrutturale: Elementi progettuali del livello 3

Opere	Macrotemi	Elementi progettuali
Infrastrutture autostradali	Opera come manufatto	<ul style="list-style-type: none"> Modello di rete Schema infrastrutturale Schema funzionale
		<ul style="list-style-type: none"> Macro-elementi infrastrutturali Infrastrutture autostradali ex novo Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione
	Opera come esercizio	<ul style="list-style-type: none"> Funzione trasportistica Funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, l’ulteriore scomposizione della dimensione realizzativa delle Infrastrutture autostradali ha condotto alla differenziazione delle diverse attività costruttive, all’articolazione delle varie tipologie di aree a servizio della cantierizzazione, nonché dei quantitativi di materiale messi in gioco nella realizzazione di dette infrastrutture (cfr. Tabella 1-6). A tale riguardo, si specifica che con il termine

“Approvvigionamento delle materie prime” si è inteso identificare sia le attività di reperimento che quelle di movimentazione di dette materie.

In merito alla dimensione fisica delle Opere connesse di cantierizzazione, gli ulteriori elementi progettuali sono stati identificati nello “Slurrydotto” e nella “Pista di montaggio frese”, per quanto attiene le opere a carattere temporaneo, e nell’“Opera a mare”, relativamente a quelle definitive.

Secondo approccio analogo a quello seguito per le Infrastrutture autostradali, l’operazione di scomposizione dell’opera come realizzazione ha portato ad identificare le singole attività attraverso le quali sarà realizzata l’opera a mare, nonché a distinguere le tipologie di aree a servizio della sua cantierizzazione ed i quantitativi di materiale messo in gioco nella realizzazione. Nel caso specifico dell’opera a mare, assunto che tale scomposizione è stata condotta intendendolo come opera marittima e pertanto prescindendo dalle finalità e dall’utilizzo specifico ai quali esso è preposto, si sono considerate come attività costruttive il confinamento del Canale di Calma mediante cassoni cellulari e la chiusura dell’opera mediante lo strato di copertura; il riempimento progressivo delle vasche di colmata mediante il materiale proveniente dallo scavo delle gallerie è stato invece considerato facente parte della dimensione “opera come esercizio”, rubricandolo all’interno dell’elemento progettuale “Funzionamento”.

Per quanto attiene gli altri elementi progettuali relativi a detta dimensione, l’attenzione è stata rivolta allo “Slurrydotto” ed all’“Opera a mare”, articolandoli rispetto a “Funzione” e “Funzionamento”, intesi nella accezione precedentemente definita (cfr. Tabella 1-6).

Tabella 1-6 SIA Progetto di Cantierizzazione: Elementi progettuali del livello 3

Opere	Macrotemi	Elementi progettuali	
Infrastrutture autostradali	Opera come realizzazione	<ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione 	<ul style="list-style-type: none"> Costruzione dei viadotti Scavo e costruzione delle gallerie Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie Gestione delle terre di scavo delle gallerie Approvvigionamento delle materie prime
		<ul style="list-style-type: none"> Aree a servizio della cantierizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> Aree cantieri industriali Aree cantieri di imbocco Aree campi base Itinerari di cantierizzazione Piste di cantiere
		<ul style="list-style-type: none"> Quantità di materiali 	<ul style="list-style-type: none"> Quantità da approvvigionare con reperimento all’interno / all’esterno dell’opera in progetto Quantità da smaltire con gestione all’interno / all’esterno dell’opera in progetto

Opere	Macrotemi	Elementi progettuali	
Opere connesse di cantierizzazione	Opera come manufatto	<ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere temporaneo 	<ul style="list-style-type: none"> Slurrydotto Pista di montaggio frese
		<ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere definitivo 	<ul style="list-style-type: none"> Opera a mare
	Opera come realizzazione	<ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione 	<ul style="list-style-type: none"> Confinamento del Canale di Calma con cassoni (realizzazione e posa cassoni) Chiusura dell’opera a mare Approvvigionamento delle materie prime
		<ul style="list-style-type: none"> Aree a servizio della cantierizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> Aree cantieri industriali Itinerari di cantierizzazione
Opera come esercizio		<ul style="list-style-type: none"> Quantità di materiali 	<ul style="list-style-type: none"> Quantità da approvvigionare con reperimento all’interno / all’esterno dell’opera in progetto
		<ul style="list-style-type: none"> Funzione in termini di strumentalità allo scavo delle gallerie autostradali Funzionamento in termini di svolgimento delle attività strumentali allo scavo delle gallerie autostradali 	<ul style="list-style-type: none"> Movimentazione delle terre di scavo Gestione delle terre di scavo Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto Riempimento progressivo dell’opera a mare

A chiarimento di quanto detto in merito alle aree a servizio della cantierizzazione, si riporta la definizione delle diverse tipologie di aree assunta nel presente studio (cfr. Tabella 1-7).

Tabella 1-7 Aree a servizio della cantierizzazione

Tipologia di aree	Definizione
Aree cantieri industriali	Aree di dimensioni importanti (almeno 4-5.000 mq) destinate ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, ..) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro.
Aree cantieri di imbocco	Aree esattamente antistanti l'imbocco delle gallerie che – per la loro dimensione limitata - vengono destinate ad ospitare esclusivamente gli impianti più direttamente necessari alla gestione dei lavori in sottoterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque, ..) oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni, ..).
Campi base	Aree destinate ai baraccamenti per l'alloggio dei lavoratori, agli uffici ed alle altre funzioni di servizio
Itinerari di cantierizzazione	Viabilità di servizio per il collegamento delle aree operative (aree cantieri industriali, cantieri di imbocco), previste lungo la viabilità esistente e le piste di cantiere.
Piste di cantiere	Viabilità di servizio realizzata ex novo

Stante l'impianto metodologico descritto, a valle dell'identificazione dei Temi di riferimento relativi a ciascuno dei due SIA tematici, nell'ambito di ognuno dei tre Quadri di riferimento disposti dal DPCM 27.12.1988 occorre arrivare all'individuazione dei corrispettivi temi di riferimento che, per distinguerli da quelli già precedentemente indicati, sono stati denominati con la locuzione "Temi di Quadro" (cfr. Figura 1-4 e Figura 1-5).

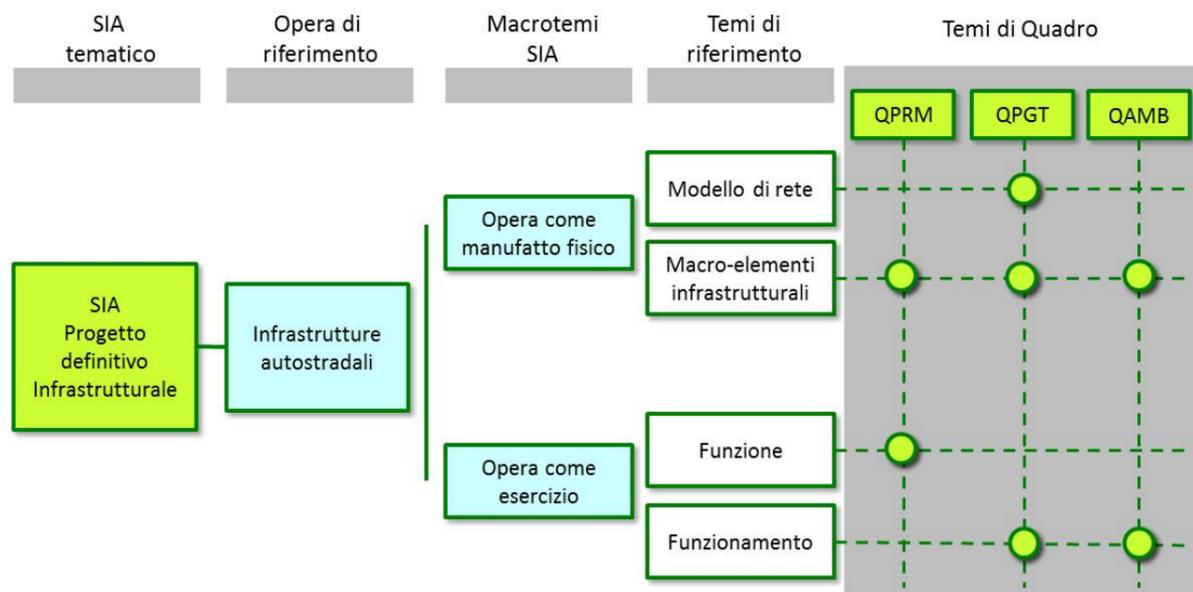


Figura 1-4 SIA Infrastrutturale: esemplificazione processo di individuazione Temi di Quadro

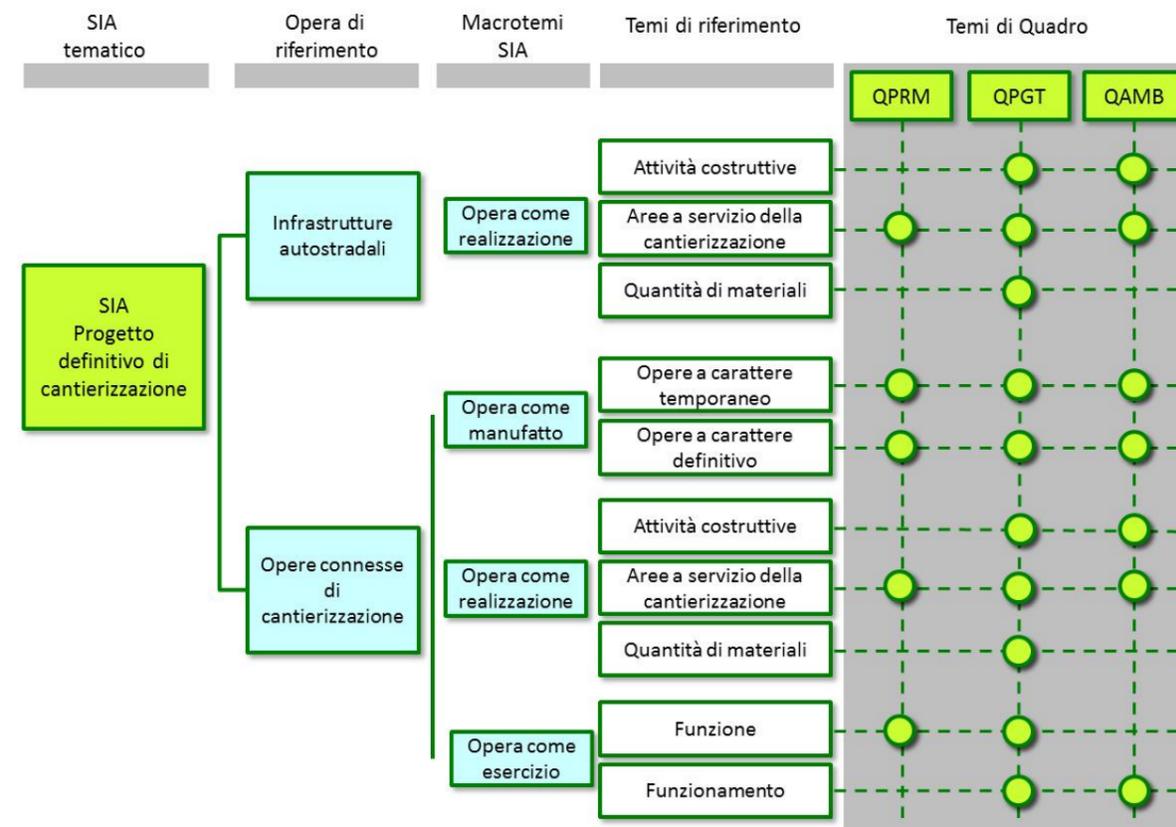


Figura 1-5 SIA Cantierizzazione: esemplificazione processo di individuazione Temi di Quadro

La metodologia sulla scorta della quale identificare detti temi si fonda sui medesimi criteri descritti in precedenza, essendo difatti basata sulla centralità delle finalità assegnate ad ognuno dei tre quadri di riferimento dal DPCM 27.12.1988 e sulla rilevanza che i singoli elementi progettuali, derivanti dalla progressiva scomposizione dell'Opera di riferimento di ciascun SIA tematico, rivestono rispetto a tali finalità.

Con riferimento a detta articolazione, comune ad entrambi i SIA tematici, nel paragrafo seguente sono stati definiti i temi oggetto del Quadro di riferimento Programmatico dello SIA del Progetto definitivo di Cantierizzazione (cfr. par. 1.3).

1.2.3 La struttura espositiva

Prima di procedere all'individuazione dei temi di riferimento occorre dare conto delle scelte che l'impianto metodologico e l'architettura dello SIA ora descritte hanno comportato nel definirne la struttura espositiva.

In buona sostanza, la scelta di articolare lo Studio di impatto ambientale del progetto definitivo di adeguamento del Nodo di Genova in due SIA tematici, ciascuno dei quali dedicato ad una Opera di riferimento, ha comportato la necessità di dover risolvere il problema della conseguente duplicazione di tutte le informazioni di carattere generale che di norma sono contenute in uno studio, nonché dei relativi elaborati grafici. In particolare, ci si riferisce a quei contenuti riguardanti l'illustrazione delle specifiche metodologie di

lavoro, la descrizione degli strumenti di pianificazione o la ricostruzione del quadro conoscitivo di area vasta, la cui ripetizione tal quale in ognuno dei due SIA tematici sarebbe stata all'origine di un inutile aggravio della documentazione e di una conseguente perdita di efficacia comunicativa dello studio.

Parimenti, la mancata documentazione di tali aspetti in uno dei due SIA ne avrebbe inficiato la lettura, non essendo ad esempio possibile comprendere il contesto ambientale rispetto al quale erano riferiti gli impatti potenziali stimati.

Al fine di evitare, da un lato, il rischio di duplicazione delle informazioni e, dall'altro, quello di carenza informativa, si è assunta la scelta di riportare tali aspetti comuni in uno solo dei due SIA e di procedere nell'altro SIA alla loro sintesi.

Appare evidente come tale soluzione a sua volta ingeneri il problema di scegliere lo SIA all'interno del quale inserire la trattazione completa degli argomenti comuni e di quello in cui inserirne la sintesi. Posto che una scelta univoca avrebbe portato nocimento alle specificità di uno dei due SIA, che di fatto sarebbe stato aprioristicamente individuato come sintesi di quello principale, la decisione assunta è stata quella di procedere volta per volta, operando la scelta sulla base del criterio della rilevanza dell'aspetto affrontato rispetto ai temi oggetto dei due SIA tematici.

Esemplificando, nel caso del Quadro Programmatico, le metodologie di lavoro assunte alla base della sua redazione sono state inserite in forma integrale all'interno dello SIA del Progetto infrastrutturale.

Sempre in relazione a detto quadro, per quanto attiene i dati informativi di contesto, quali la descrizione dei Piani, si è ritenuto che la sede opportuna ad una loro più approfondita trattazione fosse quella dello SIA del Progetto infrastrutturale, dal momento che, essendo gli interventi di progetto a carattere definitivo, i rapporti di coerenza e di conformità da essi derivanti hanno una valenza certamente superiore rispetto a quelli che possono scaturire da azioni a carattere temporaneo, quali per l'appunto sono la quasi totalità delle opere di cantierizzazione. A tale riguardo, l'esistenza dell'opera a mare tra le opere di cantierizzazione ha determinato la necessità di operare una deroga alla logica prima descritta, in ordine alla tipologia di strumenti pianificatori e di vincoli presi in considerazione, nonché alle modalità di loro trattazione.

Per quanto attiene invece il Quadro Progettuale, essendo questo chiaramente riferito all'illustrazione dei diversi aspetti dell'opera in progetto (o meglio, nel caso in esame, delle diverse dimensioni delle opere in progetto), pressoché nessuno degli aspetti contenutistici definiti dalle Norme Tecniche di cui al DPCM 27.12.1988 trova ripetizione nei due SIA tematici.

Il Quadro Ambientale è certamente quello in cui è maggiore il rischio di duplicazione ed in cui le specificità di ciascuna componente ambientale hanno determinato la necessità di operare una puntuale scelta dello SIA nel quale affrontare in modo completo la trattazione degli aspetti concernenti la illustrazione dello stato dell'ambiente. Tale circostanza è stata resa ancor più cogente dal fatto che, nella maggior parte dei casi, i siti interessati dall'infrastruttura autostradale come manufatto fisico (viadotti, imbocchi gallerie, corpo stradale) e dalle aree a servizio della cantierizzazione (aree di cantiere, piste di cantiere) riguardano la medesima area di intervento, aspetto che estende l'evenienza della

duplicazione delle informazioni dalla illustrazione del contesto di area vasta a quella delle aree di intervento.

In ragione delle problematiche accennate, si è deciso di operare la scelta caso per caso sulla base della rilevanza che l'esplicarsi del fenomeno indagato riveste rispetto ai Macrotemi dei SIA.

Un esempio emblematico della logica seguita è dato dalle modalità di trattazione delle componenti Atmosfera e Suolo e sottosuolo in ciascuno dei due SIA tematici.

Nel caso dell'Atmosfera, sia essa affrontata nello SIA del Progetto infrastrutturale che in quello del Progetto di cantierizzazione, il fenomeno indagato è dato dalla produzione di fumi da traffico veicolare e dalla conseguente modificazione delle condizioni di qualità dell'aria al relativo scenario di progetto, rispettivamente dato dalla fase di realizzazione e dall'anno 2020. Appare evidente come tale fenomeno presenti una rilevanza sostanziale allo scenario di esercizio rispetto a quella propria dello scenario di cantierizzazione. In ragione di ciò, la documentazione dei quadri conoscitivi meteorologico e diffusivo (fondo atmosferico) è stata collocata nello SIA del Progetto infrastrutturale e sintetizzata nell'altro SIA tematico. Nel caso della componente Suolo e sottosuolo l'aspetto centrale è certamente rappresentato dal rischio di isterilimento dei punti d'acqua. Posto che il fenomeno in questione è dovuto sia allo scavo della galleria che alla presenza del manufatto, come noto, la sua più rilevante manifestazione avviene in corrispondenza della fase di realizzazione, per poi stabilizzarsi successivamente. Conseguentemente, a fronte della maggiore rilevanza rivestita da tale fenomeno nella fase costruttiva, la trattazione estesa degli aspetti concernenti la metodologia di lavoro, i dati conoscitivi di area vasta e quelli di contesto locale sono stati inseriti all'interno dello SIA del Progetto di cantierizzazione, limitandosi in quello del Progetto infrastrutturale ad operarne una sintesi.

1.3 IL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE NELLO SIA DEL PROGETTO INFRASTRUTTURALE

1.3.1 Le finalità

Secondo quanto stabilito dall'articolo 4 del DPCM 27.12.1988 e di come questo ha trovato declinazione nella prassi, le finalità del Quadro di riferimento progettuale possono essere sintetizzate nei seguenti termini (cfr. Tabella 1-8).

Tabella 1-8 Finalità del Quadro di riferimento progettuale

Motivazioni assunte dal Proponente nella definizione del progetto	<ul style="list-style-type: none"> Analisi del rapporto domanda / offerta relativo alla natura dei beni e/o servizi offerti, con riferimento al grado di copertura della domanda ed ai suoi livelli di soddisfacimento in funzione anche dell'ipotesi di assenza dell'intervento; Analisi economica dei costi e dei benefici
Alternative	<ul style="list-style-type: none"> Descrizione ed analisi delle alternative con riferimento alle condizioni di utilizzazione delle risorse naturali ed alla produzione di sostanze di scarto, nella fase di realizzazione ed in quella di esercizio
Opera in progetto	<ul style="list-style-type: none"> Descrizione dei criteri e motivazioni tecniche della scelta progettuale Descrizione delle caratteristiche tecniche e fisiche del progetto Descrizione delle caratteristiche funzionali, con riferimento alla articolazione delle attività in fase di esercizio
Realizzazione dell'opera	<ul style="list-style-type: none"> Descrizione della articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera Descrizione delle aree occupate durante la fase di realizzazione dell'opera
Misure per il miglioramento dell'inserimento ambientale dell'opera	<ul style="list-style-type: none"> Misure ed interventi volti ad eliminare e/o contenere gli impatti attesi Misure ed interventi volti a riequilibrare eventuali scompensi indotti dall'opera sull'ambiente

1.3.2 I Temi di Quadro

Richiamando quanto sin qui detto, lo Studio di impatto ambientale del quale fa parte il presente Quadro progettuale, ha nelle Infrastrutture autostradali la sua Opera di riferimento e nelle "Infrastrutture autostradali come manufatto fisico" e nelle "Infrastrutture autostradali come esercizio" i relativi Macrotemi di riferimento.

Ciò premesso, l'individuazione dei Temi di Quadro è discesa da una preventiva attività di contestualizzazione delle finalità assegnate dal dettato normativo al Quadro progettuale, alla luce delle scelte assunte alla base dell'impianto metodologico del presente SIA.

In primo luogo, per quanto concerne le finalità riguardanti la descrizione e l'analisi delle alternative progettuali, occorre ricordare che, a fronte della particolarità e complessità dell'iter progettuale/decisionale che nell'arco di circa trent'anni ha condotto all'elaborazione del progetto definitivo in esame, si è assunta la scelta metodologica di darne evidenza all'interno della Relazione Generale Sinottica (cfr. MAM-GEN-002-R), costituente parte del presente SIA.

Per quanto attiene, invece, la descrizione degli aspetti concernenti la realizzazione dell'opera, appare del tutto evidente come detta finalità sia del tutto estranea al Quadro progettuale del presente SIA tematico in ragione dei relativi Macrotemi di riferimento.

Una volta ridisegnato l'insieme delle finalità, la definizione dei Temi di Quadro ha preso origine dalla scomposizione dell'opera in progetto in elementi progettuali (cfr. Tabella 1-5),

verificando se tali elementi fossero sufficienti a soddisfare le esigenze conoscitive conseguenti a dette finalità o, in caso contrario, procedendo ad una loro ulteriore articolazione.

Partendo dal macrotema "Infrastrutture autostradali come manufatto", tale verifica ha evidenziato la necessità di discretizzare i temi relativi a:

- "Schema infrastrutturale", distinguendo tra tracciato di progetto definitivo ed ottimizzazioni relative a soluzioni progettuali a carattere locale introdotte nel progetto definitivo rispetto a quello preliminare avanzato redatto da ASPI a valle del Dibattito Pubblico;
- "Schema funzionale", con riferimento all'articolazione in regolamentazione dei sensi di percorrenza dell'intero nodo autostradale ed in regolamentazione del traffico pesante lungo la tratta della A10 esistente compresa tra Genova Voltri e Genova Aeroporto;
- "Infrastrutture autostradali ex novo", distinguendo tra criteri e standard assunti alla base della progettazione, parti costitutive, a loro volta ulteriormente articolate in assi ed interconnessioni, ed opere d'arte, anch'esse scomposte in viadotti e gallerie.

Per quanto invece attiene il macrotema "Infrastrutture autostradali come esercizio", secondo la scomposizione precedentemente operata (cfr. Tabella 1-5), questo era stato articolato in due elementi progettuali, identificati nella "Funzione" e nel "Funzionamento".

In ragione dell'accezione data al tema della "Funzione", risulta evidente come questo non sia rilevante rispetto alle finalità attribuite al quadro in esame e, pertanto, non sia da includere all'interno dei temi di riferimento; diversamente dicasi per il tema "Funzionamento", proprio in quanto relativo ai volumi di traffico movimentati agli scenari temporali 2020 e 2030.

A fronte di tali considerazioni, i Temi di Quadro risultano i seguenti (cfr. Tabella 1-9).

Tabella 1-9 Temi di Quadro

Macrotema	Temi di riferimento		
Opera come manufatto	Modello di rete	• Schema infrastrutturale	<ul style="list-style-type: none"> Tracciato Ottimizzazioni progettuali
		• Schema funzionale	<ul style="list-style-type: none"> Regolamentazione sensi di percorrenza Regolamentazione del traffico pesante sulla A10 esistente
	Macro elementi infrastrutturali	• Infrastrutture autostradali ex novo	<ul style="list-style-type: none"> Criteri e standard progettuali Parti <ul style="list-style-type: none"> Assi Interconnessioni Opere d'arte <ul style="list-style-type: none"> Viadotti Gallerie
			<ul style="list-style-type: none"> Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di dismissione
Opera come esercizio	Funzionamento in termini di volume di traffico movimentato		

2 SINTESI DELLO STUDIO TRASPORTISTICO

2.1 PREMESSE

Attualmente il sistema autostradale a servizio del Nodo di Genova presenta elevati volumi di traffico e conseguenti condizioni di esercizio inadeguate.

Sulle tratte autostradali afferenti il Capoluogo ligure, infatti, il traffico che caratterizza un giorno medio annuale di esercizio risulta dell'ordine dei:

- 54.600 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A12 tra Genova Nervi e l'allacciamento con la A7;
- 63.200 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A7 tra Genova Bolzaneto e Genova Ovest;
- 67.700 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A10 tra Genova Voltri e l'allacciamento con la A7.

L'effetto della stagionalità nei flussi di traffico che impegnano il Nodo di Genova si rivela, rispetto all'intero esercizio annuale, particolarmente significativo (cfr. Figura 2-1).

Nel corso del periodo estivo, dalla metà di giugno sino alla metà di settembre, considerando i flussi totali di traffico, soprattutto sul mese di luglio per via della sovrapposizione dei picchi delle due componenti leggera e pesante, tale dato emerge con evidenza:

- mese di giugno circa +12% rispetto alla media annuale;
- mese di luglio circa +22% rispetto alla media annuale;
- mese di agosto circa +14% rispetto alla media annuale;
- mese di settembre circa +6% rispetto alla media annuale.

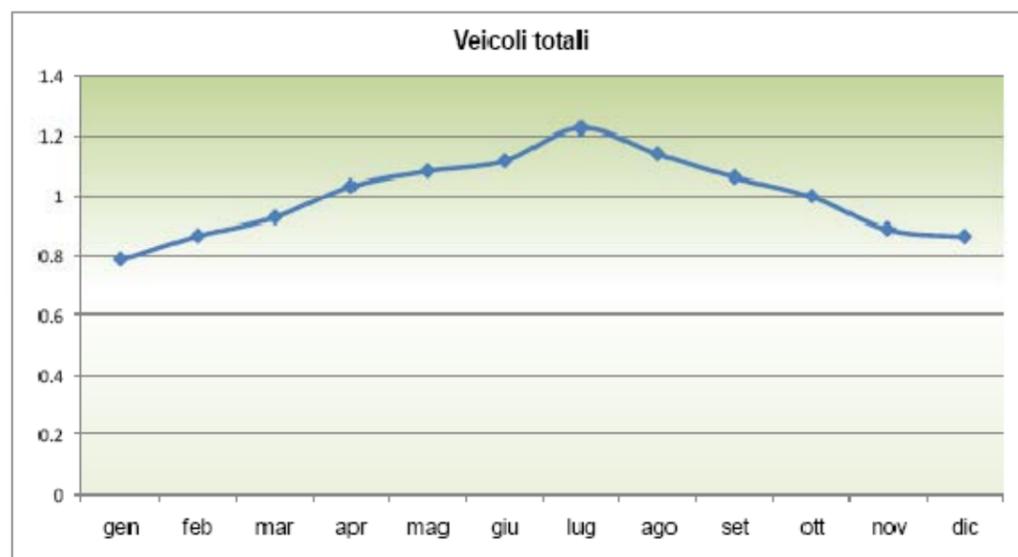


Figura 2-1 Andamento giornaliero medio mensile dei transiti totali – Anno 2009

Con riferimento a tale periodo, i volumi di traffico che caratterizzano il sistema autostradale genovese tendono verso valori decisamente più marcati e incompatibili con le attuali geometrie a due corsie per direzione di marcia che caratterizzano l'intero sistema:

- 62.150 come VTGM totale sulla A12 tra Genova Nervi e l'allacciamento con la A7 con un picco estivo dell'ordine dei 68'000 veicoli totali nella tratta tra Genova Est e l'allacciamento con la A7;
- 64.700 come VTGM totale sulla A7 tra Genova Bolzaneto e Genova Ovest con un picco estivo dell'ordine dei 71'500 veicoli totali nella tratta tra l'allacciamento con la A12 e l'allacciamento con la A10;
- 76.000 come VTGM totale sulla A10 tra Genova Voltri e l'allacciamento con la A7 con un picco estivo dell'ordine dei 77'700 veicoli totali nella tratta tra Genova Aeroporto e l'allacciamento con la A7.

È stato effettuato un dettagliato studio trasportistico, in cui sono stati definiti ed analizzati gli scenari di assetto evolutivo del sistema. L'analisi effettuata è riportata nell'allegato STD-0036 al Progetto Definitivo; nel presente capitolo si riporta una sintesi di premesse e risultati.

2.2 RISULTATI

La presenza di un rapporto non adeguato tra domanda ed offerta di trasporto sul nodo autostradale genovese determina l'insorgere di condizioni di deflusso fortemente instabili sulle tre direttrici autostradali che convergono sul Capoluogo ligure, generando code e blocchi del traffico pressoché quotidiani, e reiterati nel corso della giornata.

Nel corso del 2009 sul tronco di Genova sono state registrate circa 5.600 turbative da traffico per una durata complessiva di 6.320 ore che rappresentano oltre il 72% dell'esercizio annuale (cfr. Figura 2-2).

Circa il 52% delle situazioni risulta essere causato da traffico intenso o congestionato, seguito da un 16,5% di turbative dovute ad incidente e da un 11% per lavori.

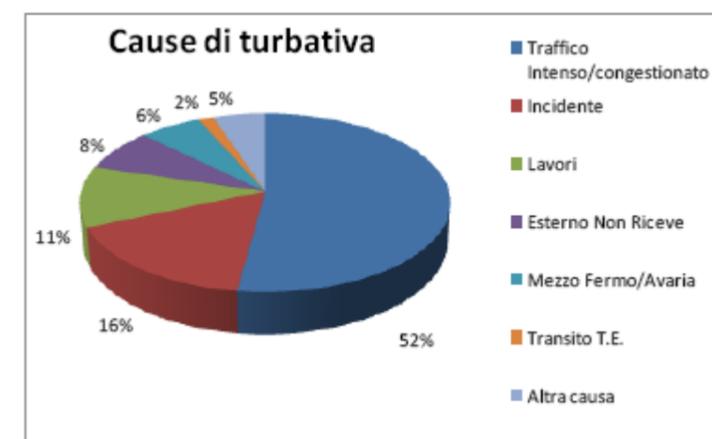


Figura 2-2 Turbative del traffico sul nodo genovese durante il 2009 (analisi su dati SIV ASPI: disaggregazione per causa)

Nel 56% dei casi, e protraendosi per il 47% delle ore totali di durata, le turbative hanno generato fenomeni di coda; nel 34% delle situazioni, invece, si sono rilevati blocchi del traffico la cui durata rappresenta il 21,5% del totale.

I fenomeni tendono a concentrarsi nelle tratte più prossime al Capoluogo ligure ed interessano principalmente quelle comprese tra Bolzaneto, Genova Est e Voltri.

Le situazioni più evidenti riguardano, in particolare la tratta tra Genova Aeroporto e l'Allacciamento tra la A10 e la A7: in corrispondenza del Ponte Morandi sul Torrente Polcevera, infatti, si registrano fenomeni critici per circa l'80% dell'arco di esercizio annuale. Situazioni di evidente criticità si registrano anche nelle tratte Genova Pegli – Genova Aeroporto, con il 77% di giorni con turbative, e All.A7/A12 – All.A7/A10, con il 72%.

Anche l'analisi dei Livelli di Servizio delle tratte autostradali afferenti il Nodo di Genova restituisce analoghe considerazioni.

Stato di fatto

L'analisi sull'intera durata del periodo estivo tra il 15 giugno ed il 15 settembre mette, infatti, in evidenza la presenza di una non trascurabile percentuale di ore con condizioni non accettabili, con LOS D – E – F, pari al 16% nelle tratte più prossime al centro genovese, ossia delimitate dalle stazioni di Genova Nervi, Genova Bolzaneto e Genova Voltri.

Il 27% dell'intero esercizio verte in condizioni di LOS C, ancora accettabili ma non pienamente in grado di assorbire oscillazioni di domanda che in questo periodo dell'anno possono presentarsi in maniera ricorrente e significativa (cfr. Figura 2-3).

Con riferimento all'esercizio complessivo nel periodo neutro, pur riscontrandosi una generale riduzione delle situazioni di criticità, permane circa un 14,8% di ore con condizioni non accettabili, con LOS D – E – F, mentre le condizioni di esercizio a LOS C assommano al 23,6% del totale.

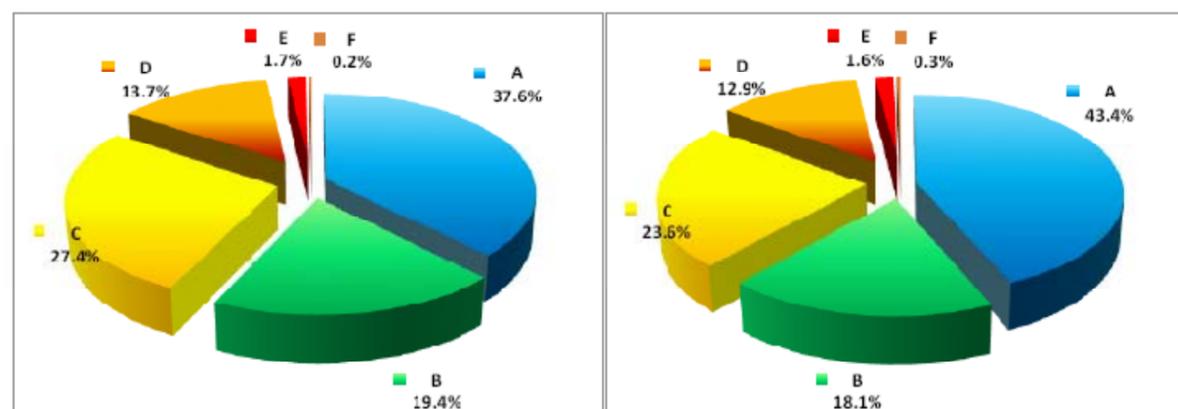


Figura 2-3 Livelli di servizio scenario attuale – Tratte elementari più prossime a Genova - Periodo estivo e periodo neutro

Evoluzione programmatica del sistema (Opzione Zero)

Tale situazione è destinata in futuro a peggiorare.

Le valutazioni effettuate sugli scenari programmatici di breve, medio e lungo termine, rispettivamente all'anno 2020, 2030 e 2040, evidenziano il progressivo scadimento delle

attuali condizioni di esercizio evidenziando l'incapacità degli interventi programmati su scala locale ed esterni al sistema autostradale, rivolti al potenziamento sia del sistema stradale sia dei sistemi di trasporto collettivo, di far fronte all'evoluzione della domanda di spostamento di persone e merci che caratterizza il Nodo di Genova.

Prendendo a riferimento gli scenari programmatici di lungo termine, cioè al 2040, si riscontra un significativo ampliarsi delle condizioni di esercizio inadeguate, Livelli di Servizio D – E – F:

- nel periodo di picco estivo per il 37,5% dell'esercizio complessivo;
- nel periodo neutro per il 33,1% dell'esercizio complessivo.

L'esercizio a condizioni adeguate, LOS A e B, si riduce ad appena circa il 42% nel corso del periodo estivo a circa il 48% durante quello neutro, cioè a meno della metà dell'intero arco di esercizio del periodo di riferimento (cfr. Figura 2-4).

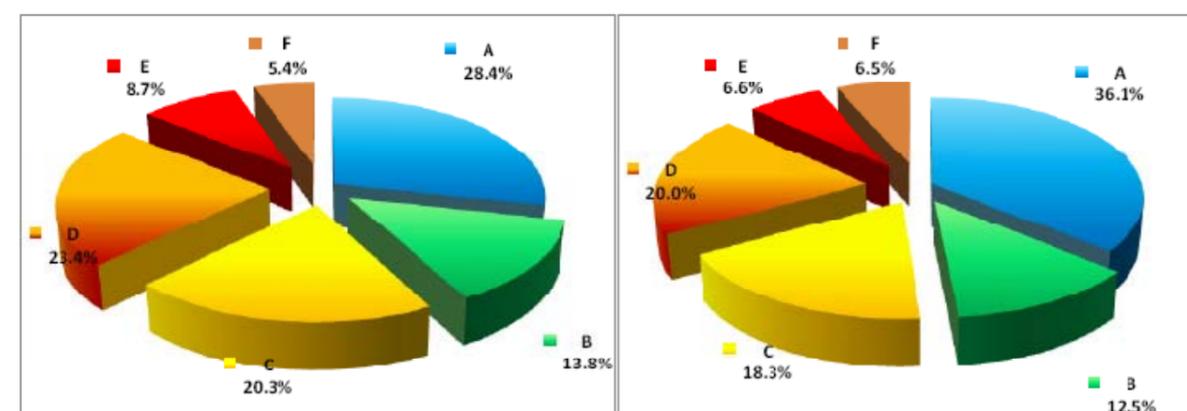


Figura 2-4 Livelli di servizio scenario programmatico – Tratte elementari più prossime a Genova - Periodo estivo e periodo neutro

Situazione di progetto

È solamente mediante la realizzazione del potenziamento del Nodo autostradale di Genova che tali condizioni di servizio possono essere ricondotte e governate entro livelli adeguati per la collettività (cfr. Figura 2-5).

La messa in esercizio della Gronda di Ponente e della Nuova carreggiata Nord della A7 e la realizzazione del potenziamento della A12 nella tratta Genova Est – Allacciamento A7, evidenziano infatti sul sistema, anche sull'orizzonte temporale di lungo periodo, cioè nel 2040, un adeguato rapporto tra domanda ed offerta di trasporto.

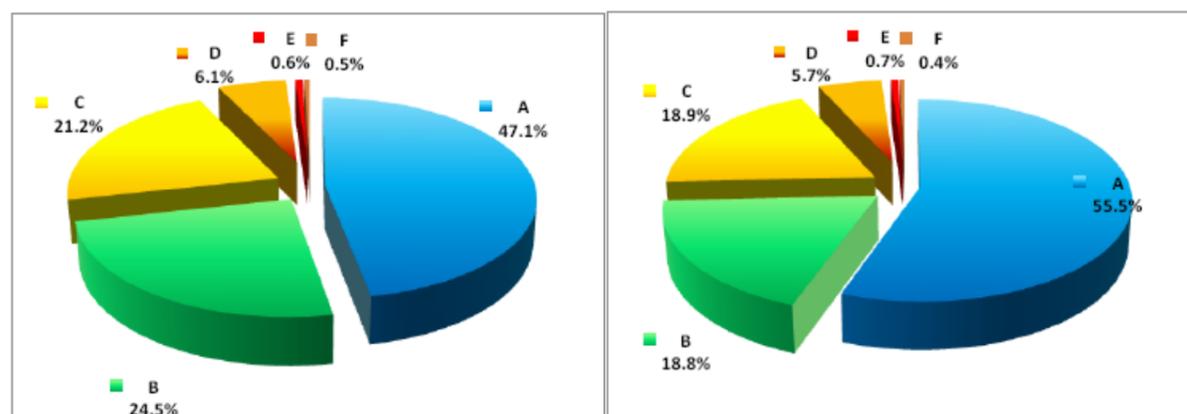


Figura 2-5 Livelli di servizio scenario progettuale – Tratte elementari più prossime a Genova - Periodo estivo e periodo neutro

In particolare con riferimento al periodo estivo:

- si ha una percentuale a LOS A e B che raggiunge il 71,6% di tutte le ore dell'intero periodo, contro solo il 42% dello scenario programmatico;
- la riduzione di ore non accettabili a LOS D, E ed F risulta evidente perché flettono di circa 30,5 punti percentuali, passando da un 37,5% dello scenario programmatico ad un 7% dello scenario progettuale.
- il 21,2% dell'intero esercizio verte in condizioni di LOS C, ancora accettabili.

Peraltro, risultano ancora del tutto accettabili le criticità a Livelli di Servizio scadenti, cioè a LOS D, LOS E e LOS F:

- il Livello di Servizio D incide sull'intero esercizio annuale per appena il 6,1%;
- le ore di funzionamento a LOS E incidono solo per lo 0,6% di tutto il periodo;
- sono presenti ore di funzionamento a LOS F per lo 0,5%.

I benefici riscontrati nel periodo estivo risultano più evidenti nell'analisi dell'esercizio del periodo neutro in cui:

- l'incidenza percentuale dell'esercizio a buone condizioni di servizio, cioè LOS A e B, si attesta sul 74,3% del totale ore dell'intero periodo, contro il 48,6% dello scenario programmatico;
- la riduzione di ore non accettabili a LOS D, E ed F risulta evidente passando da un 33,1% dello scenario programmatico ad un 6,8% dello scenario progettuale.
- il 18,92% dell'intero esercizio verte in condizioni di LOS C, ancora accettabili.

Anche con riferimento al periodo neutro, le criticità a Livelli di Servizio scadenti, cioè a LOS D, LOS E e LOS F, risultano ancora del tutto accettabili:

- il Livello di Servizio D incide sull'intero esercizio annuale per appena il 5,7%;
- le ore di funzionamento a LOS E incidono solo per lo 0,7% di tutto il periodo;
- sono presenti ore di funzionamento a LOS F per lo 0,4%.

Le performances di rete prefigurate dallo scenario progettuale di lungo termine risultano, peraltro, migliorative anche rispetto alla situazione attuale.

Tali risultanze sono determinate principalmente dai seguenti fattori.

In primo luogo occorre tenere in considerazione la capacità della Gronda di Ponente di acquisire quota rilevante del traffico distribuito sulla A10, contribuendone al decongestionamento.

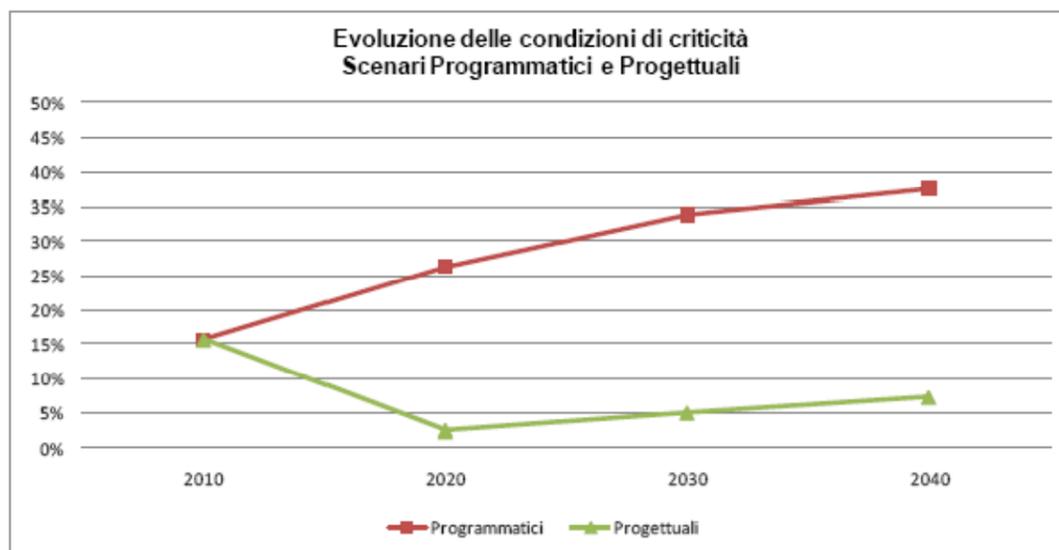
Rispetto allo stato di fatto, anno 2009, in cui sulla tratta di A10 che attraversa il Polcevera si hanno nel giorno medio estivo oltre 77.000 veicoli totali, nello scenario di progetto la domanda si riduce a circa 60'000 transiti nel 2020, circa 66.000 nel 2030 e 70.000 transiti nel 2040; in assenza di intervento i flussi tenderebbero a crescere sino a volumi dell'ordine dei 89'500 sul lungo termine, cioè al 2040.

Tale considerazione, se estesa al periodo neutro, diviene ancora più rilevante. Attualmente i flussi sul ponte sul Polcevera si attestano sui 71'700 veicoli totali; nello scenario programmatico tale domanda tenderebbe a evolvere verso volumi dell'ordine dei 75.000 veicoli totali al 2040; la realizzazione della Gronda di Ponente riduce la quota di traffico sulla tratta più critica della A10 a valori dell'ordine dei 50.000 veicoli totali nel 2020, 59.000 al 2030 e 61.000 al 2040.

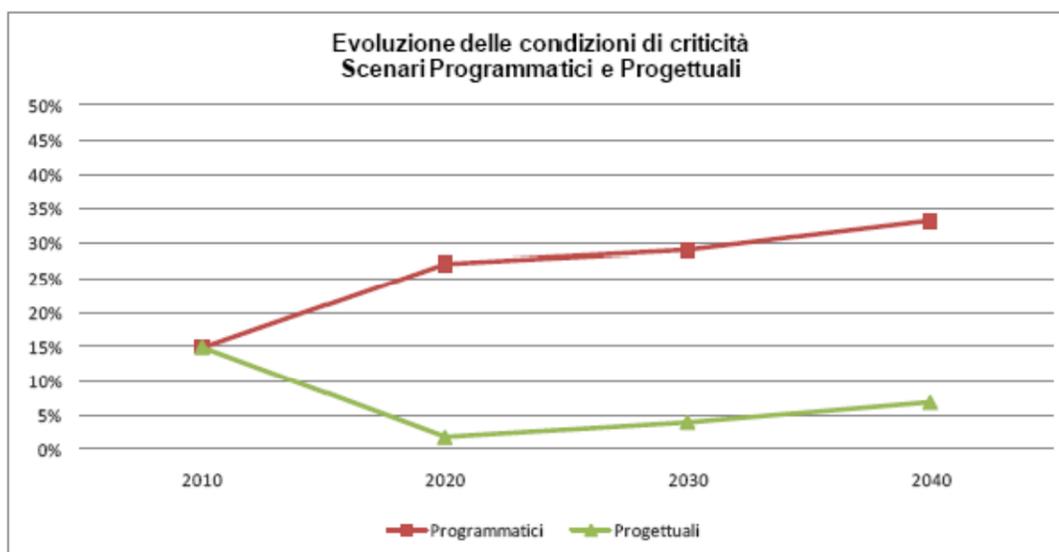
Secondariamente, oltre al ruolo ed efficacia della Gronda, va anche considerata la possibilità, data dagli interventi di realizzazione della Nuova carreggiata Nord della A7 e di potenziamento della A12 tra Genova Est e l'allacciamento con la A7 stessa, di incrementare significativamente la capacità di deflusso offerta all'utenza.

Ne deriva, complessivamente, la possibilità di irrobustire l'intero sistema autostradale a servizio del Nodo di Genova tanto nella gestione della domanda di mobilità quotidiana espressa dal territorio e dal sistema produttivo ed economico locale quanto nel migliore assorbimento delle oscillazioni nella distribuzione oraria ed entità dei flussi di traffico proprie del periodo di picco estivo o connesse a situazioni peculiari spesso legate, nel periodo invernale, a condizioni meteorologiche sfavorevoli.

La verifica comparativa eseguita sul breve, medio e lungo periodo tra l'assetto Programmatico (Opzione Zero) e l'assetto Progettuale, ben evidenzia, infatti, le differenti performances di esercizio che caratterizzerebbero il nodo autostradale di Genova rispetto all'esercizio sul periodo estivo e sul periodo neutro (cfr. Figura 2-6).



Intero arco di esercizio del periodo estivo



Intero arco di esercizio del periodo neutro

Figura 2-6 Analisi comparativa Scenario Programmatico (Opzione Zero) e Scenario di Progetto - Evoluzione delle condizioni di criticità (LOS D, E, F) - Tratte elementari più prossime a Genova

3 ANALISI ECONOMICA

3.1 PREMESSE

L'obiettivo dell'Analisi Costi Benefici consiste nel valutare gli effetti legati alla realizzazione delle opere e interpretabili come costi e benefici sociali, e di produrre indicazioni sulla desiderabilità sociale dell'intervento.

È stata affrontata un'analisi di tipo differenziale tra lo "scenario di progetto" (situazione di "intervento") di breve, medio e lungo termine e lo "scenario programmatico opzione zero" (situazione di "non intervento") sull'analogo arco temporale di previsione di breve, medio e lungo termine, che consente pertanto di prendere in esame solo i maggiori/minori costi e benefici dovuti alla realizzazione delle opere in progetto.

L'analisi effettuata è riportata nell'allegato STD-0036 al Progetto Definitivo; nel presente capitolo si riporta una sintesi di premesse e risultati.

Occorre sottolineare che l'analisi è stata condotta considerando il totale del costo di investimento delle infrastrutture di progetto pari a € 3'443'159'054, ricomputati in € 3'055'117'950 per tenere conto di un previsto ribasso d'asta del 15%.

I costi di gestione annuali, relativi sia alle manutenzioni che al personale, sono stati calcolati in via parametrica sui nuovi chilometri di autostrada previsti dal progetto, utilizzando i valori unitari medi annuali per chilometro forniti dalla Dir. di Tronco di Genova.

Per quanto riguarda i benefici derivanti dal progetto, il calcolo è stato effettuato prendendo in esame i macroindicatori per i tempi impiegati negli spostamenti e le relative percorrenze complessive (veicolikm) forniti direttamente dallo Studio di Traffico. Sulla base di tali valori si è proceduto al calcolo delle esternalità come minori costi per risparmio di tempo per merci e passeggeri, come minori costi energetici dei veicoli, minori costi per emissioni atmosferiche ed acustiche e minori costi di congestione.

Al fine di considerare l'impatto delle operazioni di cantiere, si è provveduto a quantificarne i maggiori costi, in termini di tempo e di percorrenze, per l'intero periodo in cui avranno corso le attività legate alla realizzazione degli interventi di progetto.

3.2 RISULTATI

I risultati delle valutazioni, esprimibili in termini di indicatori economici sintetici (principalmente VANE e SIRE e Rapporto Benefici/Costi Lordi) restituiscono la piena convenienza della realizzazione del progetto rispetto all'ipotesi opzione zero sull'orizzonte temporale fino al 2052, ipotizzando una piena funzionalità del sistema infrastrutturale di progetto al 2021.

Il valore positivo assunto dal VANE, pari a € 1'587'157'068 in corrispondenza del tasso di sconto di riferimento (3,5%), il valore del SIRE pari a 6,16% e il Rapporto Benefici/Costi lordi pari al 170% confermano la preferibilità della realizzazione degli interventi rispetto all'ipotesi di non intervento.

Le analisi di sensitività condotte sulla base di eventuali variazioni nella valutazione delle variabili in gioco confermano, con VANE sempre positivi e SIRE superiori al 3,5%, la sostenibilità sociale del progetto.

Il nuovo sistema infrastrutturale di riferimento per il Nodo di Genova, dato dal potenziamento del Quadro di Riferimento Programmatico intermodale mediante la realizzazione della Gronda di Ponente, della Nuova carreggiata Nord della A7 e del potenziamento della A12 tra Genova Est e l'allacciamento con la A7 stessa, emerge, pertanto, come elemento positivo nella massimizzazione degli obiettivi della società, riducendo i costi e aumentando i benefici netti di quest'ultima anche in presenza di ipotesi cautelative sul lungo periodo.

Tabella 3-1 Principali risultati dell'analisi

ANALISI COSTI BENEFICI	VAN
COSTI	
Immobilizzazioni immateriali	- 491.488.010
Terreni	- 146.962.567
Opere civili	- 1.486.839.204
Impianti e attrezzature	- 75.885.060
Costi di investimento	- 2.201.174.841
Costi di gestione	- 53.156.807
Costi complessivi	- 2.254.331.648
BENEFICI	
Valore del tempo risparmiato passeggeri	2.527.606.941
Valore del tempo risparmiato merci	806.935.233
Valore complessivo del tempo risparmiato	3.334.542.173
Costi energetici	4.085.845
Minori emissioni gas serra	1.860.825
Minori emissioni atmosferiche	8.610.851
Minori emissioni acustiche	5.435.556
Minori costi per incidentalità	6.949.292
Minori costi per congestione	1.235.232
Minori esternalità complessive	28.177.601
Valore residuo dell'opera	478.768.941
Benefici complessivi	3.841.488.716
RISULTATI	
Valore Attuale Netto Economico (VANE)	1.587.157.068
Saggio Interno di Rendimento Economico (SIRE)	6,16%
Flussi economici cumulati	
Rapporto benefici/costi lordi	170%

4 IL PROGETTO INFRASTRUTTURALE

4.1 LO SCHEMA INFRASTRUTTURALE

4.1.1 La genesi: dal progetto preliminare 2007 al progetto preliminare 2009

Come noto, il progetto del Nodo autostradale di Genova ha una storia trentennale, risalendo il primo progetto esecutivo di potenziamento dei collegamenti Est-Ovest, relativo alla bretella Voltri-Rivarolo fra le autostrade A26 e A7, agli inizi degli anni '80.

Dalla data di formulazione della prima proposta progettuale, si è susseguita una molteplicità di atti, decisioni ed iniziative progettuali, talvolta in esplicito contrasto, che hanno portato all'elaborazione, nel corso del 2007, del secondo progetto preliminare avanzato, quale evoluzione del primo progetto preliminare (concluso nel Marzo 2005) sulla base degli indirizzi allora forniti dagli Enti territoriali.

In forza del mutato orientamento maturato nelle Amministrazioni pubbliche in merito allo schema di assetto sulla scorta del quale impostare la progettazione del Nodo autostradale di Genova, nel corso del 2008-2009, sono state elaborate molteplici ipotesi progettuali che, tenendo fermo il tracciato proposto dal progetto preliminare del 2007 per il tratto della Gronda di Ponente compreso tra Vesima e la val Varenna, si sono invece concentrate sui diversi itinerari di attraversamento della Val Polcevera. Tali ipotesi, che hanno avuto nel Dibattito Pubblico (1 Febbraio – 29 Aprile 2009) il momento di loro verifica, sono le seguenti:

- Soluzione 1, con attraversamento della Val Polcevera a nord dell'attuale svincolo autostradale di Bolzaneto dell'A7 e mantenimento dell'attuale viadotto Morandi sull'A10. La soluzione è corredata dalla previsione di una bretella di collegamento del tracciato della Gronda con lo svincolo aeroportuale sull'A10, scelta singolare rispetto a tutte le altre ipotesi;
- Soluzione 2, proposta dal Comune di Genova, con attraversamento della Val Polcevera a sud del casello di Bolzaneto, mediante svincolo completo per tutti i movimenti. Il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti a sud (Genova) viene realizzato in corrispondenza dell'attuale interconnessione A7/A12, riutilizzando in parte l'attuale tratto autostradale;
- Soluzione 3, anche detta "intermedia", con attraversamento della Val Polcevera in prosecuzione alla giacitura dell'A12 all'altezza del suo innesto sull'A7 (zona di Rivarolo-Begato) e, come nel caso della soluzione 1, mantenimento dell'attuale viadotto Morandi sull'A10;
- Soluzione 4, con attraversamento della Val Polcevera subito a nord dell'attuale viadotto Morandi sull'A10, di cui se ne prevede la successiva demolizione;
- Soluzione 5, anche detta "bassa", con attraversamento della Val Polcevera subito a sud dell'attuale viadotto Morandi del quale è prevista, come nella soluzione 4, la demolizione.

A valle del Dibattito Pubblico e sulla scorta delle risultanze in detta sede emerse, il Proponente Autostrade per l'Italia ha elaborato un ulteriore progetto preliminare, di fatto basato sull'ottimizzazione della soluzione 2, da cui la denominazione "Soluzione 2 ottimizzata".

Nello specifico, la configurazione della soluzione 2 originaria può essere schematizzata come segue (cfr. Figura 4-1):

- l'esistente Autostrada A10 - nel tratto tra l'attraversamento del torrente Polcevera fino ad oltre l'abitato di Voltri (loc. Vesima) – viene raddoppiata da una nuova

infrastruttura a doppia carreggiata a due corsie più emergenza (Gronda di Ponente) che va a collegarsi all'Autostrada A12 ad est dell'interconnessione con l'A7 (loc. Begato), in corrispondenza dell'imbocco Ovest dell'attuale galleria Monte Sperone;

- le due carreggiate dell'esistente Autostrada A7 – nel tratto tra l'interconnessione con l'A12 e l'aggancio con il casello di Genova ovest per l'attuale nord – vengono utilizzate entrambe in direzione sud, in modo da potenziare il corridoio tra l'origine "Milano+Livorno" e la destinazione "Genova ovest+Ventimiglia", offrendo la possibilità di specializzarne l'uso da parte dei mezzi pesanti per le distinte destinazioni aeroporto e porto. Nel contempo viene costruita una nuova carreggiata per servire la destinazione opposta (nord);
- le due carreggiate dell'esistente autostrada A12 - nel tratto tra il casello di Genova Est e l'interconnessione con l'A7 (loc. Begato) – vengono utilizzate entrambe in direzione ovest, specializzandone una (l'attuale Ovest) per i veicoli provenienti da Livorno, mentre l'altra sarà riservata ai veicoli in ingresso a Genova est ed a quelli provenienti da Livorno diretti sull'A7 o sull'A10. Nel contempo viene costruita una nuova carreggiata per servire la destinazione opposta in direzione Livorno;
- il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti da/a nord (Milano) viene realizzato in corrispondenza dell'attraversamento della Val Polcevera, tramite 3 rami sotterranei in prossimità dello svincolo di Bolzaneto. Il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti a sud (Genova) viene realizzato in corrispondenza dell'attuale interconnessione A7/A12, riutilizzando in parte l'attuale sedime autostradale.

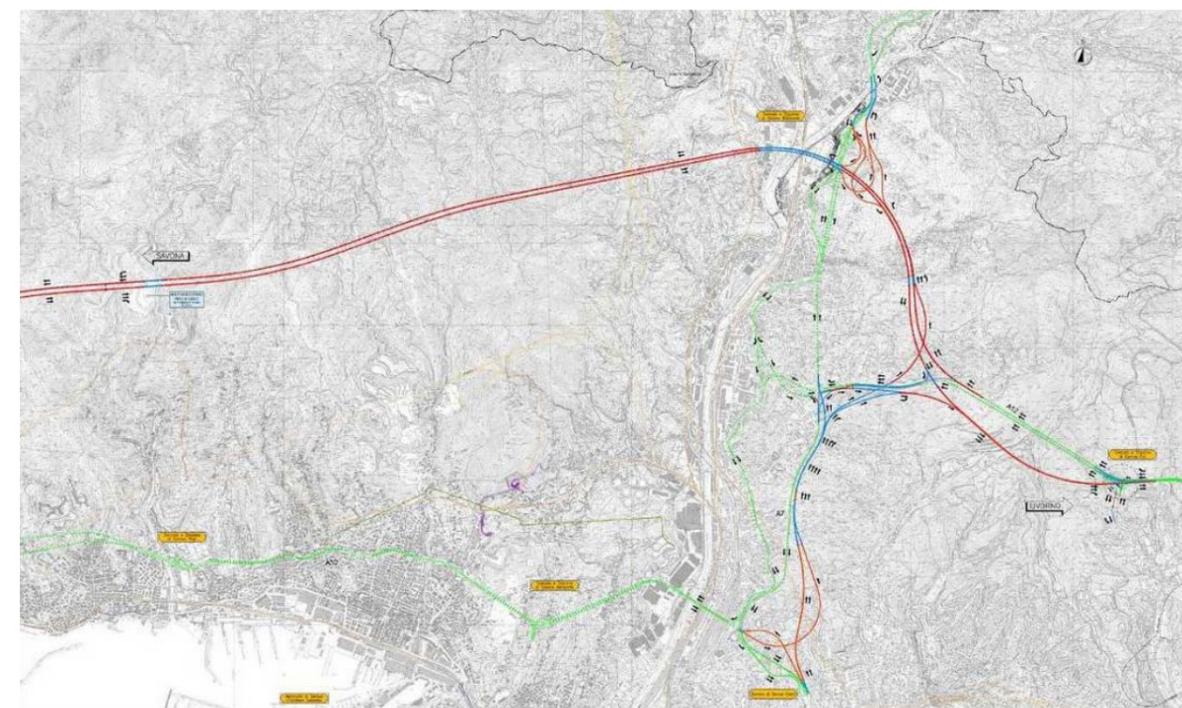


Figura 4-1 La soluzione 2 originaria

La modifica più importante introdotta nella Soluzione 2 ottimizzata, rispetto a quella originaria, ha senz'altro riguardato lo spostamento verso Est del tracciato della nuova

carreggiata dell'A7 diretta verso nord (Milano). La precedente soluzione, che manteneva la nuova carreggiata in aderenza all'attuale A7, prevedeva ampi tratti all'aperto in corrispondenza delle zone di interconnessione, semplificando le tecniche costruttive ma impattando sul tessuto abitativo di Rivarolo e Certosa. La soluzione 2 "ottimizzata" prevede invece un tracciato interamente in sotterraneo, con limitatissimi punti di affioramento in Val Torbella e Val Goresina, zone peraltro pochissimo urbanizzate (cfr. Figura 4-2).

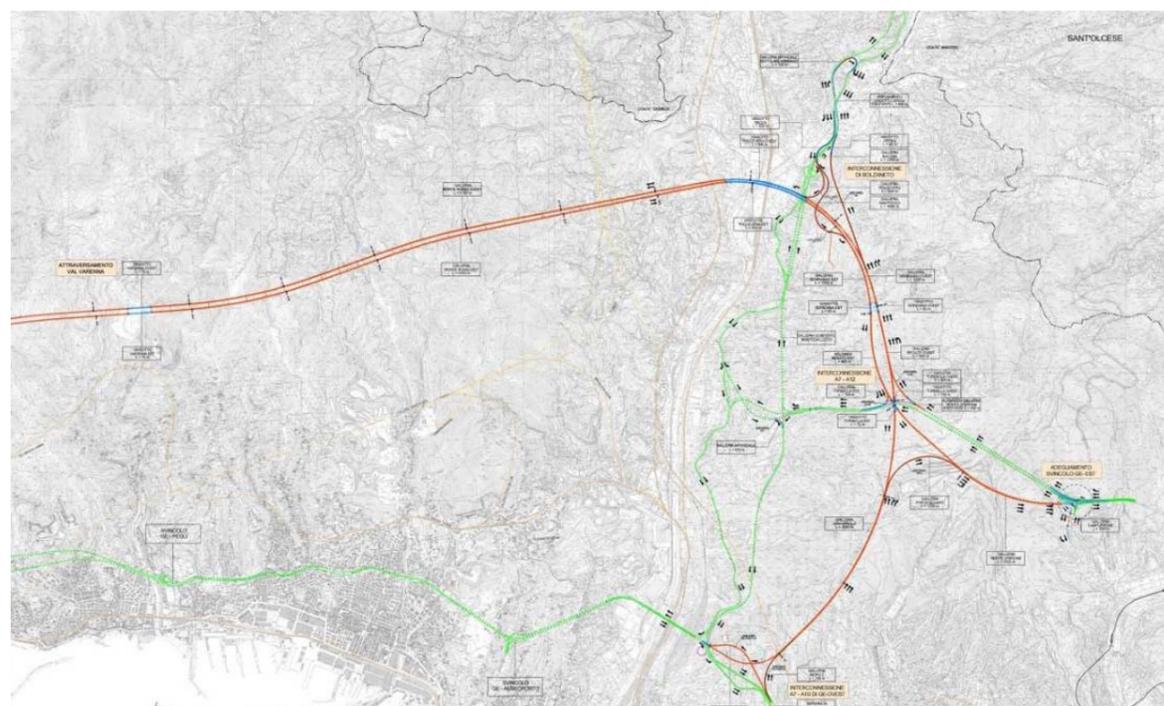


Figura 4-2 La soluzione 2 "ottimizzata"

Nello specifico, lo schema funzionale adottato prevede:

1. interconnessione fra Gronda ed A7 impostata sul nuovo svincolo (parziale) a nord di Bolzaneto;
2. sovrapposizione con la Gronda del potenziamento dell'A7, a nord della Val Torbella;
3. sovrapposizione della funzione di interconnessione dell'A12 e di potenziamento dell'A7, a sud della Val Torbella;
4. specializzazione delle due carreggiate dell'attuale A7 a sud della Val Torbella:
 - ✓ attuale sud destinata preferibilmente al traffico diretto all'aeroporto ed alla porta ovest della città;
 - ✓ attuale nord, da utilizzarsi per il senso di marcia opposto, destinata preferibilmente al traffico diretto al porto (che potrà assolvere eventualmente anche una funzione configurabile come una sorta di "retroporto" in caso di accessibilità impedita al porto per avverse condizioni meteo-climatiche).

Lo schema infrastrutturale adottato prevede:

1. alleggerimento del nuovo svincolo di interconnessione Gronda/A7 a nord di Bolzaneto, con eliminazione del ramo diretto Gronda ovest con A7 nord;
2. eliminazione di tutti i tratti all'aperto a ridosso di Certosa e Val Torbella, di potenziamento dell'A7 e di interconnessione con l'A12, presenti nelle precedenti soluzioni pubblicate;
3. potenziamento dell'A7 nord, quasi interamente in galleria e collocato a circa 1 km ad est dall'attuale A7 nord; ambiti all'aperto residui:
 - ✓ attraversamento sul T. Goresina;
 - ✓ attraversamento sul T. Torbella;
4. minimizzazione degli interventi per la realizzazione dei rami di interconnessione A7/A12;
5. minimizzazione di interventi sull'A7 attuale e quindi dei lavori in soggezione di traffico.

Oltre alla ridefinizione dello schema infrastrutturale dell'intera porzione del Nodo autostradale compresa tra l'attraversamento della Val Varenna ed i caselli di Bolzaneto, Genova Ovest e Genova Est, il progetto preliminare 2009 ha operato delle ottimizzazioni relative a soluzioni progettuali specifiche, quali quelle riguardanti le interconnessioni di Vesima e di Voltri.

Nel caso di Vesima, dove si raccordano il tracciato esistente della A10 e quello di progetto, l'ottimizzazione ha riguardato il tracciato della carreggiata Est, che si riporta in anticipo sull'asse esistente, senza più richiedere il rifacimento fuori sede del viadotto Uccelliera (cfr. Figura 4-3).

Per quanto attiene l'Interconnessione di Voltri, la soluzione sviluppata dal progetto preliminare 2009 prevede l'avvicinamento delle carreggiate Est ed Ovest della Gronda ed un minore sviluppo all'aperto delle rampe di collegamento tra Gronda, A10 e A26, riducendo l'impatto sul territorio e sulle abitazioni (cfr. Figura 4-4).

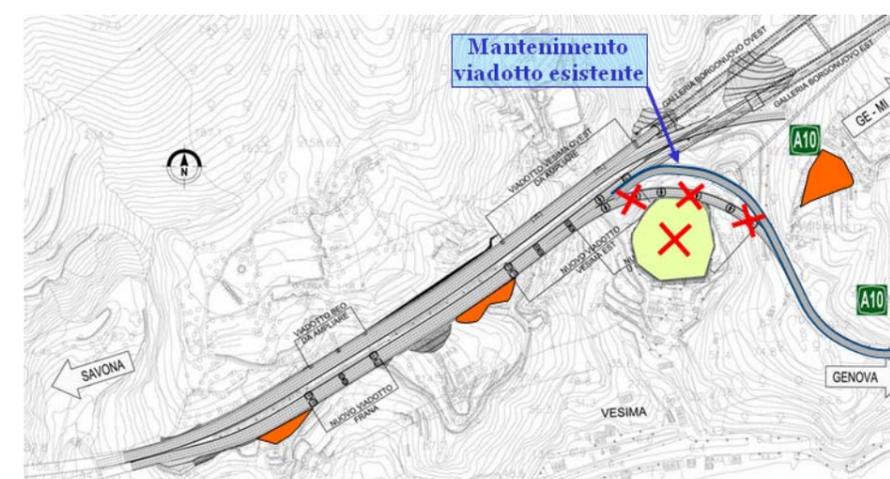


Figura 4-3 Soluzione ottimizzata dell'interconnessione di Vesima

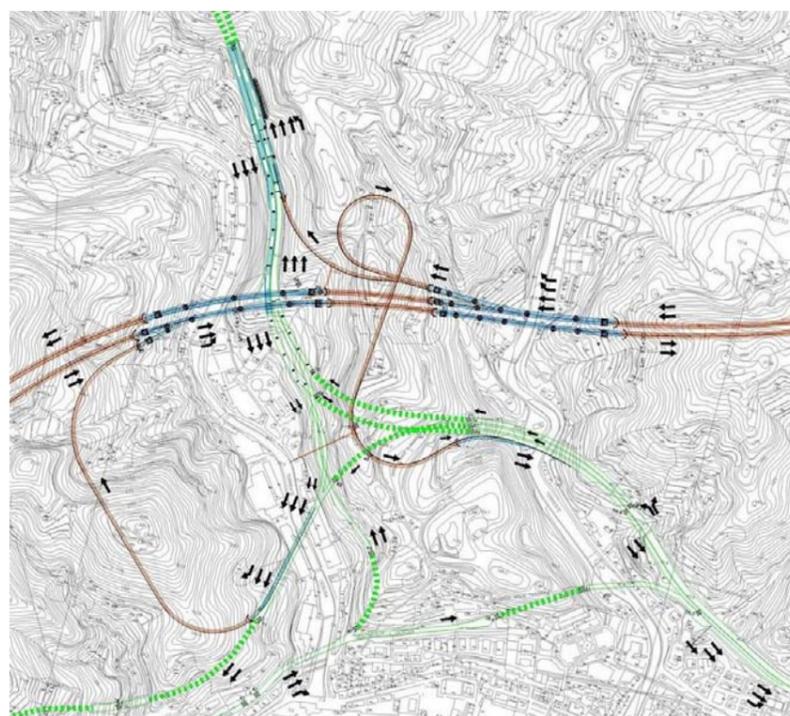


Figura 4-4 Soluzione ottimizzata dell'attraversamento di Voltri

- Adeguamento A12 in direzione Est (asse 4)
- Interconnessione di Vesima, tra la A10 esistente e la A10bis;
- Interconnessione di Voltri, tra le autostrade A10 esistente, A10bis ed A26;
- Interconnessione di Bolzaneto, tra le autostrade A10bis, A7 ed A12;
- Interconnessione di Torbella, tra la A7 e la A12;
- Interconnessione di Genova Ovest, tra la A7 e la A10;
- Adeguamento dello svincolo di Genova Est.

Nello specifico, le principali caratteristiche degli assi sono le seguenti (cfr. Tabella 4-1).

Tabella 4-1 Caratteristiche principali degli Assi

Asse	Estensione complessiva (m)	Estensione in sotterraneo (m)	Gallerie
Gronda di Ponente (assi 1 e 2)	34.033	28.554	Borgonuovo Voltri Amandola Monterosso
Adeguamento A7 (asse 3)	6.442	6.093	Granarolo Forte Diamante
Adeguamento A12 (asse 4)	4.676	4.374	Bric du Vento MonteSperone

4.1.2 Lo schema infrastrutturale del progetto definitivo

4.1.2.1 Il tracciato

Come illustrato, il tracciato del progetto definitivo costituisce l'evoluzione delle soluzioni sviluppate da Autostrade per l'Italia nel progetto preliminare 2009, il quale a sua volta in larga parte deriva dalla cosiddetta Soluzione 2, elaborata dal Comune di Genova e presentata tra le ipotesi alternative poste a confronto nel Dibattito Pubblico.

A fronte di ciò ed in considerazione del fatto che, conseguentemente, le scelte strutturali lo schema infrastrutturale (attraversamento della Val Polcevera poco a Sud dell'attuale casello di Bolzaneto; parzializzazione dello svincolo tra A10bis ed A7; sovrapposizione con la Gronda del potenziamento dell'A7, a nord della Val Torbella; sovrapposizione della funzione di interconnessione dell'A12 e di potenziamento dell'A7, a sud della Val Torbella) sono già state oggetto di trattazione nei paragrafi precedenti, la seguente illustrazione si limiterà ad operare una sintesi dello sviluppo del tracciato e delle sue parti costitutive.

Nel suo complesso, il tracciato di progetto si sviluppa a partire dalla A10 in corrispondenza dell'abitato di Vesima, attraverso un tracciato fuori sede che, superata la zona di Voltri, si sposta progressivamente verso Nord presentando due flessi successivi, per poi, attraversata la Val Polcevera in corrispondenza del casello di Bolzaneto, descrivere un'ampia curva in direzione Sud alla metà della quale si sfocia in direzione del casello della A12 di Genova Est e del casello della A7 di Genova Ovest.

Schematicamente il tracciato è composto dalle seguenti parti (cfr. MAM-I-QPGT-001):

- Gronda di Ponente A10bis, al suo interno costituita dall'asse 1 (carreggiata Est) e dall'asse 2 (carreggiata Ovest);
- Adeguamento A7 in direzione Nord (asse 3)

4.1.2.2 Le ottimizzazioni introdotte rispetto al progetto preliminare 2009

A valle della presentazione della proposta di Progetto Preliminare, è stata avviata la fase di progettazione definitiva nel corso della quale sono state studiate ed approfondite alcune tematiche particolari, oltre ad ulteriori richieste da parte degli Enti Territoriali. Nel seguito vengono descritte le principali differenze rispetto al Progetto Preliminare 2009:

1. Andamento planimetrico delle gallerie della Gronda nel tratto Vesima - Voltri
La volontà di escludere allargamenti nelle curve in galleria, necessari a garantire le corrette condizioni di visibilità, ha condotto all'adozione di raggi maggiori per alcune curve rispetto al tracciato del progetto preliminare. La modifica dei raggi delle curve e l'allontanamento relativo tra gli assi ha inoltre l'effetto indotto di aumentare la distanza tra le gallerie in progetto e l'abitato di Crevari, nonostante già la soluzione di progetto preliminare rispettasse la distanza minima richiesta (pari a 200 m). Nell'immagine seguente (cfr. Figura 4-5) si riporta il confronto tra gli assi del progetto preliminare (in magenta) e quelli del progetto definitivo (in arancione).

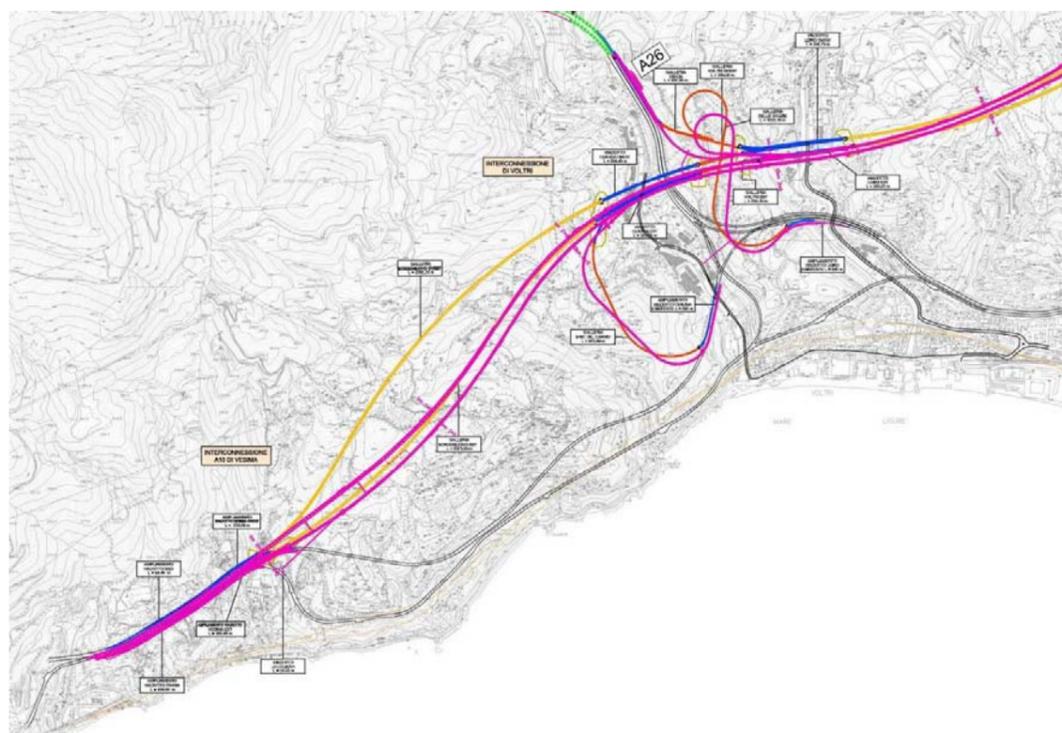


Figura 4-5 Lo spostamento del tracciato tra Vesima e Voltri

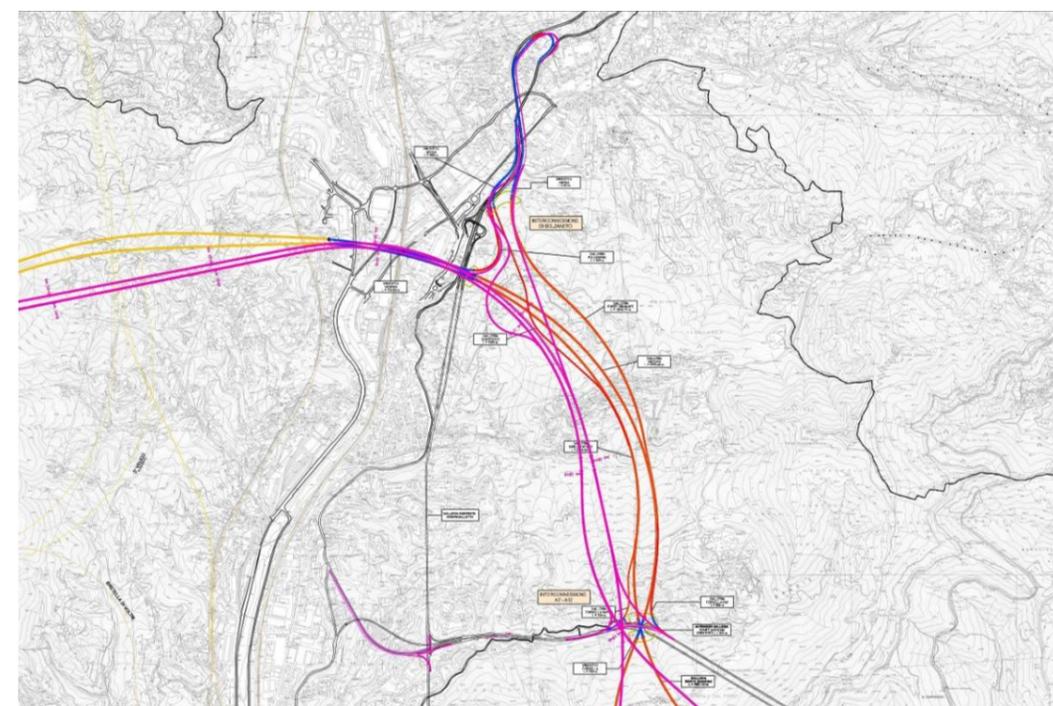


Figura 4-6 L'interramento del tracciato a Geminiano

2. Andamento plano-altimetrico dell'adeguamento A7

La modifica plano-altimetrica del tracciato dell'adeguamento della A7 è l'esito della ricerca di una soluzione progettuale atta ad evitare l'attraversamento in superficie del torrente Goresina, nei pressi dell'abitato di Geminiano. Il perseguimento di tale obiettivo ha difatti determinato la necessità di modificare il tracciato degli assi autostradali nel tratto tra l'attraversamento del torrente Torbella e l'attraversamento della Valpolcevera, oltre che sotto il profilo altimetrico, anche rispetto a quello planimetrico, spostandoli in direzione est ed accentuandone la curvatura. La nuova soluzione elimina i viadotti e gli imbocchi a Geminiano mentre le due gallerie Begato e Geminiano (in carreggiata Est e Ovest), prima separate, si uniscono nella galleria Forte Diamante, lungo l'asse dell'A7, ed in quella Bric du Vento, lungo l'asse dell'A12, portando il loro sviluppo a circa 2.500 m ciascuna.

Di conseguenza sono stati adattati alle posizioni degli assi principali anche i tracciati delle rampe di interconnessione che ad essi si collegano.

Nell'immagine seguente (cfr. Figura 4-6) si riporta il confronto tra gli assi del progetto preliminare (in magenta) e quelli del progetto definitivo (in arancione).

3. Andamento planimetrico adeguamento A12

La configurazione di progetto prevede numerosi innesti/diversioni tra assi in sotterraneo. Le difficoltà tecniche legate alla realizzazione di sezioni di dimensioni notevoli ha determinato il posizionamento delle zone di confluenza (cameroni) in corrispondenza dei tratti in cui l'ammasso roccioso presenta condizioni geomeccaniche più favorevoli (cfr. Figura 4-7).

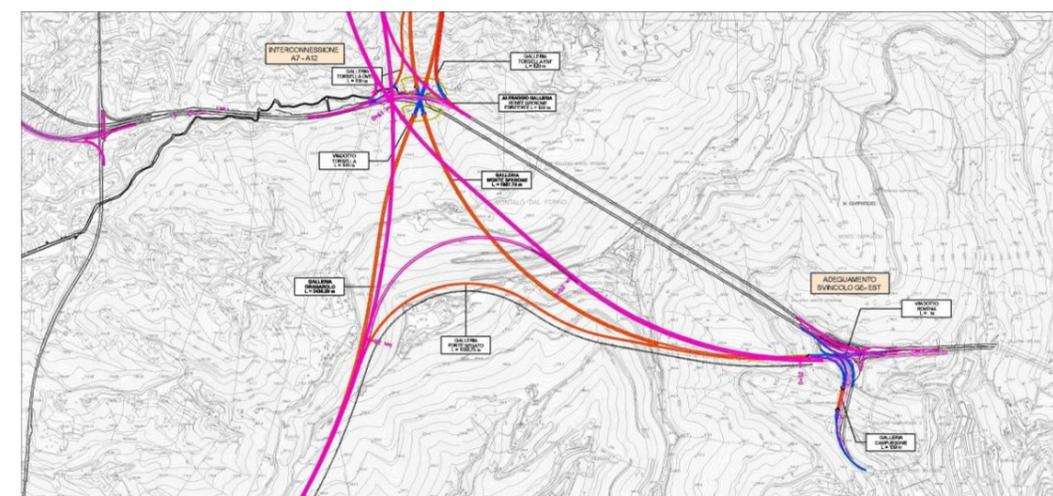


Figura 4-7 La modifica di tracciato della galleria Forte Begato

Tale scelta ha comportato in generale leggere modifiche di tracciato delle rampe. Il caso in cui la modifica risulta più evidente è lo spostamento verso Sud del tracciato

della rampa di interconnessione A7 nord - A12 est, interessata dalla realizzazione della galleria Forte Begato, con un conseguente incremento dello sviluppo della rampa in sotterraneo.

4. Configurazione dello svincolo Genova Est

L'intervento di adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 termina verso est in corrispondenza dello svincolo di Genova est, punto in cui la nuova carreggiata della A12 in direzione Est si affianca a Sud dell'infrastruttura esistente e si ricollega alla carreggiata esistente in direzione Livorno. L'attuale carreggiata in direzione est della A12 viene riqualificata mediante l'inversione in direzione ovest. Risultano in questo modo disponibili in direzione ovest entrambe le carreggiate oggi esistenti della A12; si consente in questo modo la specializzazione del traffico che viene indirizzato come di seguito descritto:

- Il traffico in direzione Ventimiglia – Alessandria – Milano viene indirizzato nella carreggiata in direzione Ovest destra: dopo aver percorso la galleria Montesperone esistente il tracciato si collega, mediante l'alesaggio della galleria nella sua porzione terminale, con l'asse della A7 in direzione nord e successivamente con l'asse della A10 bis in direzione ovest;
- Il traffico in direzione Genova ovest – Genova Aeroporto – Genova Bolzaneto viene indirizzato nella carreggiata in direzione ovest sinistra: dopo aver percorso la galleria Montesperone esistente (in direzione contraria rispetto al traffico attuale) il tracciato prosegue rimanendo sul sedime dell'autostrada esistente fino al termine del tracciato della attuale A12, zona in cui si trovano le rampe di interconnessione con la A7 sia in direzione nord (carreggiata Nord esistente) sia in direzione sud (carreggiata esistente in direzione Sud e carreggiata esistente riqualificata in direzione Sud).

Tale differente regolamentazione dei sensi di percorrenza ha determinato la necessità di gestire la confluenza tra le due direttrici. Nel progetto preliminare tale problema era risolto creando una corsia di immissione in direzione Ventimiglia, posta in corrispondenza della rampa per lo svincolo di Genova est; tale corsia sovrappassava le carreggiate esistenti e si innestava sulla carreggiata in direzione ovest sinistra, unendosi in questo punto con la corsia in ingresso da Genova est. Tale soluzione, oltre alla necessità di realizzare una nuova opera di scavalco della carreggiata prevedeva anche la necessità di allargare il viadotto Veilino esistente.

Nel progetto definitivo la confluenza tra le due direttrici è stata risolta mediante un'intersezione a raso, prevedendo, a valle della corsia di uscita in direzione Genova est, un tratto a tre corsie e la successiva separazione: due corsie proseguono lungo la carreggiata destra, mentre una corsia si sposta verso la carreggiata sinistra; a quest'ultima si unisce la corsia in ingresso da Genova est. La soluzione di progetto definitivo prevede modesti interventi di adeguamento del sottopasso di svincolo esistente, che viene allungato, ma evita sia la costruzione di una nuova opera di scavalco, sia l'allargamento del viadotto Veilino esistente, intervento particolarmente delicato considerate le problematiche legate all'instabilità dei versanti su cui insiste l'opera esistente.

Nel complesso le ottimizzazioni precedentemente descritte hanno portato alla configurazione progettuale riportata nella Figura 4-8.



Figura 4-8 La corografia dell'intervento

4.2 LO SCHEMA FUNZIONALE

4.2.1 La regolamentazione dei sensi di percorrenza

4.2.1.1 Gronda di Ponente (Adeguamento A10)

L'intervento di adeguamento dell'autostrada A10 (cui si fa riferimento come Gronda di Ponente) prevede:

- la realizzazione di un'infrastruttura in variante rispetto al tracciato esistente, denominata A10bis, a due carreggiate separate, che si sviluppa da Vesima fino alla sponda sinistra del Polcevera;
- la riqualifica dell'autostrada esistente nel tratto compreso tra Vesima e l'interconnessione A10-A26 (Voltri).

Le due carreggiate della A10bis (cfr. MAM-I-QPGT-002) saranno percorse rispettivamente dai mezzi provenienti da Ventimiglia e diretti a Genova/Livorno (Carreggiata Est - asse 1) e dai mezzi provenienti da Genova/Livorno e diretti a Ventimiglia (Carreggiata Ovest - asse 2).

L'intervento di riqualifica dell'infrastruttura esistente prevede la riconfigurazione a due corsie più emergenza degli assi autostradali esistenti e la modifica funzionale di alcune rampe dell'interconnessione A10-A26 finalizzata a realizzare un percorso continuo a due corsie per la relazione A10 ovest – A26. L'intervento comprende infatti la geometrizzazione di due assi principali (assi 9 e 10) e di quattro rampe di interconnessione.

4.2.1.2 Adeguamento A7

L'intervento di adeguamento dell'autostrada A7 prevede:

- la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione Nord (asse 3);

- la riqualifica dell'autostrada esistente.

Il progetto della carreggiata della A7 in direzione Nord ha origine in corrispondenza della barriera di Genova Ovest, a nord del piazzale di esazione, e termina a Bolzaneto.

La carreggiata esistente in direzione Nord viene riqualificata con gli interventi di seguito descritti:

- nel tratto tra l'interconnessione in zona Torbella (A7-A12) e lo svincolo di Bolzaneto viene riutilizzata in direzione nord per assicurare il collegamento Ventimiglia-Milano per gli utenti provenienti dalla Gronda di Ponente e per garantire accessibilità alla stazione di Bolzaneto;
- nel tratto tra l'interconnessione Torbella (A7-A12) e la barriera di Genova Ovest l'infrastruttura esistente viene riqualificata mediante l'inversione in direzione Sud (andando di fatto a costituire un potenziamento dell'infrastruttura esistente).

Il tratto interessato dalla riqualifica della A7 esistente in direzione Sud (ex carreggiata Nord) si estende tra l'intersezione Torbella (A7-A12) e lo svincolo di Genova Ovest. L'intervento consiste nella rigeometrizzazione ad una corsia dell'intero tratto e realizza, in sostanza, un potenziamento dell'infrastruttura in direzione Sud costituendone una terza corsia su cui indirizzare il traffico pesante diretto in porto.

4.2.1.3 Adeguamento A12

L'intervento di adeguamento dell'autostrada A12 prevede:

- la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione est (asse 4);
- la riqualifica dell'autostrada esistente.

L'asse della nuova carreggiata in direzione Est ha origine in corrispondenza del punto terminale dell'asse ovest della A10bis, dando ad esso di fatto la logica continuità funzionale per il traffico in direzione Livorno.

L'attuale carreggiata in direzione est viene riqualificata ed invertita in direzione ovest (asse 5), nel tratto tra Genova Est e l'interconnessione A7-A12, per assicurare il collegamento in direzione di Genova Ovest/Genova Aeroporto per il traffico proveniente da Livorno. In tale carreggiata sarà indirizzato il traffico in direzione di Genova Ovest e di Genova Aeroporto, oltre al traffico leggero, che potrà percorrere anche l'A10 nel suo tracciato storico.

L'attuale carreggiata ovest (asse 6) viene collegata all'asse della A7 in direzione nord per assicurare il collegamento in direzione Milano/Ventimiglia. In tale carreggiata verrà indirizzato sia il traffico in direzione Milano sia il traffico passante in direzione Ventimiglia (percorrendo la nuova A10 bis). Per collegare il percorso con origine Livorno con il tracciato della A7 in direzione Nord viene utilizzata l'attuale galleria Montesperone, sulla quale è previsto un intervento di alesaggio del tratto terminale per deviare la direzione dell'asse in sotterraneo e consentire il collegamento con l'asse in direzione nord.

4.2.1.4 Interconnessione di Vesima (A10 – A10bis)

L'intervento ha inizio ad Ovest dell'abitato di Genova, in corrispondenza di Vesima, dove viene realizzato un tratto a quattro corsie prima della suddivisione degli assi tra A10 (tracciato storico) e A10bis (tracciato in variante).

Questo primo tratto di intervento viene considerato una zona di interconnessione, anche se in effetti il progetto realizza lo sfioro (in direzione est) e la confluenza (in direzione ovest) della Gronda di Ponente sull'autostrada A10, e l'adeguamento in un tratto dell'autostrada esistente.

L'intero tratto è compiutamente definito da quattro assi di progetto:

- rampa 1 - A10 Est - A10bis Est (Savona - Livorno)
- rampa 2 - A10bis Ovest - A10 Ovest (Livorno - Savona)
- rampa 3 - A10 Est - A10 Est esistente (Savona - Genova)
- rampa 4 - A10 Ovest esistente - A10 Ovest (Genova - Savona)

4.2.1.5 Interconnessione di Voltri (A10 - A10bis - A26)

L'interconnessione assicura il collegamento tra gli assi di nuova realizzazione della A10bis con gli assi esistenti della A10 e della A26. È prevista la realizzazione di tre rampe:

- rampa 1 - A10bis Ovest - A26 Nord (Livorno - Alessandria)
- rampa 2 - A10bis Ovest - A10 Est (Livorno - Genova)
- rampa 3 - A26 Sud - A10bis Est (Alessandria - Livorno)

4.2.1.6 Interconnessione di Bolzaneto (A7 - A12 - A10bis)

L'interconnessione di Bolzaneto assicura il collegamento tra A7, A12 e A10bis in prossimità dello svincolo di Bolzaneto, in cui il tracciato della A10bis termina formalmente (funzionalmente l'asse in direzione ovest trova continuità con l'asse della A12 in direzione est) e si collega alle altre due autostrade del sistema genovese. È prevista la realizzazione di 4 rampe:

- rampa 1 - Collegamento A7 Nord – A10bis Ovest (Genova - Savona)
- rampa 2 - A7 Sud - A10bis Ovest (Milano - Savona)
- rampa 3 - A7 Sud - A12 Est (Milano - Livorno)
- rampa 4 - A7 Nord - A7 Sud (Genova - Genova Bolzaneto)

4.2.1.7 Interconnessione Torbella (A7 - A12)

L'interconnessione Torbella garantisce il collegamento tra le autostrade A7 e A12, considerando sia le infrastrutture esistenti, sia le carreggiate di nuova realizzazione. Essa è costituita da cinque rampe:

- rampa 1 - Rampa A7 Nord - A12 Est (Genova - Livorno)
- rampa 2 - A12 Est - A12 Ovest (Savona - Genova)
- rampa 3 - A12 Ovest - Nuova A7 Nord (Livorno - Milano)
- rampa 4 - A12 Ovest - A7 Nord Esistente (Livorno - Milano)
- rampa 5 - A12 Ovest - A7 Sud Esistente (Livorno - Genova)

4.2.1.8 Interconnessione Genova Ovest (A7 - A10)

L'interconnessione tra le autostrade A7 e A10 esistente in prossimità della stazione di Genova Ovest prevede la realizzazione di due rampe:

- rampa 1 - A7 Nord - A10 Ovest (Genova ovest - Savona)
- rampa 2 - A10 Est - A7 Nord (Savona - Milano)

Esse garantiscono il collegamento del nuovo asse della A7 in direzione Nord con il tracciato storico della A10, in prossimità del viadotto Polcevera (ponte Morandi) esistente, sia per i veicoli provenienti da Genova Ovest e diretti verso Genova Aeroporto sia per i percorsi provenienti da Genova Aeroporto e diretti verso nord mediante l'A7 Nord.

4.2.1.9 Adeguamento Svincolo Genova Est

L'intervento di adeguamento dello svincolo di Genova Est è necessario per rendere compatibile lo svincolo alla nuova configurazione dell'infrastruttura autostradale principale: in corrispondenza della zona dello svincolo, infatti, la nuova carreggiata in direzione est della A12 dapprima si affianca all'infrastruttura esistente e successivamente si raccorda planimetricamente ad essa. Inoltre, l'utilizzo in direzione opposta dell'attuale carreggiata est fa sì che la funzionalità dello svincolo sia nettamente compromessa dalla configurazione di progetto.

L'intervento consiste nella realizzazione di tre rampe:

- rampa 1 - uscita da A12 Est
- rampa 2 - uscita da A12 Ovest
- rampa 3 - immissione da Genova Est verso A12 Ovest

Lo svincolo è completato funzionalmente dall'attuale rampa di immissione in direzione Est e dall'attuale rampa di immissione in direzione Ovest, che nella configurazione di progetto risulterà dedicata alle destinazioni Milano e Ventimiglia, essendo collegata alla carreggiata in direzione Ovest Destra.

4.2.2 La regolamentazione del traffico pesante lungo la tratta urbana della A10 esistente

A completamento dell'intervento di adeguamento dell'autostrada A10, che prevede la realizzazione di un'infrastruttura in variante rispetto al tracciato esistente (A10bis), il tratto della A10 tra gli svincoli di Genova Voltri e Genova Aeroporto verrà interdetto al traffico pesante.

Infatti, le rampe 1 e 2 dell'interconnessione di Voltri (A10 – A10bis – A26) assicurano ai veicoli provenienti da Livorno il collegamento con la A10 in direzione di Genova, in modo da garantire l'accesso al porto commerciale di Voltri da parte dei mezzi pesanti, obbligati a percorrere la A10bis. L'infrastruttura esistente continua a garantire l'accesso al porto di Voltri ed all'autostrada esistente tra Genova Voltri e Genova Aeroporto.

4.3 LE NUOVE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI

4.3.1 Gli standard ed i criteri progettuali

4.3.1.1 Inquadramento Normativo

L'intervento in oggetto realizza l'adeguamento delle infrastrutture autostradali ricadenti nell'area genovese (A10, A7, A12, A26), tramite il potenziamento fuori sede dell'A10 (Gronda di Ponente) e quello parzialmente fuori sede di A7 e A12.

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

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

Considerato che l'intervento è in larga parte interessato da tratti in sotterraneo, con presenza di lunghe gallerie, nella definizione del progetto stradale si è fatto riferimento anche a quanto previsto in termini di requisiti minimi dal D. Lgs 5.10.2006, n. 264 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea", che si applica a tutte le gallerie di sviluppo superiore a 500 metri appartenenti alla rete TERN (Trans-European Road Network).

In particolare, la Gronda di Ponente è stata progettata per risultare completamente rispondente alle indicazioni contenute nelle istruzioni tecniche allegate al DM del 5.11.2001. Unica eccezione è rappresentata all'interno delle gallerie Borgonuovo, Amandola e Monterosso dall'assenza delle piazzole di sosta e dalla previsione di accessi carrabili per i mezzi di soccorso (bypass carrabili) ad un interasse di 1500 metri. La soluzione progettuale adottata, resasi necessaria in relazione alla modalità di scavo prevista per le gallerie in presenza di materiali potenzialmente amiantiferi, è stata definita nel rispetto dei requisiti di sicurezza fissati dal suddetto D. Lgs 5.10.2006, n. 264.

4.3.1.2 I criteri per la progettazione degli assi autostradali

4.3.1.2.1 Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

- a. *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono aver un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che risulta:

pari a 339 metri nel caso di autostrade extraurbane

- b. *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettilo (L) che la precede:*

$$\text{per } L < 300 \text{ m } \quad R \geq L$$

$$\text{per } L \geq 300 \text{ m } \quad R \geq 400 \text{ m}$$

- c. *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in Figura 4-9.

- d. *Lunghezza massima dei rettili:*

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max}$$

dove $V_{p,\max}$ è la velocità massima dell'intervallo delle velocità di progetto, espressa in km/h, ed L si ottiene in metri.

e. Lunghezza minima dei rettifili.

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma (Tabella 4-2); per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

Tabella 4-2 Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

V _p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L _{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

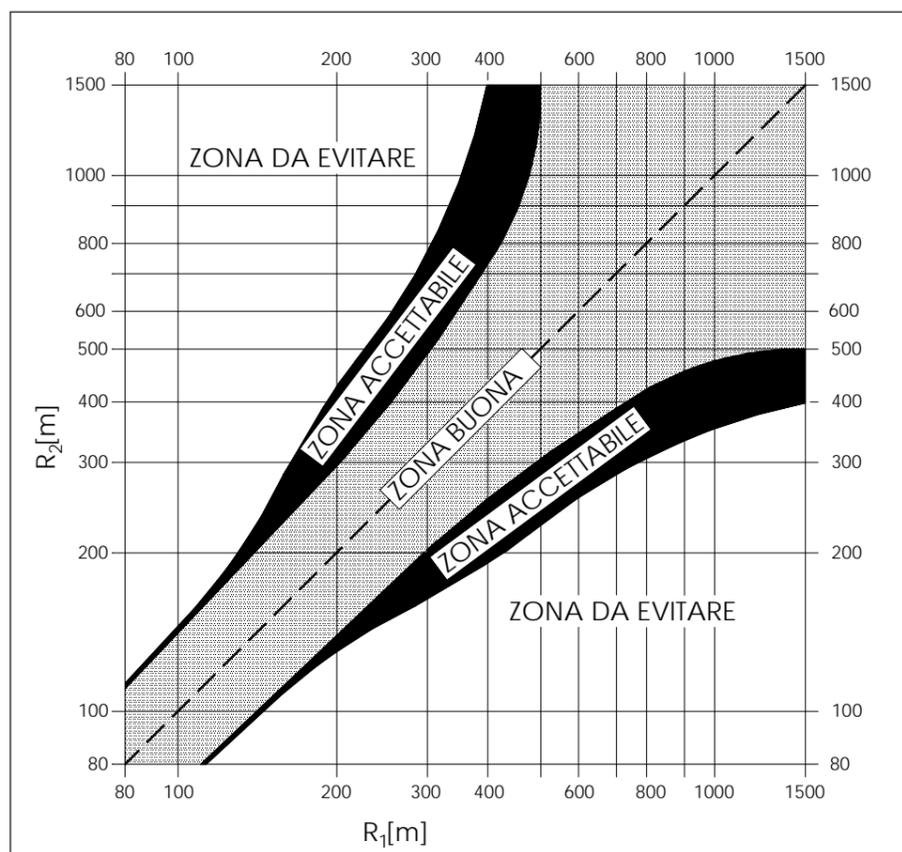


Figura 4-9 Abaco di Koppel (DM 05/11/01)

f. Congruenza del diagramma delle velocità.

La norma prevede che per V_p, max ≥ 100 km/h (e quindi per autostrade), nel passaggio da tratti caratterizzati dalla V_p, max a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 10 km/h (f₁).

Inoltre, fra due curve successive (nel caso di V_{p1} > V_{p2}), tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 15 km/h (f₂).

g. Lunghezza minima delle curve circolari.

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti, deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min} = 2.5 \cdot v_p$$

con v_p in m/s ed L_{c,min} in m.

h. Verifica del parametro A degli elementi a curvatura variabile (Clotoidi)

La verifica può avvenire attraverso 3 criteri quali:

- ✓ Criterio 1 (Limitazione del contraccolpo)
- ✓ Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)
- ✓ Criterio 3 (Ottico)

Oltre ai criteri precedentemente descritti la norma prevede che il rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e il rapporto A₁/A₂ tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto indicato dal D.M. 5/11/2001, soddisfino le relazioni:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \text{ e } 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

4.3.1.2.2 Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

i. Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo A (autostrade extraurbane), è pari al 5% (in galleria 4%).

j. Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

- se invece D > L

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h₁ = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h₂ = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m.

k. *Raccordi verticali concavi*

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

- se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

$$R_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta)}$$

- se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale

ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto all'asse del veicolo.

Si pongono di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

4.3.1.2.3 *Analisi di visibilità*

Per distanza di visuale libera (DVL) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade a carreggiate separate, con la **distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.

La procedura adottata per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto tiene conto del nuovo quadro di riferimento rappresentato dalla disposizione del Codice della Strada, introdotta dal D.Lgs. 15 gennaio 2002 n.9, che limita a 110 km/h la velocità massima consentita in autostrada in presenza di pioggia.

Visto che il D.M. 05/11/2001 specifica che i valori di aderenza da adottare nel calcolo delle distanze di arresto (e precisati nello stesso testo della norma, vedi anche Tabella 4-3) sono riferiti a condizioni di pavimentazione bagnata, si è ritenuto che l'introduzione del limite di velocità di 110 km/h in presenza di pioggia consentisse di calcolare le distanze di arresto, limitando superiormente la velocità di progetto dei singoli elementi del tracciato a 120 km/h. Tale valore è stato determinato in analogia a quanto indicato nella norma, che prescrive di effettuare le verifiche adottando un valore massimo della velocità di progetto pari al limite di velocità legale previsto dal Codice della Strada incrementato di 10 km/h, al

fine di mantenere il fattore di sicurezza adottato (e quindi il livello di rischio accettato) dalla norma stessa.

Tabella 4-3 DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_i	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34

Nel calcolo delle distanze di arresto si è fatto anche riferimento alla condizione di pavimentazione asciutta; le verifiche sono state effettuate considerando che il tracciato sia percorso alla velocità di progetto, secondo il diagramma delle velocità, ed adottando valori di aderenza su pavimentazione asciutta. Per questi ultimi, non essendo forniti dal D.M., si è fatto ricorso a valori reperibili in letteratura ed in particolare ai dati sperimentali del progetto VERT, finanziato dalla UE nel periodo 1999 – 2001, nell'ambito del progetto Brite Euram BRPR-CT97-0461.

Analizzando i dati disponibili di misure su superficie asciutta effettuate per il progetto VERT dai laboratori del CETE francese e del VTI svedese, è stato ottenuto un valore medio cautelativo di aderenza a ruota bloccata di 0,70, sostanzialmente costante al variare della velocità ed indipendente dalle caratteristiche di tessitura dei piani viabili.

Nei tratti in galleria, per lunghezze superiori a 500 m, si sono ipotizzate condizioni di pavimentazione asciutta, ma prevedendo il ricorso a coefficienti di aderenza ridotti del 15% circa ($f_i = 0.6$) rispetto al valore impiegato nei tratti all'aperto, per tenere conto delle particolari condizioni che possono verificarsi in sotterraneo.

Per completezza è stata valutata (e confrontata con la distanza di visuale libera) anche la distanza di arresto calcolata con riferimento alla velocità di progetto da diagramma delle velocità, adottando i coefficienti di aderenza da norma. Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_i(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

Ra = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_i = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r₀ = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione dell'attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

4.3.1.3 I criteri per la definizione della geometria d'asse nella progettazione d'intersezioni

Con riferimento alla geometria degli elementi modulari delle rampe, al fine di valutare gli standard geometrici, si sono individuati i seguenti criteri relativamente a:

a) raggi minimi planimetrici;

Le curve circolari devono avere un raggio superiore al raggio minimo che risulta funzione della velocità minima dell'intervallo di progetto (Tabella 4-4).

Tabella 4-4 – Raggi minimi delle rampe in funzione della velocità di progetto minima

Velocità di progetto minima (km/h)	30	40	50	60	70	80
Raggio planimetrico minimo (m)	25	45	75	120	180	250

b) parametri minimi e massimi delle clotoidi;

Per l'inserimento di curve a raggio variabile, si è fatto riferimento ai criteri contenuti nel D.M. 5/11/2001.

c) pendenze longitudinali massime.

La pendenza massima delle livellette considerata in funzione della velocità di progetto è quella riportata in Tabella 4-5.

Tabella 4-5 Pendenze massime delle rampe

Velocità di progetto minima (km/h)	30	40	50	60	70	80
Pendenza massima in salita (%)	10	7.0			5.0	
Pendenza massima in discesa (%)	10	8.0			6.0	

d) raggi altimetrici minimi (raccordi concavi);

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

e) raggi altimetrici minimi (raccordi convessi).

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

4.3.1.4 I criteri per il dimensionamento delle corsie specializzate

Il dimensionamento delle corsie specializzate di immissione e diversione è stato effettuato con riferimento ai criteri contenuti nelle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" (D.M. 19.04.2006).

4.3.1.4.1 Le corsie di diversione

Con riferimento al caso di configurazione parallela (Figura 4-10), la lunghezza del tratto di decelerazione L_{d,u} (avente inizio a metà del tratto di manovra e fine all'inizio della rampa in uscita, coincidente con il punto di inizio della clotoide) è correlata alla diminuzione di velocità longitudinale tra quella del ramo da cui provengono i veicoli in uscita e quella ammissibile con il raggio di curvatura della rampa.

La lunghezza del tratto di decelerazione L_{d,u} viene calcolata pertanto mediante criterio cinematico utilizzando la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

L_{d,u} (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;

v₁ (m/s) è la velocità di ingresso nel tronco di decelerazione pari alla velocità di progetto del ramo da cui provengono i veicoli in uscita (velocità di progetto desunta dal diagramma di velocità);

v₂ (m/s) è la velocità di uscita dal tronco di decelerazione (per v₂ si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di uscita);

a (m/s²) è la decelerazione assunta per la manovra pari a 3 m/s² per le strade tipo A, B e 2,0 m/s² per le altre strade.

Il tratto di manovra L_{m,u} deve avere una lunghezza pari a 90 m per velocità di progetto del tratto di strada dal quale si dirama la corsia superiori ai 120 km/h.

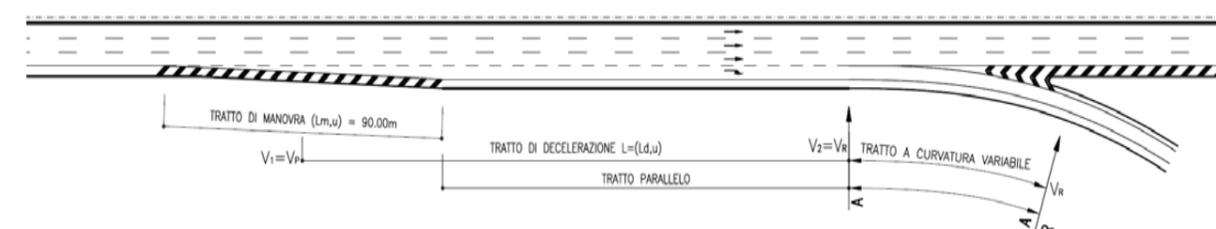


Figura 4-10 Schema planimetrico corsia di uscita (diversione) - tipologia parallela

Tabella 4-6 A10bis: aspetti generali

4.3.1.4.2 Le corsie di immissione

Con riferimento allo schema di Figura 4-11 la lunghezza minima del tratto di accelerazione $L_{a,e}$ è stata calcolata mediante la seguente espressione:

$$L_{a,e} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

dove:

$L_{a,e}$ (m) è la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;

v_1 (m/s) è la velocità all'inizio del tratto di accelerazione (per v_1 si assume la velocità di progetto corrispondente al raggio della curva di deviazione della rampa di entrata);

v_2 (m/s) è la velocità alla fine del tratto di accelerazione, pari a $0,80 \cdot v_p$ (velocità di progetto della strada sulla quale la corsia si immette, desunta dal diagramma di velocità);

a (m/s²) è l'accelerazione assunta per la manovra pari a 1 m/s^2 .

Il tratto di raccordo $L_{v,e}$ deve avere una lunghezza pari a 75 metri per velocità di progetto, della strada su cui la corsia si immette, superiori a 80km/h ($L_{v,e} = 50$ metri per velocità di progetto minori o uguali a 80km/h).



Figura 4-11 Schema planimetrico corsia di immissione

4.3.2 **Gli assi**

4.3.2.1 **La Gronda di Ponente A10bis (asse 1 ed asse 2)**

L'intervento di adeguamento dell'autostrada A10 (cui nel seguito del progetto si farà riferimento come Gronda di Ponente) si configura come un intervento di potenziamento fuori sede: si prevede infatti la realizzazione di un'infrastruttura in variante rispetto al tracciato esistente, denominata nel seguito A10bis (cfr. MAM-I-QPGT-003), a due carreggiate separate, che si sviluppa da Vesima (zona in cui il tracciato in variante si congiunge con il tracciato storico) fino alla sponda sinistra del Polcevera (zona in cui avviene l'intersezione teorica con l'autostrada A7), oltre alla riqualifica dell'autostrada esistente nel tratto compreso tra Vesima e l'interconnessione A10-A26 (Voltri).

Itinerario
Il progetto della A10bis si sviluppa dall'interconnessione di Vesima (zona in cui il tracciato in variante si congiunge con il tracciato storico) fino all'intersezione teorica con la A7 (in corrispondenza della sponda sinistra del Polcevera). L'opera in oggetto prevede la realizzazione di due carreggiate separate (si prevede la realizzazione di due assi all'incirca paralleli) percorse rispettivamente dai mezzi provenienti da Ventimiglia e diretti a Genova/Livorno (Carreggiata Est - asse 1) e dai mezzi provenienti da Genova/Livorno e diretti a Ventimiglia (Carreggiata Ovest - asse 2).
Dopo aver oltrepassato i viadotti Vesima esistenti (di cui è previsto l'ampliamento per entrambi i versanti Est e Ovest), il tracciato attraversa l'abitato di Crevari con la Galleria Borgonuovo per poi uscire all'aperto nella zona di Voltri in corrispondenza delle vallate dei torrenti Cerusa e Leiro, oltrepassate rispettivamente attraverso i Viadotti Cerusa e Leiro. Tra i due viadotti, l'opera di progetto attraversa un breve tratto in galleria (Galleria Voltri). Successivamente il tracciato si sviluppa all'interno delle gallerie Amandola e Monterosso, intervallate solo da un breve tratto all'aperto per l'attraversamento in Viadotto della valle del torrente Varenna (Viadotto Varenna). Dopo la galleria Monterosso, mediante il viadotto Genova, l'opera attraversa la valle del torrente Polcevera, scavalcando, oltre all'alveo del torrente, l'autostrada A7 esistente in corrispondenza dello svincolo di Bolzaneto.
L'opera, che termina poco dopo la spalla del viadotto estendendosi per circa 16.7 km, è stata impostata come strada di categoria A.

Elementi costitutivi	Gallerie				
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie	
Elementi costitutivi	Borgonuovo	Est	2021,30	2+E	
		Ovest	2092,31		
	Voltri	Est	203,15	2+E	
		Ovest	205,52		
	Amandola	Est	5938,70	2+E	
		Ovest	5926,17		
	Monterosso	Est	6106,44	2+E	
		Ovest	6059,52		
	Viadotti				
		Opera	Carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Cerusa	Est		383,56	3+E
		Ovest		289,45	2+E
Leiro	Est		385,21	2+E	
	Ovest		351,75	3 - 4	
Varenna	Est		69,98	2+E	
	Ovest		70,00		
Genova	Est		748,16	2+E	
	Ovest		751,65		
Interconnessioni	Interconnessione di Vesima (A10 –A10bis)				
	Interconnessione di Voltri (A10bis- A10- A26)				
	Interconnessione di Bolzaneto (A10bis- A7- A12)				

Tabella 4-7 A10bis carreggiata Est (asse 1): caratteristiche stradali

Andamento planimetrico	<p>Il tracciato si stacca dall'esistente viadotto Vesima Est con una prima curva sinistrorsa di raggio 2600 m alla quale segue una lunga curva destrorsa di raggio 1600 m. L'attraversamento dei torrenti Cerusa e Leiro è previsto lungo la predetta curva e lungo il flesso di raccordo alla successiva curva sinistrorsa di raggio 2900 m.</p> <p>La curva in destra di raggio 5400 m assicura l'allineamento al corridoio di progetto sul torrente Varenna, il cui attraversamento è previsto in rettilineo di sviluppo 700 m circa. L'andamento planimetrico prosegue con la successione di una curva in sinistra di raggio 4800 m e una curva in destra di raggio 3000 m fra le quali è interposto un rettilineo di circa 1900 m.</p> <p>Il tracciato attraversa la val Polcevera tramite il rettilineo di 600 m e le ultime tre curve in destra, rispettivamente di raggio 2200 m, 2470 m e 1930 m. Il susseguirsi delle predette curve si è reso necessario al fine di inscrivere la carreggiata stradale entro una fascia di 14,45m definita in funzione delle esigenze di carattere strutturale del viadotto Genova.</p> <p>Tutte le curve in sinistra (lato spartitraffico) si caratterizzano da valori di raggio superiori a 2600 m al fine di assicurare la visibilità per l'arresto senza prevedere alcun allargamento planimetrico.</p>
Andamento altimetrico	<p>Il tracciato si sviluppa quasi esclusivamente in galleria, ad eccezione del punto iniziale di stacco dall'autostrada A10 e degli attraversamenti dei torrenti Cerusa, Leiro e Polcevera.</p> <p>Staccandosi dalla carreggiata est dell'A10 esistente, il progetto sottopassa l'attuale carreggiata ovest con una breve livelletta in discesa al 2% e prosegue per circa 1900m sempre in discesa con pendenza 0.2 %.</p> <p>L'attraversamento dei torrenti Cerusa e Leiro è previsto rispettivamente con livellette in salita allo 0.99% e allo 0.5%; quest'ultima, di lunghezza pari a circa 10 km, attraversa anche il torrente Varenna.</p> <p>Con un lungo raccordo convesso di raggio 50.000 m il tracciato si porta in discesa al 3% sovrappassando la linea ferroviaria in progetto "3°Valico" e prosegue sottopassando l'esistente linea ferroviaria Genova-Torino con raccordo concavo di raggio 11.500 m.</p> <p>L'attraversamento della val Polcevera è previsto con cinque livellette in salita al 2% circa intervallate da raccordi altimetrici di raggio elevato. La successione di tali elementi assicura la perfetta aderenza del profilo stradale alla giacitura dell'impalcato del viadotto Genova, la cui geometria planoaltimetrica è generata a partire dalla carreggiata ovest dell'infrastruttura di progetto.</p>
Sezioni trasversali	<p>La sezione trasversale dell'asse 1 è costituita da due corsie di marcia di 3,75 m, una banchina in sinistra di 0,70 m e una corsia di emergenza in destra da 3,00 m per una larghezza totale di 11.20 m. Nelle gallerie di lungo sviluppo non è prevista alcuna piazzola per sosta di emergenza, mentre sono programmati collegamenti pedonali ad intervalli di 300 m e by-pass carrabili a interdistanza maggiorata fino a 1500 m.</p>
Diagramma velocità	<p>Il tracciato è stato studiato per garantire lungo l'intero sviluppo la velocità massima di progetto previsto dalla norma pari 140 km/h</p>

Tabella 4-8 A10bis carreggiata Ovest (asse 2): caratteristiche stradali

Andamento planimetrico	<p>L'asse 2, progressivato con verso discorde alla direzione di percorrenza, presenta uno sviluppo complessivo di circa 16,5 km e un andamento sostanzialmente sub-parallelo alla direttrice est, ad eccezione del primo tratto in prossimità dell'interconnessione di Vesima. Il tracciato si stacca dall'esistente viadotto Vesima ovest con una curva destrorsa di raggio 2600 m contrapposta alla curva sinistrorsa di pari raggio dell'asse 1. Dopo un tratto iniziale di circa 2.5 km l'asse si allinea alla carreggiata est di progetto mantenendo fino a fine intervento un parallelismo con interdistanza media di 40 m. L'attraversamento dei torrenti Leiro e Cerusa è previsto lungo la predetta curva e lungo il flesso di raccordo alla successiva curva sinistrorsa di raggio 2800 m. Il tracciato prosegue con una curva destrorsa di raggio 5400 m e attraversa il torrente Varenna con un rettilineo di 740 m; una curva sinistrorsa di raggio 4800 m realizza il raccordo al successivo rettilineo lungo circa 2 km. L'attraversamento della val Polcevera, nel previsto corridoio di progetto, è assicurato con le curve di raggio 2900 m e 2700 m intervallate da un rettilineo di 370 m. Secondo il verso di progressivazione d'asse, tutte le curve destrorse (lato spartitraffico) si caratterizzano da valori di raggio superiori a 2600 m al fine di assicurare la visibilità per l'arresto senza prevedere alcun allargamento planimetrico.</p>
Andamento altimetrico	<p>Il profilo di progetto, previsto quasi esclusivamente in galleria, è sostanzialmente allineato all'andamento altimetrico della direttrice est ad eccezione del tratto iniziale in prossimità della località di Vesima. Il tracciato si stacca dall'esistente viadotto Vesima ovest a una quota circa 9 m superiore rispetto alla carreggiata est di progetto. Tramite due livellette discendenti con pendenze pari a 2.1% e 3% e un raccordo convesso di raggio 15.000 m il profilo si allinea all'asse 1 in circa 400 m. Il progetto prosegue in salita attraversando i torrenti Cerusa e Leiro rispettivamente con livellette all'1% e allo 0.5%; quest'ultima di lunghezza pari a circa 10.3 km attraversa anche il torrente Varenna. Dopo un lungo raccordo convesso di raggio 50.000 m, il tracciato si porta in discesa al 3% sovrappassando la linea ferroviaria in progetto "3°Valico"; il passaggio sotto l'esistente linea ferroviaria Genova-Torino è previsto tramite un raccordo altimetrico concavo di raggio 12.000 m collegato alla livelletta di attraversamento della val Polcevera in salita al 2%.</p>
Sezioni trasversali	<p>La sezione trasversale dell'asse 2 è costituita da due corsie di marcia di 3,75 m, una banchina in sinistra di 0,70 m e una corsia di emergenza in destra da 3,00 m per una larghezza totale di 11.20 m. Nelle gallerie di lungo sviluppo non è prevista alcuna piazzola per sosta di emergenza, mentre sono programmati collegamenti pedonali ad intervalli di 300m e by-pass carrabili a interdistanza maggiorata fino a 1500m.</p>
Diagramma velocità	<p>Il tracciato è stato studiato per garantire lungo l'intero sviluppo la velocità massima dell'intervallo di velocità di progetto, ad eccezione del tratto iniziale caratterizzato da una velocità pari a 130.4 km/h, con una variazione inferiore a 10 km/h, congruente con quanto previsto dalla normativa di riferimento.</p>

4.3.2.2 Adeguamento A7 direzione Nord (asse 3)

L'intervento di adeguamento dell'autostrada A7 si configura come un intervento di potenziamento atipico: è infatti prevista la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione Nord (asse 3).

Tabella 4-9 Adeguamento A7 direzione Nord (asse 3): aspetti generali

<u>Itinerario</u>				
<p>Il progetto della carreggiata della A7 in direzione Nord ha origine in corrispondenza della barriera di Genova Ovest, a nord del piazzale di esazione. L'asse di tracciato entra quasi subito in galleria (Galleria Granarolo) con sezione a due corsie più una corsia d'emergenza. Dopo poche centinaia di metri la sezione diventa a tre corsie per effetto dell'affiancamento di una delle rampe di interconnessione di Genova ovest (galleria Moro 2) e prosegue a tre corsie fino al punto in cui ha origine la rampa di interconnessione tra l'A7 e l'A12 (galleria Forte Begato). Da questo punto la sezione torna ad essere a due corsie più emergenza. In corrispondenza dell'attraversamento del torrente Torbella il tracciato torna all'aperto e oltrepassa la vallata in rilevato, scavalcando le carreggiate della A12 esistente mediante due gallerie artificiali a sezione rettangolare. Dopodiché il tracciato rientra in galleria (Galleria Forte Diamante) sempre con sezione a due corsie più emergenza fino al punto dell'immissione della rampa proveniente dalla A12 in direzione Ovest (in cui avviene il passaggio a 4 corsie). Dopo il tratto di scambio a quattro corsie, oltre il punto in cui ha origine il collegamento tra l'A7 e l'A10bis, la sezione torna ad essere a due corsie più emergenza. Il tracciato prosegue in sotterraneo fino alla zona di attraversamento del torrente Orpea, che avviene in viadotto (Viadotto Orpea appunto) per poi proseguire con la stessa sezione all'aperto fino alla confluenza con l'asse dell'A7 esistente in direzione Nord, che avviene in corrispondenza del viadotto esistente Secca, di cui si prevede l'ampliamento. Lo sviluppo complessivo dell'intervento è di circa 6.7 km</p>				
Elementi costitutivi	Gallerie			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie
	Granarolo	Nord	3304,00	2+E fino all'affiancamento con galleria Moro 2; 3 corsie fino a viadotto Torbella
	Forte Diamante	Nord	2788,70	2+E
	Viadotti			
	Opera	carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Orpea	Nord	60,00	2+E
Interconnessioni	Interconnessione Torbella (A7-A12)			
	Interconnessione Genova Ovest(A7- A10)			
	Interconnessione di Bolzaneto (A10bis- A7- A12)			

Tabella 4-10 Adeguamento A7 direzione Nord (asse 3): caratteristiche stradali

Andamento planimetrico	<p>Il tracciato presenta inizialmente un andamento nord-est caratterizzato dalla successione di due curve destrorse (raggi pari a 300m e a 425m) e dal successivo rettilineo di circa 370m; dopo questo tratto iniziale il tracciato assume un andamento sud-nord caratterizzato fino all'interconnessione con l'asse 1 di Bolzaneto da un susseguirsi di curve sinistrorse e destrorse aventi raggi superiori ai 1000m.</p> <p>La parte finale del tracciato è composta da curve con ampiezza di raggio progressivamente decrescente; infatti, dopo una prima curva sinistrorsa da 1475m, si passa a tre curve destrorse con raggi pari a 885m, 670m e 490m per poi innestarsi sulla viabilità esistente caratterizzata da un raggio di circa 300m. L'adozione di raggi progressivamente decrescenti si è resa necessaria per ridurre gradualmente la velocità di percorrenza, mitigando le variazioni di velocità di percorrenza del tratto terminale con il successivo tratto esistente, caratterizzato da un raggio planimetrico di soli 300m.</p>
Andamento altimetrico	<p>Dal punto di vista altimetrico il progetto si sviluppa quasi interamente in galleria, con alcuni tratti in viadotto.</p> <p>Il tracciato autostradale con un andamento altimetrico ascendente guadagna progressivamente quota per garantire, con un franco sufficiente, il superamento dell'attuale A12, all'altezza della quale è prevista la realizzazione di due gallerie artificiali.</p> <p>Il successivo andamento altimetrico assume una livelletta discendente con una pendenza del 3.5% fino alla progressiva 4+600 al fine di garantire una copertura minima in corrispondenza della località Geminiano; dopo detta progressiva, la pendenza si mantiene su valori contenuti fino al raccordo con l'A7 esistente.</p>
Sezioni trasversali	<p>Dall'imbocco della galleria Granarolo all'affiancamento di una delle rampe di interconnessione di Genova ovest (galleria Moro 2), la sezione propone 2 corsie da 3.75m più una corsia di emergenza da 3m (sul lato destro) e una banchina da 0.7m (sul lato sinistro). Dalla galleria Moro 2 fino al punto in cui ha origine la rampa di interconnessione tra l'A7 e l'A12 (galleria Forte Begato), la carreggiata corre su tre corsie da 3.75m più 2 banchine da 0.7m; superato questo tratto, fino alla confluenza con l'asse dell'A7 in direzione Nord, il tracciato torna ad essere a due corsie più la corsia di emergenza, eccezion fatta per il tratto ove avviene l'immissione della rampa proveniente dalla A12 in direzione Ovest; in questo tratto di scambio, il progetto prevede quattro corsie di larghezza pari a 3.75 m e banchine da 0.70m</p>
Diagramma velocità	<p>In corrispondenza della barriera di esazione di Genova Ovest, si è considerata una riduzione della velocità di progetto da 140km/h a 40km/h. Per la curva finale del tracciato che realizza l'allineamento di raccordo con l'autostrada esistente, si è assunta una velocità di progetto ridotta pari a 82.4km/h, calcolata con riferimento alla pendenza reale del 4.8%, desunta dal rilievo celerimetrico dei cigli pavimentati. Per il resto il tracciato assume una velocità di 140km/h.</p>

4.3.2.3 Adeguamento A12 direzione Est (asse 4)

Anche l'intervento di adeguamento dell'autostrada A12 si configura come un intervento di potenziamento atipico, in quanto è prevista la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione est (asse 4).

Tabella 4-11 Adeguamento A12 (asse 4): aspetti generali

Itinerario				
L'asse della nuova carreggiata in direzione Est ha origine in corrispondenza del punto terminale dell'asse Ovest della A10bis, dando ad esso di fatto la logica continuità funzionale per il traffico in direzione Livorno. Il tracciato si sviluppa all'interno della Galleria Bric du Vento, inizialmente con sezione a due corsie più emergenza. Dal punto di confluenza con la rampa di interconnessione tra l'A7 e l'A12 in direzione Est, la sezione sull'asse principale diventa a tre corsie e rimane tale fino al punto di separazione della rampa di interconnessione tra l'A12 est e l'A12 Ovest, realizzando di fatto un lungo tronco di scambio. Successivamente la sezione torna ad essere a due corsie più la corsia d'emergenza e con tale sezione affronta l'attraversamento della valle del torrente Torbella, che avviene in viadotto. Successivamente il tracciato torna in sotterraneo attraverso la Galleria Montesperone, riaccostandosi al tracciato storico della A12 in corrispondenza della stazione di Genova Est, le cui rampe vengono oltrepassate dal Viadotto Rovena. Nel tratto terminale la nuova carreggiata si affianca alla carreggiata esistente in direzione Livorno e gradualmente si raccorda con essa, fino ad arrivare alla sezione attuale appena prima della spalla del viadotto esistente.				
Gallerie				
Elementi costitutivi	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie
	Bric Du Vento	Sud	2453,82	2+E
	Monte Sperone	Est	1920,00	2+E
Viadotti				
Elementi costitutivi	Opera	carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Torbella	Est	65,00	2+E
	Rovena	Est	72,00	2
Interconnessioni	Interconnessione Torbella (A7-A12)			
	Svincolo Genova Est			
	Interconnessione di Bolzaneto (A10bis- A7- A12)			

Tabella 4-12 Adeguamento A12 (asse 4): caratteristiche stradali

Andamento planimetrico	L'asse planimetrico è composto da una prima curva destrorsa di raggio 2470 m che mediante una cloioide di continuità si raccorda ad una curva destrorsa di raggio 1930 m. Un ampio flesso planimetrico, formato da una curva destrorsa di raggio 1250 m e da una curva sinistrorsa di raggio 1350 m, va ad innestarsi sul l'ultimo elemento del tracciato caratterizzato da un rettilineo di lunghezza pari a 344 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato origina in corrispondenza dell'interconnessione con la gronda di ponente alla quota di 87,55 metri s.l.m.; la livelletta presenta un andamento discendente dove, raggiunta la quota minima di 83.17 s.l.m., prosegue verso est con andamento ascendente caratterizzato da livellette con pendenze pari al 4% e al 1% fino a raggiungere la quota massima di 147,5 metri all'interno della galleria Monte Sperone. Successivamente torna a ridiscendere con pendenze variabili tra il 2.4% e il 3,37%, per raccordarsi sulla carreggiata est esistente in corrispondenza dello svincolo di Genova Est.
Sezioni trasversali	La nuova carreggiata Est si sviluppa a partire dalla Gronda di Ponente con una piattaforma composta da 2 corsie da 3,75 m più emergenza da 3,00 m; successivamente, in seguito alla confluenza della rampa 3 di Bolzaneto per i veicoli provenienti dalla A7 esistente e diretti verso Est, diviene a 3 corsie da 3,75 m più banchina da 0.70m fino all'interconnessione con l'A12, dove in seguito alla diversione della rampa 2 in direzione Ovest, la sezione stradale torna alla stessa configurazione (2 corsie più emergenza).
Diagramma velocità	Il tracciato è stato studiato per garantire lungo l'intero sviluppo la velocità massima di progetto previsto dalla norma pari 140 km/h.

4.3.3 Le interconnessioni

4.3.3.1 L'interconnessione di Vesima

4.3.3.1.1 Aspetti generali

Il nodo di Vesima realizza il collegamento fra la Gronda di Ponente e l'attuale A10 tramite il potenziamento di un tratto dell'autostrada esistente. All'altezza del tratto della A10 esistente, caratterizzato dalla presenza dei viadotti Vesima Ovest e Beo in carreggiata Ovest e dei viadotti Vesima Est e Frana in carreggiata Est, viene realizzato un tratto a quattro corsie prima della suddivisione degli assi tra A10 (tracciato storico) e A10bis (tracciato in variante).

Questo primo tratto di intervento viene considerato una zona di interconnessione, anche se in effetti il progetto realizza lo sfiocco (in direzione est) e la confluenza (in direzione ovest) della Gronda di Ponente sull'autostrada A10, e l'adeguamento in un tratto dell'autostrada esistente (cfr. Figura 4-12).

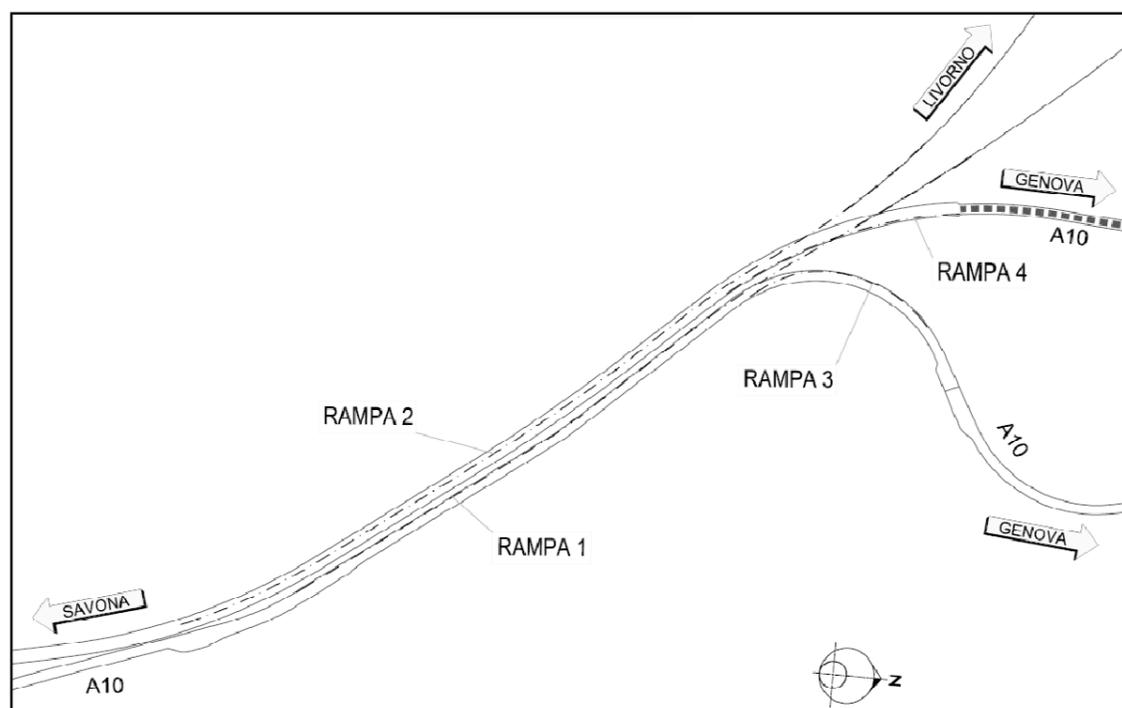


Figura 4-12 Interconnessione di Vesima

Nella Tabella 4-13 sono riportati gli elementi costitutivi del progetto in esame.

Tabella 4-13 Elementi costitutivi relativi all'interconnessione di Vesima

Elementi costitutivi	Viadotti			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Frana	Est	104,00	4+E
	Beo	Ovest	89,48	4+E
	Vesima Est	Est	192,98	4+E
	Vesima Ovest	Ovest	230,38	4+E

L'intero tratto è compiutamente definito da quattro assi di progetto, definiti come di seguito riportato.

- rampa 1 - A10 Est - A10bis Est (Savona - Livorno)
- rampa 2 - A10bis Ovest - A10 Ovest (Livorno - Savona)
- rampa 3 - A10 Est - A10 Est esistente (Savona - Genova)
- rampa 4 - A10 Ovest esistente - A10 Ovest (Genova - Savona)

Gli assi delle rampe 1 e 2 seguono l'andamento plano-altimetrico del tracciato esistente per quasi tutta la loro estensione, solo nel tratto più a ovest si discostano da esso e forniscono l'approccio ai due assi della nuova A10bis, in variante. Gli assi delle rampe 3 e 4 garantiscono invece il collegamento con gli assi del tracciato storico, oggetto di un intervento di riqualificazione in sede. Lo sviluppo complessivo degli assi è pari a 2.3 km.

Dal momento che il tratto di autostrada esistente è caratterizzato dalla presenza di viadotti, la realizzazione della quarta corsia (oltre alla corsia di emergenza) determina la necessità

di intervenire sulle opere esistenti prevedendone l'allargamento: il criterio che ha guidato l'impostazione del tracciato stradale è stato l'input di ricercare l'ampliamento complessivo lato valle per i viadotti in carreggiata est (Frana e Vesima Est) e lato monte per i viadotti in carreggiata ovest (Beo e Vesima Ovest).

Questa scelta ha determinato la necessità di intervenire in allargamento anche su parte del viadotto esistente Uccelliera, garantendo però il rispetto della condizione imposta in sede di Dibattito Pubblico di non realizzare un nuovo viadotto fuori sede in sostituzione dell'esistente.

Tali imposizioni hanno indotto il peggioramento puntuale del raggio di curvatura sul viadotto stesso: si passa da un raggio di 150 m sul viadotto esistente ad un raggio in progetto pari a 100 m. La realizzazione di una sezione a due corsie con emergenza, in luogo delle tre corsie senza emergenza attuali, consente però di garantire prestazioni sicuramente non peggiorative rispetto alle condizioni di visibilità attuali, facendo risultare complessivamente l'intervento migliorativo.

4.3.3.1.2 Rampa 1: A10 Est - A10bis Est (Savona - Livorno)

Ad eccezione del tratto finale di collegamento alla carreggiata est della Gronda di Ponente, l'asse planimetrico ripercorre sostanzialmente l'attuale piattaforma stradale prevedendo un ampliamento totalmente asimmetrico lato mare.

Tabella 4-14 Progettazione interconnessione di Vesima: rampa 1

Interconnessione di Vesima: rampa 1	
Andamento planimetrico	Il tracciato è in aderenza al ciglio sinistro della carreggiata attuale, assicurando alla banchina di progetto una larghezza minima di 0,70 m rispetto agli esistenti viadotti Frana e Vesima est, oltre che all'importante opera di sostegno della carreggiata ovest soprastante. La prima parte del tracciato con andamento pseudo rettilineo è caratterizzata da rettili di ridotta estensione e da curve di raggio contenuto di breve sviluppo. L'attacco alla carreggiata est della Gronda di Ponente si realizza con un flesso fra la curva destrorsa di raggio 750 m e la successiva curva in sinistra di raggio 2600 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente all'aperto, ripercorre l'andamento altimetrico dell'esistente, ad eccezione del tratto finale di collegamento alla carreggiata est della Gronda di Ponente previsto in galleria artificiale di sottopasso alla soprastante carreggiata ovest. L'andamento altimetrico prevede una prima livelletta in salita all'1.9% e un tratto sostanzialmente pianeggiante. Staccandosi dall'esistente viadotto Vesima est, il tracciato prosegue in discesa con pendenza 3.6% per sottopassare in galleria artificiale la carreggiata ovest.
Sezioni trasversali	La sezione autostradale esistente, caratterizzata da tre corsie di marcia da 3,00 m e da due banchine da 0,70 m per un totale di 10,40 m, sarà riorganizzata in quattro corsie di marcia da 3,75 m, una banchina in destra da 0,70 m e una corsia di emergenza di 3,00m, per una larghezza complessiva di 18.70 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 122,5 km/h a un massimo di 140 km/h.

4.3.3.1.3 Rampa 2: A10 bis Ovest - A10 Ovest (Livorno - Savona)

L'asse planimetrico ripercorre sostanzialmente l'attuale piattaforma stradale prevedendo un ampliamento totalmente asimmetrico lato monte, ad eccezione del tratto finale di collegamento alla carreggiata ovest della Gronda di Ponente.

Tabella 4-15 Progettazione interconnessione di Vesima: rampa 2

Interconnessione di Vesima: rampa 2	
Andamento planimetrico	Il tracciato, con andamento pseudo rettilineo, è previsto in aderenza al ciglio sinistro della carreggiata attuale assicurando alla banchina di progetto una larghezza minima di 0,70 m rispetto agli esistenti viadotti Beo e Vesima Ovest. L'asse, progressivato con verso discorde alla direzione di marcia, inizia curvando in sinistra con un raggio di 672,50 m e prosegue con un breve rettilineo di 77,00 m circa. Dopo la curva sinistrorsa di raggio 1747,50 m e prima dell'attacco alla carreggiata ovest della Gronda di Ponente l'asse è caratterizzato da un flesso fra le curve di raggio 810 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato ripercorre l'andamento altimetrico esistente, ad eccezione del tratto finale di collegamento alla carreggiata ovest della Gronda di Ponente. L'andamento altimetrico prevede un primo tratto pianeggiante di circa 270 m per poi proseguire in discesa, prima con una livelletta dell'1.22% e successivamente con un tratto a pendenza media pari a circa il 2%. I principali raccordi che collegano i suddetti tratti sono di tipo convesso e hanno raggi rispettivamente di 8.200 m e 12.000 m.
Sezioni trasversali	La sezione autostradale esistente, caratterizzata da tre corsie da 3,75 m, da una banchina in sinistra di 0,70 m e da una corsia di emergenza da 3,00 m per un totale di 14,95 m, sarà ampliata a 18,70m introducendo la quarta corsia di marcia.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 111,3 km/h a un massimo di 131,4 km/h.

4.3.3.1.4 Rampa 3: A10 Est - A10 Est esistente (Savona - Livorno)

L'asse di progetto ripercorre sostanzialmente la geometria esistente, ad eccezione del tratto iniziale dove si prevede un disassamento planimetrico funzionale alla nuova diramazione autostradale degli itinerari diretti sulla Gronda di Ponente e sull'attuale A10. Nel suddetto tratto è previsto un ampliamento lato mare di continuità alla rampa 1.

Tabella 4-16 Progettazione interconnessione di Vesima: rampa 3

Interconnessione di Vesima: rampa 3	
Andamento planimetrico	Il tracciato è caratterizzato da due curve destrorse rispettivamente di raggio 100 m e 150 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato ripercorre l'andamento altimetrico dell'esistente, ad eccezione del tratto finale di collegamento alla carreggiata est della Gronda di Ponente. L'andamento altimetrico è sostanzialmente pianeggiante.
Sezioni trasversali	La sezione autostradale esistente, caratterizzata da tre corsie di marcia da 3,30 m e da due banchine da 0,70 m per un totale di 11,30 m, sarà riorganizzata prevedendo due corsie di marcia da 3,75 m, una banchina in destra da 0,70 m e una corsia di emergenza di 3,00 m per una larghezza complessiva di 11,20 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 64 km/h a un massimo di 66 km/h.

4.3.3.1.5 Rampa 4: A10 Ovest esistente - A10 Ovest (Genova - Savona)

L'andamento planimetrico ripercorre sostanzialmente la geometria dell'esistente realizzando la confluenza autostradale con la carreggiata ovest della Gronda di Ponente.

Tabella 4-17 Progettazione interconnessione di Vesima: rampa 4

Interconnessione di Vesima: rampa 4	
Andamento planimetrico	Il tracciato, progressivato con verso discorde alla direzione di marcia, è caratterizzato da due curve destrorse rispettivamente di raggio 802,5 m e 485 m.
Andamento altimetrico	Staccatosi dal viadotto Vesima Ovest, il tracciato è caratterizzato da una successione di livellette in discesa con pendenze variabili dal 2.6% al 2.9% e raccordi di raggio contenuto che ripercorrono l'andamento altimetrico esistente.
Sezioni trasversali	La sezione autostradale esistente di circa 15,00 m sarà riorganizzata, compatibilmente con le dimensioni dell'adiacente galleria Borgonuovo e con i calibri previsti dal progetto di riqualifica della A10, prevedendo due corsie di marcia da 3,75 m, una banchina in destra da 0,50 m e una corsia di emergenza da 3,00 m per un totale di 11,20 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 100,7 km/h a un massimo di 104 km/h.

4.3.3.2 **L'interconnessione di Voltri**

4.3.3.2.1 Aspetti generali

L'interconnessione di Voltri, posizionata in corrispondenza dell'esistente interconnessione fra le autostrade A10 e A26, realizza il collegamento della Gronda di Ponente con la A10 e la A26.

Il nuovo nodo autostradale assicura le manovre di svolta per il traffico proveniente da Livorno e diretto sia sull'A26 Alessandria sia sull'A10 Genova; inoltre, serve l'itinerario dall'A26 per l'A10 in direzione Genova città.

Per garantire tali interconnessioni, è prevista la realizzazione di tre rampe così definite (cfr. Figura 4-13):

- rampa 1- A10bis Ovest - A26 Nord (Livorno – Alessandria)
- rampa 2 - A10bis Ovest - A10 Est (Livorno - Genova)
- rampa 3 - A26 Sud - A10bis Est (Alessandria - Livorno)

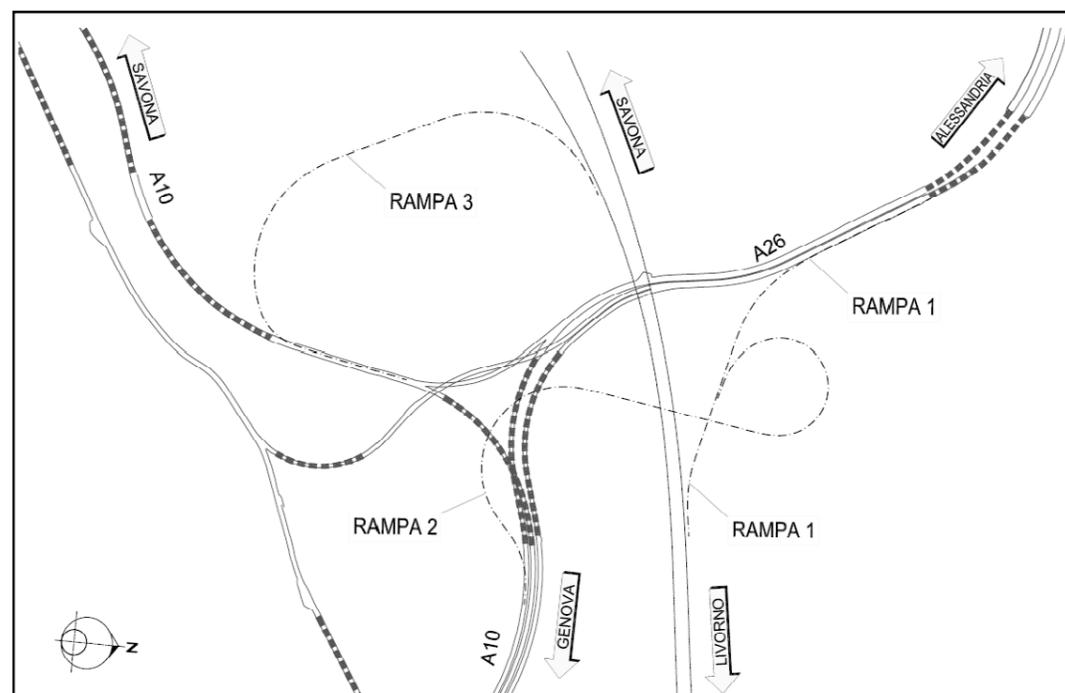


Figura 4-13 Interconnessione di Voltri

Le rampe 1 e 2 assicurano ai veicoli provenienti da Livorno il collegamento sia con la A26 in direzione Alessandria, verso nord, sia con la A10 in direzione di Genova: risulta in questo modo garantito l'accesso al porto commerciale di Voltri da parte dei mezzi pesanti, obbligati a percorrere la A10bis, essendo il tratto Genova Aeroporto – Genova Voltri inibito al traffico pesante. La rampa 3 assicura la possibilità di by-passare il tratto cittadino della A10 al traffico passante proveniente da nord. L'infrastruttura esistente continua a garantire l'accesso al porto di Voltri ed all'autostrada esistente tra Genova Voltri e Genova Aeroporto. Lo sviluppo complessivo dell'intervento è pari a 3.9 km.

Manca il collegamento A26 sud - A10bis Ovest: i mezzi provenienti da Alessandria e diretti a Ventimiglia percorreranno l'attuale collegamento tra l'A26 esistente e l'A10 in direzione Ovest, e proseguiranno su quest'ultima fino all'interconnessione di Vesima.

Come già detto, la realizzazione delle rampe di interconnessione è prevista prevalentemente in sotterraneo: è infatti previsto lo scavo delle gallerie Ciocia, Delle Grazie e Bric del Carmo.

Gli interventi all'aperto sono limitati all'attacco con le carreggiate autostradali esistenti. In corrispondenza di tali zone sono previste anche opere per l'adeguamento dei viadotti già oggi presenti sul territorio (Viadotto Cerusa, Viadotto Leiro, Viadotto Casanova).

Tabella 4-18 Elementi costitutivi relativi all'interconnessione di Voltri

Elementi costitutivi	Gallerie			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie
	Bric Del Carmo	Ovest	825,40	1
	Ciocia	Ovest	382,61	2 fino alla diramazione per Genova città; 1 per direzione Alessandria.
	Delle Grazie	Ovest	1242,44	1
Elementi costitutivi	Viadotti			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Cerusa esistente	Ovest	268,53	3
	Leiro esistente	Est	117,33	2
	Casanova esistente	Nord	67,96	3

4.3.3.2.2 Rampa 1: A10bis Ovest – A26 Nord (Livorno Alessandria)

La rampa 1 è di tipo diretto e assicura la manovra da Livorno per Alessandria. La prima metà del tracciato è prevista a due corsie di marcia, servendo oltre alla destinazione Alessandria anche l'itinerario per Genova città, mentre la seconda metà del tracciato è costituita da una sola corsia.

Tabella 4-19 Progettazione interconnessione di Voltri: rampa 1

A10bis Ovest – A26 Nord (Livorno Alessandria): rampa 1	
Andamento planimetrico	In seguito alla diversione dalla carreggiata est della Gronda di Ponente, l'asse curva in destra con un raccordo circolare di raggio 250 m e prosegue con un rettilineo lungo circa 250m. L'asse si attesta sulla A26 con una curva destrorsa di raggio 250 m e un rettilineo di lunghezza 195 m lungo quanto lo sviluppo parallelo della corsia di immissione.
Andamento altimetrico	Il tracciato è prevalentemente in galleria, ad eccezione dei tratti iniziale e finale di raccordo alle piattaforme autostradali di progetto ed esistente. Staccandosi dalla carreggiata est della Gronda di Ponente il tracciato si porta in discesa con una pendenza del 4%, per sottopassare la rampa 2, e poi risale con una livelletta al 4 % circa, per attaccarsi alle quote esistenti dell'A26.
Sezioni trasversali	Per le rampe monodirezionali a singola corsia è stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m, mentre per le rampe monodirezionali a due corsie una sezione con corsie da 3.75 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 50 km/h a un massimo di 80 km/h.

4.3.3.2.3 Rampa 2 - A10bis Ovest - A10 Est (Livorno - Genova)

Staccandosi dalla rampa 1, la rampa 2 serve i flussi di traffico provenienti da Livorno e diretti a Genova città. Il ramo in oggetto di tipo semidiretto è caratterizzato da una sola corsia di marcia.

Tabella 4-20 Progettazione interconnessione di Voltri: rampa 2

A10bis Ovest – A10 Est (Livorno Genova): rampa 2	
Andamento planimetrico	Staccandosi dalla rampa 1, il tracciato curva in destra realizzando un cappio con una sequenza di curve rispettivamente di raggio pari a 150 m, 120m e 100 m, successivamente prosegue in rettilineo per circa 320 m e curva in sinistra con un raggio di 170m; l'attacco alla rampa esistente è previsto con una curva in destra di raggio 556.25m. La predetta zona di attacco si configura come area di confluenza della rampa di progetto all'esistente ramo Alessandria-Genova dell'interconnessione A10-A26.
Andamento altimetrico	Il tracciato è prevalentemente in galleria, ad eccezione del tratto finale di raccordo al ramo Alessandria-Genova dell'esistente interconnessione A10-A26. L'andamento altimetrico prevede una livelletta in discesa al 4% lunga circa un chilometro per sottopassare gli esistenti rami dell'interconnessione A10-A26 e i nuovi assi autostradali della Gronda di Ponente; successivamente il tracciato risale con una livelletta al 3.8% circa per attaccarsi alle quote dell'esistente rampa autostradale Alessandria-Genova.
Sezioni trasversali	È stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 40 km/h a un massimo di 70 km/h.

4.3.3.2.4 Rampa 3 - A26 Sud - A10bis Est (Alessandria - Livorno)

La rampa 3 è di tipo indiretto e assicura l'itinerario da Alessandria per Livorno; il ramo è costituito da una sola corsia di marcia.

Tabella 4-21 Progettazione interconnessione di Voltri: rampa 3

A26 Sud – A10 bis Est (Alessandria Livorno): rampa 3	
Andamento planimetrico	La rampa in oggetto si stacca dall'esistente ramo Alessandria-Savona dell'interconnessione A10-A26 con una curva destrorsa di raggio 100 m alla quale segue un'ulteriore curva in destra di raggio più ampio pari a 250m. Dopo un tratto in rettilineo di 200 m circa il tracciato si immette sulla carreggiata est della Gronda di Ponente con una curva destrorsa di raggio 250m.
Andamento altimetrico	Il tracciato è prevalentemente in galleria, ad eccezione dei tratti iniziale e finale di raccordo all'esistente ramo Alessandria-Savona dell'interconnessione A10-A26, e alla nuova piattaforma autostradale di progetto. Il profilo è costituito sostanzialmente da un'unica livelletta in salita con pendenza 1.45% lunga circa 1 km.
Sezioni trasversali	è stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 40 Km/h a un massimo di 70 Km/h

4.3.3.3 L'interconnessione di Bolzaneto

4.3.3.3.1 Aspetti generali

L'interconnessione di Bolzaneto assicura il collegamento tra A7, A12 e A10bis in prossimità dello svincolo di Bolzaneto, in cui il tracciato della A10bis termina formalmente (funzionalmente l'asse in direzione ovest trova continuità con l'asse della A12 in direzione est) e si collega alle altre due autostrade del sistema genovese.

È prevista la realizzazione di 4 rampe, di seguito descritte (cfr. Figura 4-14):

- rampa 1- Collegamento A7 Nord – A10bis Ovest (Genova - Savona)
- rampa 2 - A7 Sud - A10bis Ovest (Milano - Savona)
- rampa 3 - A7 Sud - A12 Est (Milano - Livorno)
- rampa 4 - A7 Nord - A7 Sud (Genova - Genova Bolzaneto)

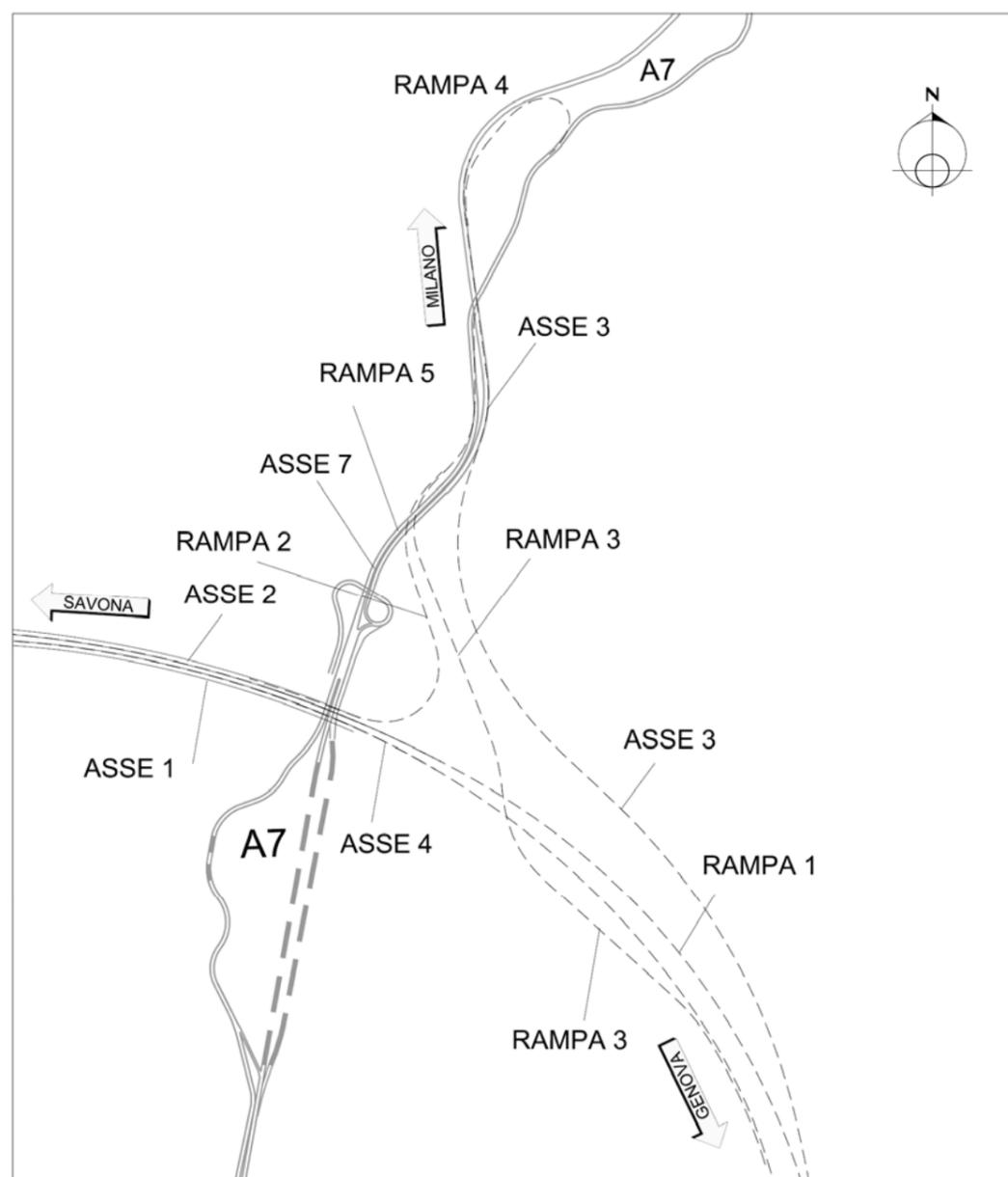


Figura 4-14 Interconnessione di Bolzaneto

Le rampe 1 e 2 assicurano il collegamento tra la A7 (sia la nuova carreggiata nord, sia l'esistente in sud) con il nuovo asse della A10 bis, assicurando le percorrenze in direzione Ventimiglia.

La rampa 1 ha origine alla fine del tratto a quattro corsie dell'asse A7 nord e, costituendo un tratto di collegamento tra assi con sezione tipicamente autostradale, si è scelto di garantire la continuità della sezione anche lungo tale collegamento, previsto a due corsie più emergenza e con caratteristiche geometriche tipicamente autostradali. L'intero tracciato della rampa è in galleria (galleria Baccan).

La rampa 2 ha invece origine in comune con la rampa 3, in corrispondenza del Viadotto Secca esistente sulla carreggiata Sud della A7. Le due rampe assumono andamento plano-altimetrico indipendente in corrispondenza dello scavalco della A7 esistente, che avviene all'altezza del Viadotto Mercantile. Dopodiché il tracciato di entrambe le rampe affronta in sotterraneo il collegamento con gli assi autostradali: l'asse della rampa 2 piega in destra verso l'asse della A10bis (galleria Polcevera), mentre l'asse della rampa 3, dopo un primo tratto sub parallelo alla rampa 2, sovrappassa all'interno della galleria San Rocco, gli assi della rampa 1 e dell'A12 Est, per poi accostarsi e congiungersi con quest'ultimo.

Infine, la rampa 4 collega l'A7 in direzione Nord con l'A7 in direzione Sud, con lo scopo di consentire l'uscita a Bolzaneto per i veicoli che percorrono l'A7 Nord di nuova realizzazione (galleria Morego).

Lo sviluppo complessivo delle rampe è di circa 6 km.

Tabella 4-22 Elementi costitutivi relativi all'interconnessione di Bolzaneto

Elementi costitutivi	Gallerie			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie
	Polcevera	Ovest	493,68	1
	San Rocco	Est	1265,80	1
	Baccan	Ovest	1509,87	2+ E
	Morego	Est	167,78	1
Viadotti				
	Opera	Carreggiata	Lunghezza Viadotto (m)	Numero corsie
	Mercantile	Sud	335,25	1

4.3.3.3.2 Rampa 1- Collegamento A7 Nord – A10bis Ovest (Genova - Savona)

La rampa 1 è di tipo diretto e assicura la manovra da Livorno per Savona. Il tracciato di continuità alle viabilità autostradali A7 e Gronda di Ponente.

Tabella 4-23 Progettazione interconnessione di Bolzaneto: rampa 1

Collegamento A7 Nord – A10bis Ovest (Genova - Savona): rampa 1	
Andamento planimetrico	La rampa prosegue dal tracciato precedente (A7 – asse 3) con una curva sinistrorsa di raggio pari a 1647.50 metri raccordata alla successiva curva con raggio pari a 2700 metri mediante clotoide di continuità (parametro 900).
Andamento altimetrico	Il tracciato è prevalentemente in galleria, ad eccezione del tratto finale di raccordo alla Gronda di Ponente. Staccandosi dalla autostrada A7 il tracciato ha un andamento discendente con una pendenza del 3.52% fino alla progressiva 0+825 dove viene raggiunto un minimo in corrispondenza della quota 81.84 m.s.l.; nel tratto terminale il tracciato riacquista quota per garantire, in corrispondenza dell'attraversamento dell' autostrada A7 esistente, il rispetto dei necessari franchi altimetrici.
Sezioni trasversali	La sezione trasversale prevede due corsie da 3.75 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 90 km/h a un massimo di 140 km/h.

4.3.3.3.3 Rampa 2 - A7 Sud - A10bis Ovest (Milano - Savona)

Staccandosi dalla rampa 3, la viabilità serve i flussi di traffico provenienti da Milano e Bolzaneto e diretti a Levante. Il ramo, di tipo semi-diretto, è caratterizzato da una sola corsia di marcia.

Tabella 4-24 Progettazione interconnessione di Bolzaneto: rampa 2

A7 Sud - A10bis Ovest (Milano - Savona): rampa 2	
Andamento planimetrico	La rampa in oggetto si stacca dalla Rampa 3 con una curva sinistrorsa di raggio pari a 175 metri, successivamente prosegue in rettilineo per circa 95 metri. L'asse piegando verso destra con due differenti curve destrorse con raggi pari a 125 e a 250 metri si immette sulla Gronda di Ponente.
Andamento altimetrico	Il tracciato si sviluppa interamente su opere d'arte: viadotto Mercantile nella tratta iniziale, galleria Polcevera nella tratta intermedia e viadotto Genova nella parte finale. Staccandosi dalla rampa 3, la livelletta assume un andamento ascendente con valori di pendenza variabili tra il 4.6% e il 5% fino alla progressiva 0+525 dove si raggiunge la quota massima di 90.88 m.s.l.. Nella parte terminale il profilo altimetrico assume un andamento discendente con pendenze variabili tra il 1.22% e il 2.15%, fino a raccordarsi alle quote della Gronda di ponente.
Sezioni trasversali	È stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 40 km/h a un massimo di 70 km/h.

4.3.3.3.4 Rampa 3 - A7 Sud - A12 Est (Milano - Livorno)

La rampa 3, di tipo semi-diretto con tipologia di uscita ad "ago", assicura la manovra da Milano e Bolzaneto per Ponente. La prima metà del tracciato è prevista a due corsie di marcia servendo anche la direzione per Ponente, mentre la seconda metà del tracciato, dopo la diversione della rampa 2, è costituita da una sola corsia in direzione Ponente.

Tabella 4-25 Progettazione interconnessione di Bolzaneto: rampa 3

A7 Sud - A12 Est (Milano - Livorno): rampa 3	
Andamento planimetrico	La rampa diverge dalla carreggiata A7 in direzione sud mediante un rettilineo dalla curva esistente di raggio pari a 92.50 metri; successivamente con una curva destrorsa di 175 metri il tracciato assume un andamento parallelo all'autostrada A7 esistente per poi scavalcarla con una curva sinistrorsa di raggio pari a 150 metri. La successiva tratta è caratterizzata da due lunghi rettilineo collegati da un flesso costituito da una curva sinistrorsa di 400 metri e una destrorsa di 300 metri; al termine del secondo rettilineo mediante una curva di raggio pari a 400 metri, il tracciato si raccorda all'autostrada A12 in direzione est formando la terza corsia.
Andamento altimetrico	Il profilo altimetrico, dopo un primo tratto sub-orizzontale, in corrispondenza del viadotto Mercantile, presenta una livelletta in salita fino alla progressiva 1+250 dove viene scavalcata l'autostrada A12 in direzione est con un raccordo convesso pari a 2000 metri. Il successivo tratto, assume un andamento discendente con pendenze del 6% per raccordarsi all'autostrada prima scavalcata.
Sezioni trasversali	È stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 40 km/h a un massimo di 70 km/h.

4.3.3.3.5 Rampa 4 - A7 Nord - A7 Sud (Genova - Genova Bolzaneto)

La rampa 4 consente ai veicoli provenienti da Bolzaneto di percorrere la gronda in direzione ovest o l'A12 in direzione est; il ramo è costituito da una sola corsia di marcia.

Tabella 4-26 Progettazione interconnessione di Bolzaneto: rampa 4

A7 Nord - A7 Sud (Genova - Genova Bolzaneto): rampa 4	
Andamento planimetrico	La rampa si stacca dalla autostrada A7 (direzione nord) mediante una curva in destra di 175 metri e dopo un breve rettilineo, con una serie di curve destrorse di raggio variabile tra i 50 e i 200 metri collegate da clotoidi di continuità, si immette tramite un tronco parallelo di 75 metri sulla A7 in direzione sud.
Andamento altimetrico	Il tracciato rimane complanare all'autostrada mediante l'adozione di tre livellette ascendenti con pendenze variabili tra il 2.19% e il 3.03% fino alla progressiva 0+100, dove mediante un raccordo di 1755 metri il progetto perde progressivamente quota rispetto alla piattaforma esistente continuando la discesa con una pendenza del 6% che sviluppa quasi interamente in corrispondenza della galleria Morego.
Sezioni trasversali	È stata adottata una sezione con una corsia da 4,00 m e banchine in destra e sinistra da 1,00 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 86 km/h a un massimo di 140 km/h.

4.3.3.4 L'interconnessione A7-A12 (Torbellia)

4.3.3.4.1 Aspetti generali

L'interconnessione Torbellia è posizionata tra l'attuale intersezione A7 – A12 e lo svincolo esistente di Genova Est.

Il progetto prevede (cfr. Figura 4-15):

- La realizzazione della rampa di collegamento tra la A7 in direzione nord e la A12 in direzione Livorno (Rampa 1);
- La realizzazione della rampa di collegamento tra l'A12 in carreggiata est e l'A12 ovest in direzione Savona (Rampa 2);
- La realizzazione della rampa di collegamento tra la carreggiata esistente dell'autostrada A12 carreggiata ovest destra e l'A7 in direzione nord (Rampa 3);
- La realizzazione della rampa di collegamento tra la carreggiata esistente dell'autostrada A12 carreggiata ovest destra e l'A7 esistente in direzione nord (Rampa 4);
- Realizzazione della rampa di collegamento tra la carreggiata esistente dell'autostrada A12 carreggiata ovest sinistra e l'A7 esistente in direzione sud (Rampa 5).

Tabella 4-27 Elementi costitutivi relativi all'interconnessione di Torbellia

Elementi costitutivi	Gallerie			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero Corsie
	Forte Begato	Est	1385,93	1
	Torbellia Ovest	Sud	349,66	2
	Torbellia Est	Nord	110,72	2

Lo sviluppo complessivo delle rampe è di circa 4 km.

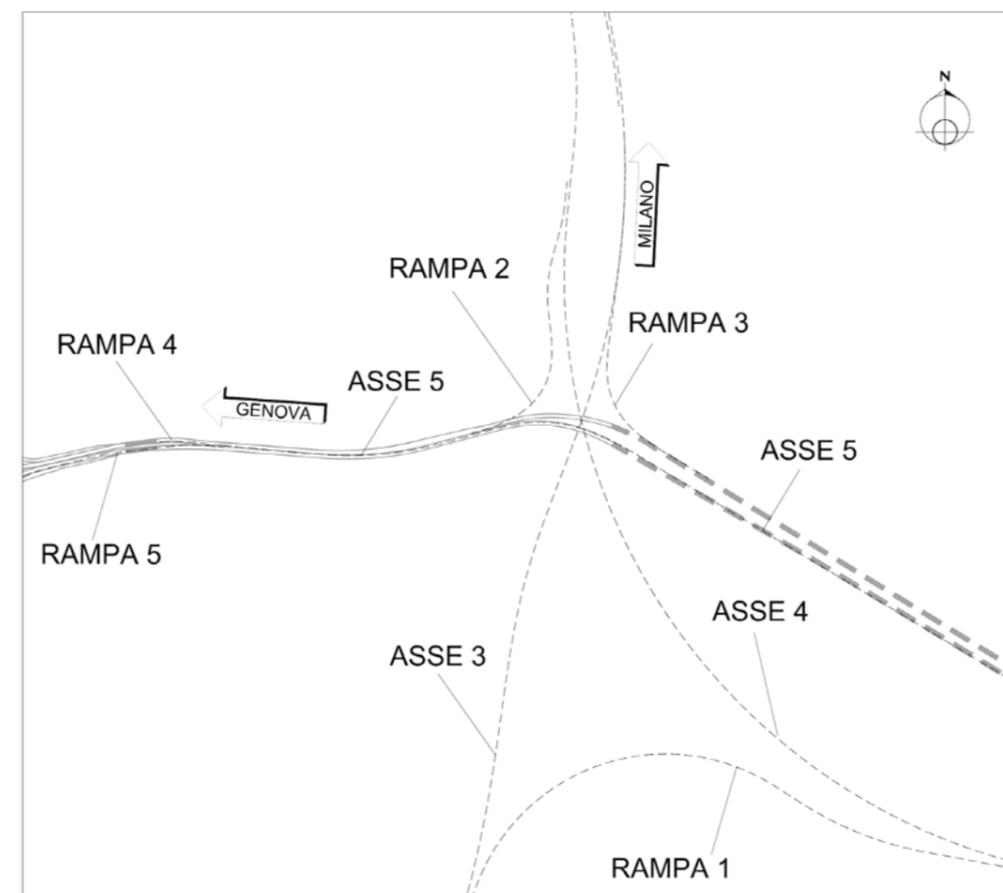


Figura 4-15 Interconnessione di Torbellia

4.3.3.4.2 Rampa 1 - Rampa A7 Nord - A12 Est (Genova - Livorno)

La rampa 1 assicura il collegamento tra le due carreggiate dell'A7 e dell'A12 di nuova realizzazione, completando il percorso tra Genova Ovest e Genova Est. Essa si sviluppa completamente all'interno della Galleria Forte Begato avendo origine in corrispondenza della galleria Granarolo e terminando nella galleria Montesperone.

Tabella 4-28 Progettazione interconnessione di Torbella: rampa 1

A7 Nord – A12 Est (Genova - Livorno): rampa 1	
Andamento planimetrico	L'asse stradale prende forma con un rettilineo della lunghezza di 100 m e prosegue con una curva destrorsa di raggio pari a 450 m. Al termine del raccordo circolare mediante una cloide di flesso ed una curva di raggio 750 si raggiunge il rettilineo finale dalla lunghezza di 205 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, completamente in galleria, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione. L'andamento altimetrico prevede quattro livellette in salita rispettivamente di pendenza 3.20%, 3.33%, 2.75% e 1.01%, che si raccordano con due livellette in discesa di pendenza 0.42 % e 1.01 %.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico, considerato di tipo diretto, è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.4.3 Rampa 2 - A12 Est - A12 Ovest (Savona - Genova)

La rampa 2 assicura il collegamento tra il nuovo asse della A12 (carreggiata Est) e la carreggiata della A12 in direzione Est (riqualifica della A12 esistente). Essa garantisce continuità al percorso dei veicoli che provenendo da Ventimiglia, dopo aver percorso l'A10bis, proseguono in direzione di Genova o di Milano.

Tabella 4-29 Progettazione interconnessione di Torbella: rampa 2

A12 Est – A12 Ovest (Savona - Genova): rampa 2	
Andamento planimetrico	L'asse stradale scaturisce dall'asse principale con una curva in destra di raggio 400 m e prosegue con un flesso planimetrico in una curva sinistrorsa da 325 m di raggio. Un ulteriore flesso con curva destrorsa di raggio 150 m ed una curva destrorsa di raggio 130 m termina il tracciato.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente in galleria, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione ad eccezione del tratto finale, dove ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede tre livellette in salita rispettivamente del 4.83%, 4.18% e 4.33% di nuova realizzazione; una livelletta in discesa di pendenza pari al 2.94% si raccorda ad un'altra livelletta in discesa al 4.21% che ricalca il sedime esistente.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.4.4 Rampa 3 - A12 Ovest - Nuova A7 Nord (Livorno - Milano)

La rampa 3 assicura il collegamento tra la A12 Ovest e la nuova A7 in direzione nord, garantendo la continuità dei percorsi provenienti da Livorno e diretti sia a Milano sia a Ventimiglia. Essa si collega direttamente con l'asse della A12 Ovest, carreggiata destra, che prevede l'alesaggio della galleria Montesperone esistente.

Tabella 4-30 Progettazione interconnessione di Torbella: rampa 3

A12 Ovest – Nuova A7 Nord (Livorno - Milano): rampa 3	
Andamento planimetrico	L'asse stradale si stacca dall'asse principale mediante un rettilineo di lunghezza 100 m ed una curva destrorsa di raggio 325 m, prosegue mediante una cloide di continuità ed una curva destrorsa di raggio pari a 175 m. Un ultimo rettilineo di lunghezza pari a 133 m ed una curva sinistrorsa di raggio 1655 m concludono il tracciato.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente in galleria, presenta un andamento altimetrico, che ricalca il sedime esistente nella parte iniziale mentre risulta di nuova progettazione nel tratto finale. L'andamento altimetrico prevede un dosso, nella parte iniziale su sede attuale, con livellette di pendenza rispettivamente del 1.82% e 2.16%; mediante una livelletta in salita al 2.91 % il profilo si stacca dal sedime esistente per raccordarsi a tre livellette in discesa del 3.54%, 3.75% e 3.50%.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da due corsie di marcia da 3.50 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.4.5 Rampa 4 - A12 Ovest - A7 Nord Esistente (Livorno - Milano)

La rampa 4, collegando la A12 Ovest con la A7 Nord esistente, assicura la continuità del percorso dei veicoli provenienti da Ventimiglia, che abbiano percorso l'A10bis, e diretti a Milano (o a Bolzaneto), oltre che la continuità del percorso in direzione Milano o Bolzaneto per i veicoli provenienti da Livorno.

Tabella 4-31 Progettazione interconnessione di Torbella: rampa 4

A12 Ovest – A7 Nord Esistente (Livorno - Milano): rampa 4	
Andamento planimetrico	L'asse stradale, totalmente su sede esistente, è composto da un rettilineo della lunghezza di 47 m e da una curva sinistrorsa di raggio pari a 340 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, totalmente all'aperto, presenta un andamento altimetrico che ricalca esattamente l'andamento della carreggiata in direzione Genova dell'autostrada A12. L'andamento altimetrico è costituito esclusivamente da livellette in discesa con i seguenti valori delle pendenze: 3.71 %, 3.47 %, 3.94 %, 3.45 % e 3.87 %.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da due corsie di marcia da 3.50 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.4.6 Rampa 5 - A12 Ovest - A7 Sud Esistente (Livorno - Genova)

La rampa 5, collegando la A12 Ovest con la A7 riqualificata in direzione Sud, garantisce la continuità in direzione Genova sia del percorso dei veicoli provenienti da Ventimiglia, che abbiano percorso la A10 bis, sia di quelli provenienti da Livorno.

Tabella 4-32 Progettazione interconnessione di Torbella: rampa 5

A12 Ovest – A7 Sud Esistente (Livorno - Genova): rampa 5	
Andamento planimetrico	L'asse stradale scaturisce dalla sede attuale con una curva sinistrorsa di raggio pari a 450 m dalla barriera di esazione di Genova Ovest, prosegue con un tratto rettilineo di lunghezza pari a 56 m, al termine del rettilineo è stata inserita una curva di raggio 600 m. Mediante un ultimo rettilineo di lunghezza 47 m termina il tratto di tracciato su sede esistente; il tratto in variante è composto da due curve sinistrorse di raggio 76 m e 120 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente all'aperto, ad eccezione di un tratto di circa 75 m con una galleria denominata Torbella, presenta un andamento altimetrico che ricalca, nella maggior parte del suo sviluppo, il profilo dell'esistente. L'andamento altimetrico prevede quattro livellette in discesa rispettivamente dello 3.89 %, 3.00 %, 3.90 % e 2.04 %, che ricalcano esattamente la sagoma della carreggiata in direzione Livorno dell'autostrada A12. L'altimetria prosegue con una nuova livelletta in salita di pendenza pari al 3.23 %, che permette il raccordo alla carreggiata direzione Genova dell'autostrada A7. Il profilo termina con una sacca che rispecchia il tratto esistente con due livellette pari allo 0.42 % e 0.05 %.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico, considerato di tipo diretto, è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.5 L'interconnessione A7-A10 (Genova Ovest)

4.3.3.5.1 Aspetti generali

L'interconnessione tra le autostrade A7 e A10 esistente in prossimità della stazione di Genova Ovest prevede la realizzazione di due rampe (cfr. Figura 4-16):

- rampa 1 - A7 Nord - A10 Ovest (Genova ovest - Savona);
- rampa 2 - A10 Est - A7 Nord (Savona - Milano).

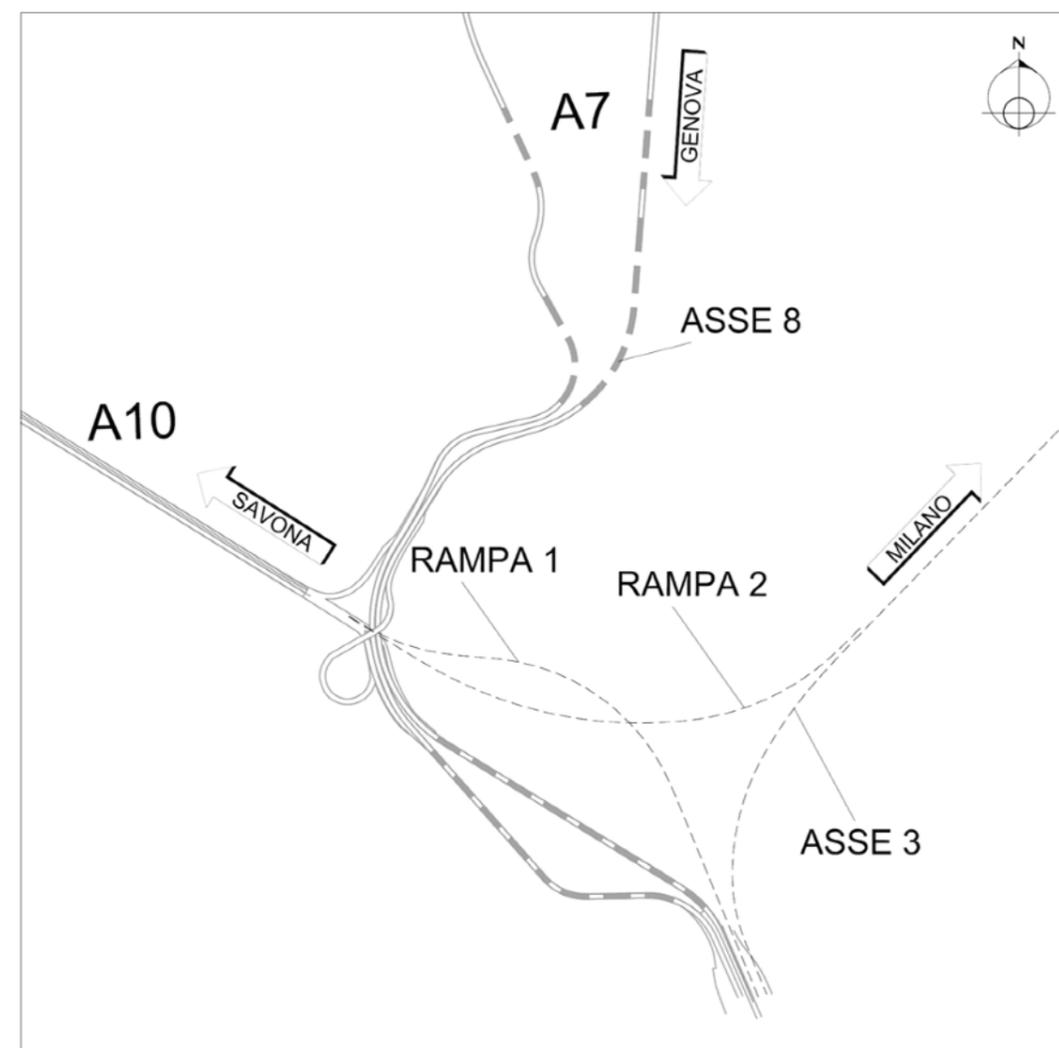


Figura 4-16 Interconnessione di Genova Ovest

Esse garantiscono il collegamento del nuovo asse della A7 in direzione Nord con il tracciato storico della A10, in prossimità del viadotto Polcevera esistente (ponte Morandi), sia per i veicoli provenienti da Genova Ovest e diretti verso Genova Aeroporto, sia per gli automezzi provenienti da Genova Aeroporto e diretti verso nord mediante l'A7 Nord. Le due rampe si sviluppano quasi completamente in galleria (galleria Moro 1 e galleria Moro 2).

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è di 2.1 km.

Tabella 4-33: Elementi costitutivi relativi all'interconnessione di Genova Ovest

Elementi costitutivi	Gallerie			
	Opera	Carreggiata	Lunghezza tratta coperta (m)	Numero corsie
	Moro 1	Ovest	826,00	1
Moro 2	Est	769,29	1	

4.3.3.5.2 Rampa 1 - A7 Nord - A10 Ovest (Genova ovest - Savona)

Il nuovo tracciato planimetrico, rispetto alla posizione dell'attuale piattaforma stradale, ha subito uno spostamento verso nord che consente l'inserimento della rampa 2.

Tabella 4-34: Progettazione interconnessione di Genova Ovest: rampa 1

A7 Nord – A10 Ovest (Genova Ovest - Savona): rampa 1	
Andamento planimetrico	L'asse stradale inizia dall'attuale barriera di esazione di Genova Ovest, con un rettilineo della lunghezza di 368 m al cui termine è posizionata una curva sinistrorsa di raggio pari a 375 m; attraverso una curva destrorsa di raggio 375 m, con interposto un raccordo clotoideo di flesso con la curva precedente, si fonde sul rettilineo esistente dell'autostrada A10 in direzione di Savona.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente in galleria, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione ad eccezione del tratto iniziale e finale, dove ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede tre livellette in salita rispettivamente dello 0.45%, 3.89% e 2.57%, che ricalcano esattamente la sagoma del piazzale di esazione da cui si stacca la rampa. L'altimetria prosegue con dosso di pendenza pari al 4.87 % per la livelletta in salita ed al 4.82 per la livelletta in discesa; mediante una livelletta di pendenza 0.59 % in salita si raccorda all'autostrada A10.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico, considerato di tipo diretto, è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.3.5.3 Rampa 2 - A10 Est - A7 Nord (Savona - Milano)

L'asse planimetrico è stato inserito tra l'attuale sede della carreggiata in direzione Genova Est dell'autostrada A7 e la nuova rampa 1.

Tabella 4-35: Progettazione interconnessione di Genova Ovest: rampa 2

A10 Est – A7 Nord (Savona - Milano): rampa 1	
Andamento planimetrico	Il tracciato planimetrico, una volta staccatosi dall'asse principale (Autostrada A10 direzione Livorno), si sviluppa con 2 curve sinistrorse rispettivamente di raggio 750 m e 450 m raccordate da una clotoide di continuità di parametro A pari a 250.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente in galleria, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione ad eccezione del tratto iniziale, dove ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede due livellette la prima in salita, la seconda in discesa, rispettivamente dello 0.34 % e 0.72 %, che ricalcano esattamente la sagoma dell'autostrada A10 da cui si stacca la rampa. L'altimetria prosegue con una serie di livellette in salita di pendenza pari allo 0.50 %, 3.00 % ed 1.97 %.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m lungo tutto il suo sviluppo.
Diagramma velocità	Il nuovo tracciato planimetrico, considerato di tipo diretto, è stato geometrizzato con un intervallo di velocità di progetto pari a 50 – 80 km/h.

4.3.4 Lo svincolo di Genova Est

4.3.4.1 Aspetti generali

L'intervento di adeguamento dello svincolo di Genova Est è necessario per rendere compatibile lo svincolo con la nuova configurazione dell'infrastruttura autostradale principale: in corrispondenza della zona dello svincolo, infatti, la nuova carreggiata in direzione Est della A12 dapprima si affianca all'infrastruttura esistente e successivamente si raccorda planimetricamente ad essa. Inoltre, l'utilizzo in direzione opposta dell'attuale carreggiata est fa sì che la funzionalità dello svincolo sia nettamente compromessa dalla configurazione di progetto.

L'intervento consiste nella realizzazione di tre rampe, come di seguito descritto (cfr. Figura 4-17):

- rampa 1 - uscita da A12 Est;
- rampa 2 - uscita da A12 Ovest;
- rampa 3 - immissione da Genova Est verso A12 Ovest.

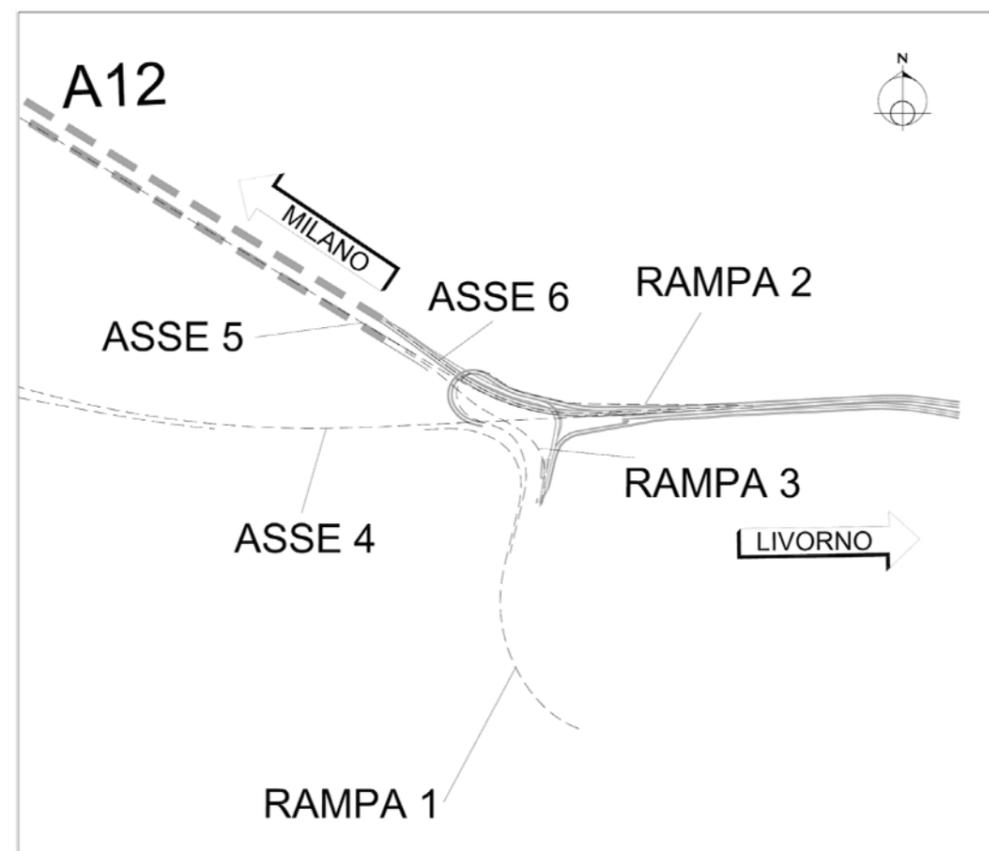


Figura 4-17 Interconnessione di Genova Est

La rampa 1 assicura il percorso in uscita verso Genova Est; essa è di fatto una rampa di nuova realizzazione; dopo un primo tratto ad una sola corsia si affianca alla rampa 1 la rampa 2, in uscita dalla A12 in direzione Ovest: le due rampe proseguono con lo stesso andamento fino alla fine dell'intervento.

Come il tracciato della rampa esistente, anche il nuovo tracciato deve affrontare in sotterraneo il superamento di una cresta; per tale tratto è prevista la realizzazione di una galleria (galleria Campursone, L=142.25 m); quando il tracciato torna all'aperto la nuova rampa si raccorda progressivamente con la rampa di svincolo esistente.

L'intervento sulla rampa in uscita dalla A12 in direzione Ovest (rampa 2) si configura come un intervento di adeguamento della rampa esistente: essa viene modificata nel tratto iniziale di uscita dalla carreggiata autostradale e nel tratto in cui si affianca alla rampa 1, mentre viene conservato il tratto centrale, interessato tra l'altro dall'opera di attraversamento del rilevato autostradale esistente.

L'adeguamento dello svincolo si completa mediante l'intervento sull'attuale rampa di uscita dalla carreggiata Est, alla quale viene invertito il senso di percorrenza, diventando una rampa di immissione (rampa 3) da Genova Est in direzione della A12 Ovest carreggiata sinistra (quindi con destinazione Genova Ovest e Genova Aeroporto).

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è di 1.7 km.

Lo svincolo è completato funzionalmente dall'attuale rampa di immissione in direzione Est e dall'attuale rampa di immissione in direzione Ovest, che nella configurazione di progetto risulterà dedicata alle destinazioni Milano e Ventimiglia, essendo collegata alla carreggiata in direzione Ovest Destra. Su tali rampe non è previsto alcun intervento strutturale, ma semplicemente un aggiornamento della segnaletica laddove necessario.

4.3.4.2 Rampa 1 - uscita da A12 Est

L'asse planimetrico, rispetto alla posizione dell'attuale piattaforma stradale, ha subito un arretramento di circa 100 m per consentire l'inserimento delle rampe 2 e 3, anch'esse rettifiche.

Tabella 4-36: Progettazione interconnessione di Genova Est: rampa 1

Uscita da A12 Est: rampa 1	
Andamento planimetrico	Il tracciato planimetrico, una volta staccatosi dall'asse principale (Autostrada A12 carreggiata est direzione Livorno), si sviluppa con 2 curve destrorse rispettivamente di raggio 130 m e 75 m raccordate da una clotoide di continuità di parametro A pari a 65. Il tracciato prosegue con un rettilineo lungo 53 m e due curve sinistrorse di raggio 225 m e 121 m raccordate da una clotoide di continuità di parametro A pari a 100 che si innestano al rettilineo della rampa esistente.
Andamento altimetrico	Il tracciato, che, ad eccezione di un tratto di circa 150 m passante all'interno della Galleria Campursone, corre all'aperto, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione, ad eccezione del tratto iniziale e finale, dove ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede due livellette in discesa, rispettivamente al 2.40 % e 2.76 %, che ricalcano esattamente la sagoma del tracciato autostradale da cui si stacca la rampa. L'altimetria prosegue con una livelletta al 7.00 % sempre in discesa, che si raccorda alla livelletta seguente in salita con pendenza pari allo 0.73%. Il tracciato continua con due livellette in discesa rispettivamente allo 0.26 % e 6.78% sulle quali è posizionata la galleria Campursone di 139 m. Il profilo di progetto termina sul sedime della rampa esistente con una livelletta del 5.09 %.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m nei tratti a singola corsia. Per tratte a due corsie la piattaforma è così costituita: due corsie di marcia da 3.75 m e due banchine da 1.00 m.
Diagramma velocità	La rampa, considerata di tipo diretto, è stata geometrizzata con un intervallo di velocità di progetto pari a 40 – 60 km/h.

4.3.4.3 Rampa 2 - uscita da A12 Ovest

L'asse planimetrico ripercorre sostanzialmente la geometria della rampa esistente, ad eccezione del tratto iniziale dove l'attuale corsia di diversione, di tipologia parallela, è stata modificata in una tipologia ad ago, in seguito alla modifica planimetrica della carreggiata autostradale Ovest, e del tratto finale dove si immette sulla rampa 1.

Tabella 4-37: Progettazione interconnessione di Genova Est: rampa 2

Uscita da A12 Ovest: rampa 2	
Andamento planimetrico	Il tracciato planimetrico, una volta terminata la corsia di diversione, si sviluppa con 2 curve destrorse rispettivamente di raggio 225 m e 120 m tra le quali è stato inserito un rettilineo di lunghezza pari a 30.00 m. Il tracciato prosegue con una curva sinistrorsa di raggio pari a 34.35 m, che si raccorda alla rampa 1 tramite una curva destrorsa di raggio pari a 48.50 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente all'aperto, presenta un andamento altimetrico che nella maggior parte della tratta ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede tre livellette in salita rispettivamente del 4.05 %, 3.37 % e 2.80 % che ricalcano esattamente il profilo del tracciato autostradale da cui si stacca la rampa. L'altimetria prosegue con una livelletta pari al 6.00 % in discesa fino a raggiungere il sottopasso autostradale esistente dal quale, sempre in discesa, è stata inserita una livelletta all'1.05 %. Il profilo continua con un nuovo andamento di progetto, atto a raggiungere le quote di progetto della rampa 1, e così composto: livelletta in salita al 6.63 % ed una in discesa allo 0.32 % .
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m nei tratti a singola corsia. Per tratte a due corsie la piattaforma è così costituita: due corsie di marcia da 3.75 m e due banchine da 1.00 m. Nei tratti di adeguamento in sede, la larghezza della corsia è di 4.00 m ma con due banchine variabili inscritte nella piattaforma esistente che viene così mantenuta.
Diagramma velocità	La rampa, considerata di tipo diretto, è stata geometrizzata con un intervallo di velocità di progetto pari a 40 – 60 km/h.

4.3.4.4 Rampa 3 - immissione da Genova Est verso A12 Ovest

Tabella 4-38: Progettazione interconnessione di Genova Est: rampa 3

Immissione da Genova Est verso A12 Ovest: rampa 3	
Andamento planimetrico	Il tracciato planimetrico, si stacca dal sedime esistente con una curva sinistrorsa di raggio pari a 75 m, prosegue poi con una clotoide di flesso che si unisce ad una curva destrorsa di raggio pari a 200 m. La rampa termina con un'altra clotoide di flesso che si unisce ad una curva sinistrorsa di raggio pari a 335 m.
Andamento altimetrico	Il tracciato, prevalentemente all'aperto, presenta un andamento altimetrico di nuova progettazione ad eccezione del tratto iniziale e finale, dove ripercorre il profilo esistente. L'andamento altimetrico prevede due livellette, una in salita al 2.09 % ed una piuttosto pianeggiante allo 0.39 %, che ricalcano esattamente il profilo della rampa esistente. L'altimetria prosegue con una livelletta al 7.00 % in salita dove, essendo fuori dal sedime esistente, risulta essere di nuova realizzazione. Il profilo termina con due livellette abbastanza pianeggianti rispettivamente allo 0.46 % e 0.01 %, che ricalcano il profilo autostradale della carreggiata ovest.
Sezioni trasversali	La sezione stradale è caratterizzata da una corsia di marcia da 4.00 m e da due banchine da 1.00 m. Al termine della rampa il tracciato assume caratteristiche autostradali diventando la corsia di marcia in sinistra dell'autostrada A12 in direzione autostrada A7 – Genova Ovest.
Diagramma velocità	La rampa, considerata di tipo diretto, è stata geometrizzata con un intervallo di velocità di progetto pari a 40 – 60 km/h.

4.4 LE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI OGGETTO DI RIQUALIFICA

4.4.1 Riqualifica A10 esistente

L'intervento di riqualifica dell'infrastruttura esistente prevede la riconfigurazione a due corsie più una corsia d'emergenza degli assi autostradali esistenti e la modifica funzionale di alcune rampe dell'interconnessione A10-A26 finalizzata a realizzare un percorso continuo a due corsie per la relazione A10 ovest – A26, non gestiti attraverso la Gronda di Ponente (cfr. MAM-I-QPGT-003).

L'intervento, dunque, comprende la geometrizzazione di due assi principali (assi 9 e 10) e di quattro rampe di interconnessione.

Per quanto riguarda gli assi principali, essendo il tratto in parte sgravato dal traffico per effetto della realizzazione degli assi della A10 bis e delle nuove rampe dell'interconnessione di Voltri, essi sono stati rigeometrizzati prevedendo la realizzazione all'interno del pavimentato esistente di una sezione a due corsie più emergenza. Le larghezze di corsie e banchine sono state ricavate in funzione dello spazio esistente, in particolar modo in corrispondenza delle opere d'arte e delle gallerie esistenti.

Oltre agli assi principali, il progetto prevede anche la riqualifica di alcune rampe di interconnessione, quali (cfr. Figura 4-18):

- rampa 1- A10 Est esistente - A10 Est esistente (Savona - Genova)
- rampa 2 - A10 Ovest esistente - A10 Ovest esistente (Genova - Savona)
- rampa 3 - A26 Sud esistente - A10 Est esistente (Alessandria - Genova)
- rampa 4 - A10 Est esistente - A26 Nord esistente (Genova - Alessandria)

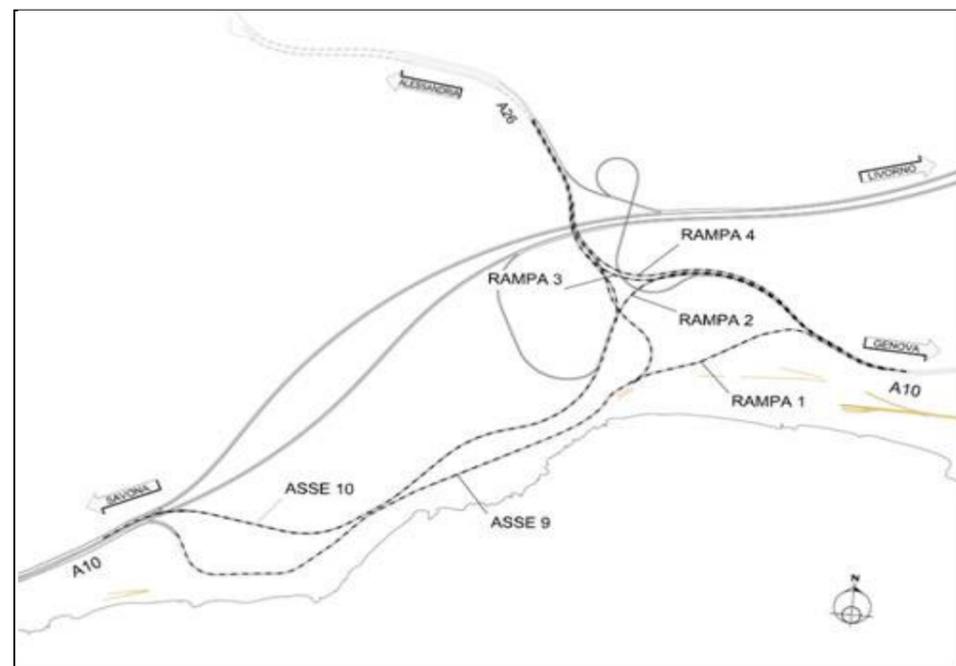


Figura 4-18 Riqualifica A10 esistente

Anche per esse è previsto un tracciamento con sezione trasversale in alcuni casi diversa da quella attuale, sempre nell'ambito della larghezza disponibile. In particolare la rampa 1, oggi a due corsie nel tratto iniziale, avrà una sola corsia nella configurazione di progetto. L'intervento di riqualifica ha un'estensione complessiva di circa 8 km di assi autostradali e di circa 6.5 km di rampe di interconnessione.

Tabella 4-39 Progettazione riqualifica A10 carreggiata Est

Riqualifica A10: Carreggiata Est (asse 9)	
Andamento planimetrico	Il tracciato si stacca dall'esistente viadotto Uccelliera realizzando un flesso fra la prima curva destrorsa di raggio 150m e la seconda curva sinistrorsa di raggio 141m. Proseguendo per circa 1800m, sul tracciato si alternano sei rettili e cinque curve: le prime due destrorse, di raggio 170m e 550m, e le altre tre sinistrorse, rispettivamente di raggio 310m, 650m e 5000m. In prossimità dell'uscita per Genova il tracciato ripercorre il flesso esistente raccordando l'ultima di una serie di curve sinistrorse, rispettivamente di raggio 900m, 550 e 200m, alla curva in destra di raggio 158m. La corsia di diversione devia in destra al termine del rettilo di 60m. Successivamente l'asse imbocca la galleria Tassara con una curva in destra di raggio 171,4m e continua con un andamento flessuoso ricostruito con una successione di quattro curve di raggi compresi tra 255m e 390m, terminando con un rettilo di 320m.
Andamento altimetrico	Dopo un primo tratto in salita con pendenza media dell'1.75%, il profilo prosegue in discesa per circa 2km con pendenze variabili tra lo 0.5% e il 4% e intervallato da raccordi concavi e convessi di raggio compreso fra

	200m e 18.000m. In corrispondenza del viadotto Branega, laddove è prevista la diversione per Genova, l'andamento altimetrico assume una configurazione pianeggiante con pendenza longitudinale prossima allo 0% e successivamente risale in direzione A26 con pendenze variabili tra il 3.55% e il 4.95%.
Sezioni trasversali	<p>Tra l'interconnessione di Vesima e la diversione per Genova, ad eccezione del tratto finale in corrispondenza della diversione per Genova, la sezione autostradale esistente è caratterizzata da tre corsie di marcia da 3.00m e da due banchine laterali di 0.70, per una larghezza totale 10.40m. Il progetto, in accordo alle analisi trasportistiche, prevede di sopprimere una corsia di marcia permettendo così di ampliare l'esistente banchina destra per poter essere utilizzata per la sosta di emergenza. La nuova piattaforma è quindi caratterizzata da due corsie di marcia da 3,50 m, da una banchina sinistra di 0,70m e da una banchina in destra di 2,50m per una larghezza totale pari a 10,20 m.</p> <p>In prossimità della diversione per Genova si mantiene sostanzialmente l'esistente configurazione di piattaforma; la sezione stradale è pertanto organizzata con tre corsie di marcia da 3,25 m, una banchina in sinistra di 0,50 m e una banchina in destra di 1,00m per un totale di 11.25m.</p> <p>Superata la diversione per Genova, in corrispondenza della galleria Tassara si mantiene l'esistente sezione stradale composta da due corsie di marcia da 3.25m e due banchine di 0.25m ciascuna per una larghezza totale di 7.00m. Nel tratto immediatamente successivo la larghezza di ciascuna corsia e banchina è incrementata di 25 cm aumentando così la sezione ad una dimensione complessiva di 8.00m.</p> <p>Nel tratto compreso fra l'immissione proveniente da Genova per Alessandria e l'imbocco sud della galleria del Pero Grosso, fino all'immissione della nuova rampa d'interconnessione proveniente dalla carreggiata ovest della Gronda di Ponente, la sezione di progetto è definita dagli esistenti elementi di piattaforma; è quindi caratterizzata da tre corsie di marcia da 3,75m e due banchine di 0.50m ciascuna per una larghezza totale di 12.25m. Nel tratto restante fino a fine tracciato è previsto un ampliamento comprendente anche la corsia specializzata di ingresso, la sezione composta da quattro corsie di marcia da 3.75, da una banchina in sinistra di 0,50m e da una banchina in destra di 2.50m, per una dimensione complessiva di 18.00m.</p>
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 66,4 km/h a un massimo di 124,4 km/h
Riqualifica A10: Carreggiata Ovest (asse 10)	
Andamento planimetrico	Il tracciato, progressivato con verso disconcorde alla direzione di marcia, ripercorre l'esistente galleria Borgonuovo con una prima curva sinistrorsa di raggio 488.75m seguita da un rettilo di 300m e da una curva in destra di raggio 400 m. L'asse passa in corrispondenza dell'abitato di Crevari con una curva destrorsa di raggio 600 m circa raccordandosi in flesso alla seguente curva in sinistra di raggio 500m. Dopo il passaggio in rettilo sul viadotto Cerusa, il tracciato continua con un andamento flessuoso con

	un'alternanza di curve sinistrorse e destrorse a crescente valore di raggio; infine termina in rettilineo con un limite di intervento in corrispondenza dell'imbocco sud dell'esistente galleria del Pero Grosso.
Andamento altimetrico	Dopo un tratto iniziale di circa 450m in salita con pendenza media dello 0.8 %, il profilo prosegue in discesa per 2.2km con pendenze variabili tra l'1% e il 3.5%, intervallato da diversi raccordi altimetrici di raggio superiore a 8.000m. In corrispondenza del viadotto Cerusa il tracciato assume un andamento pianeggiante con pendenza media 0.4% e successivamente il profilo sale raggiungendo pendenze prossime al 5%.
Sezioni trasversali	Dall'interconnessione di Vesima al viadotto Cerusa esistente (dove è prevista la diramazione per Livorno attraverso l'ampliamento del viadotto stesso) la sezione tipo esistente è caratterizzata da tre corsie di marcia da 3.50m, una banchina in sinistra da 0.70m e una corsia di emergenza da 3.00m, per una larghezza totale di 14.20m nei tratti all'aperto, mentre, per i tratti in galleria, da tre corsie di marcia da 3.25m e da due banchine da 0.50m ciascuna, per una larghezza complessiva di 10.75m. In accordo alle analisi trasportistiche, il progetto prevede di sopprimere una corsia di marcia e ampliare la banchina destra al fine di garantire anche in galleria una fascia di 2.50m da impiegarsi per la sosta di emergenza. Lungo il Viadotto Cerusa, dove è previsto il Tronco di scambio per la diramazione in direzione Livorno attraverso l'apertura di una nuova rampa, si prevede sostanzialmente di mantenere l'esistente sezione stradale composta da tre corsie di marcia da 3.50m e due banchine di 0.50m ciascuna, per una larghezza totale di 11.50m. Dal viadotto alla diramazione per Genova il progetto mantiene l'esistente sezione stradale estendendo ovunque la soluzione costituita da due corsie di marcia di 3.25m e due banchine di 0.25m ciascuna, per una larghezza complessiva di 7.00m. Nel tratto dalla diramazione per Genova all'imbocco Sud della galleria del Pero Grosso la sezione di progetto ripropone l'esistente organizzazione degli elementi di piattaforma, caratterizzata da tre corsie di marcia da 3,75m e due banchine di 0.50m ciascuna, per una larghezza totale di 12.25m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 99,4 km/h a un massimo di 123 km/h.

4.4.2 Interconnessione A10 A26

I tracciati in esame ripercorrono le connessioni fra le carreggiate Est e Ovest dell'autostrada A10 e i collegamenti Sud-Est e Nord -Ovest fra le autostrade A10 e A26 (cfr. Figura 4-19).

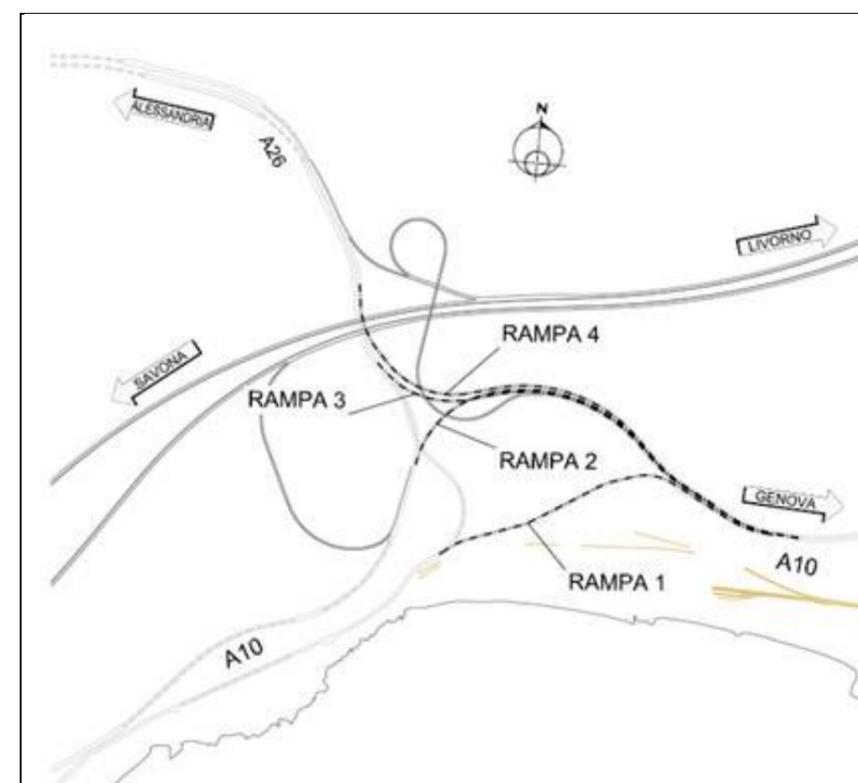


Figura 4-19 Interconnessione A10 A26

La riorganizzazione delle sezioni stradali dei restanti collegamenti A10-A26 è sostanzialmente funzionale alla configurazione dei flussi di traffico individuata secondo le valutazioni di carattere trasportistico.

Tabella 4-40 Progettazione stradale interconnessione A10 – A26 rampa 1

Interconnessione A10- A26 (rampa 1)	
Andamento planimetrico	Lungo i primi 600m l'asse è caratterizzato da un'alternanza di rettilinei intervallati da curve di breve sviluppo; successivamente una curva di raggio 170m devia il tracciato sulla destra che prosegue in rettilineo per circa 200m attaccandosi alla carreggiata est dell'A10 con una curva sinistra di raggio 340m. Lo sviluppo complessivo della rampa è di 1300m.
Andamento altimetrico	Nella prima metà del tracciato il profilo di progetto è in leggera discesa con pendenza media dello 0.5%, in seguito è pianeggiante con pendenze inferiori all'1%.
Sezioni trasversali	La soluzione di progetto prevede la riduzione dalle attuali due corsie di marcia di 3.75m ciascuna ad una sola di 4.00m, ripartendo il pavimentato restante sulle banchine laterali con larghezze di 1.50m per la sinistra e 3.25m la destra; la sezione complessiva è di 8.75m. Si evidenzia che la differenza di 1.25m fra la larghezza del pavimentato esistente e quella di progetto è ripartita, in funzione all'andamento planimetrico di progetto, sia in destra che in sinistra all'asse costituendo un'extrabanchina variabile.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse sono state analizzate con un intervallo di velocità di progetto compreso fra 50 e 80 km/h.

Tabella 4-41 Progettazione stradale interconnessione A10 – A26 rampa 2

Interconnessione A10- A26 (rampa 2)	
Andamento planimetrico	La prima parte del tracciato è interessata da un flesso di considerevole sviluppo, successivamente il tracciato assume un andamento filante deviando in sinistra per l'attacco alla carreggiata est della A10. Lo sviluppo complessivo della rampa è di 1670m.
Andamento altimetrico	Per uno sviluppo iniziale di circa 200m il tracciato è pianeggiante con pendenze prossime allo 0%, in seguito il profilo sale per circa 1 km prima con una pendenza del 4%, poi con una pendenza pari al 2% circa. Nella seconda metà della galleria Madonna delle Grazie e sul viadotto Cerusa l'andamento ritorna pianeggiante con valori di pendenza inferiori all'1%.
Sezioni trasversali	La piattaforma esistente è caratterizzata da una sezione stradale in galleria e all'aperto. La sezione in galleria è caratterizzata da due corsie di marcia di 3.20m e da due banchine di 0.50m ciascuna per un totale di 7.40m, mentre nella sezione all'aperto le dimensioni delle banchine sono incrementate ad un valore di 1m circa per la sinistra e di circa 1.50 m per la destra. In accordo alle risultanze trasportistiche il progetto prevede una sezione tipo a singola corsia di marcia da 4.00m affiancata da una banchina in destra di 1.00m e da una banchina in sinistra di 1.5m con beneficio delle visibilità lungo tratto in curva sinistrorsa.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse sono state analizzate con un intervallo di velocità di progetto compreso fra 50 e 80 km/h.

Tabella 4-42 Progettazione stradale interconnessione A10 – A26 rampa 3

Interconnessione A10- A26 (rampa 3)	
Andamento planimetrico	Dopo un tratto iniziale che ripercorre di fatto la carreggiata A10-ovest, il tracciato prosegue con una piccola deviazione in destra terminando con una lunga curva in sinistra di circa 1100 m si sviluppo e geometrizzata con due raccordi circolari in tangenza di raggio 548m il primo e 343m il secondo.
Andamento altimetrico	L'andamento è sostanzialmente in discesa intervallato da due zone pianeggianti, la prima in corrispondenza del viadotto Leira e la seconda a fine tracciato. I due tratti in discesa presentano pendenze rispettivamente del 3.6% e 4%.
Sezioni trasversali	Nel tratto iniziale la sezione di progetto ripropone l'attuale configurazione a due corsie di marcia da 3.50m più una banchina in sinistra da 0.70m e una corsia di emergenza in destra di 2.50m per un totale di 10.20m. Dopo l'apertura della terza corsia a servizio della connessione in direzione Alessandria, la piattaforma esistente è caratterizzata da una sezione in galleria composta da due corsie di marcia di 3.20m e due banchine da 0.50m per un totale di 7.40m. All'aperto le larghezze delle banchine sono incrementate a circa 1m per la sinistra e a circa 1.50m per la destra. In accordo allo schema di circolazione modificato dalla confluenza della rampa proveniente dalla carreggiata ovest della Gronda di Ponente, il progetto prevede fino al termine della galleria Madonna delle Grazie una

	sezione tipo a singola corsia di marcia da 4.00 con una banchina in destra di 1.00 e una banchina in sinistra da 1.50m per un totale di 6.50m. La sezione di progetto nel tratto immediatamente successivo si compone di due corsie di marcia da 3.50 e due banchine di 0.70m ciascuna, per una larghezza complessiva di 8.40 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse sono state analizzate con un intervallo di velocità di progetto compreso fra 50 e 80 km/h.

Tabella 4-43 Progettazione stradale interconnessione A10 – A26 rampa 4

Interconnessione A10- A26 (rampa 4)	
Andamento planimetrico	Il tracciato lungo 1665m ha un andamento flessuoso con ampie curve intervallate generalmente da brevi rettili.
Andamento altimetrico	La prima metà del tracciato è in salita con pendenza media pari al 4%, successivamente è in discesa con pendenze prossime all'1.35%; il tracciato, infine, risale con una pendenza del 5.6%.
Sezioni trasversali	Il progetto prevede di mantenere l'attuale configurazione a due corsie di marcia sostanzialmente organizzata con due corsie di marcia da 3.25m e due banchine laterali di 0.25 per un totale di 7.00m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse sono state analizzate con un intervallo di velocità di progetto compreso fra 50 e 80 km/h.

4.4.3 Riqualifica A7 esistente direzione Nord

Il tratto interessato dalla riqualifica in direzione Nord della A7 esistente si estende tra l'intersezione Torbella (A7-A12) ed il punto in cui confluiscono l'asse della riqualifica e l'asse della nuova carreggiata in direzione Nord, in corrispondenza del viadotto Secca. L'intervento consiste nella rigeometrizzazione del tratto sul sedime dell'infrastruttura esistente, senza interventi di tipo strutturale. Lo sviluppo dell'intervento è di circa 2.5 km.

Tabella 4-44 Progettazione riqualifica A7 esistente direzione Nord

Riqualifica asse A7 esistente direzione Nord (Asse 7)	
Andamento planimetrico	Il tracciato esistente presenta due differenti andamenti: la prima parte del tracciato è caratterizzata da un ampi rettili e curve sprovviste di raccordi clotoidici, mentre la successiva presenta una forte tortuosità, con curve non sempre provviste di raccordi clotoidici e valori del raggio piuttosto contenuti, con valori inferiori a 300 m.
Andamento altimetrico	Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo esistente, finalizzato al rispetto dei vincoli dettati dalla presenza di diversi viadotti e gallerie.
Sezioni trasversali	Da sud verso nord l'intervento consta di un primo tratto a due corsie con corsie da 3.75 m ciascuna e banchine da 0.50 in sinistra e variabile in destra da 1 m a 1.75 m. Dal punto in cui ha origine la corsia specializzata per l'uscita in corrispondenza della stazione di Bolzaneto, l'intervento prevede la geometrizzazione ad una corsia, con sezione trasversale con corsia da 3.75 m, banchina in sinistra di 0.70 m e corsia di emergenza da 3.00 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 80 km/h a un massimo di 140 km/h

4.4.4 Riqualifica A7 esistente direzione Sud (ex carreggiata Nord)

Il tratto interessato dalla riqualifica della A7 esistente in direzione Sud si estende tra l'intersezione Torbella (A7-A12) e lo svincolo di Genova Ovest. Lo sviluppo dell'intervento è di circa 3.5 km.

L'intervento consiste nella rigeometrizzazione ad una corsia dell'intero tratto.

L'intervento realizza in sostanza un potenziamento dell'infrastruttura in direzione Sud costituendone una terza corsia su cui indirizzare il traffico pesante diretto in porto.

Tabella 4-45 Progettazione riqualifica A7 esistente direzione Sud

Riqualifica asse A7 esistente direzione Sud (Ex carreggiata Nord).	
Andamento planimetrico	L'intervento partendo dall'interconnessione A7/A12, dopo un breve rettilineo di circa 100 metri, presenta un flesso costituito da una curva destrorsa di raggio pari a 450m susseguita da una curva sinistrorsa con raggio pari a 962.70 metri. La successiva tratta è caratterizzata da un lungo rettilineo di 600 metri che si sviluppa quasi interamente su opere d'arte. La piattaforma stradale all'aperto, compresa tra le gallerie Zella e San. Bartolomeo, è caratterizzata da un'elevata tortuosità con curve aventi raggi compresi tra i 185 metri e i 285 metri, pertanto con valori inferiori rispetto a quanto indicato dalla normativa di riferimento (DM. 2001). La parte finale dell'intervento è caratterizzata da un rettilineo di 410 metri, sviluppato interamente in galleria, e da una successiva curva destrorsa di 250 con la quale si giunge sul piazza di esazione di Genova Ovest.
Andamento altimetrico	Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo esistente, finalizzato al rispetto dei vincoli dettati dalla presenza di diversi viadotti e gallerie.
Sezioni trasversali	L'intervento consiste nella rigeometrizzazione ad una corsia dell'intero tratto, con sezione trasversale con corsia da 3.75 m, banchina in sinistra di 0.70 m e corsia di emergenza di larghezza variabile tra 2.50 e 3.00m (laddove il pavimentato esistente non sia sufficiente la corsia di emergenza è stata sostituita con una banchina di larghezza minima pari a 1 m). L'intervento realizza in sostanza un potenziamento dell'infrastruttura in direzione Sud costituendone una terza corsia su cui indirizzare il traffico pesante diretto in porto.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 40 km/h (in corrispondenza della barriera di Genova Ovest) a un massimo di 134 km/h.

4.4.5 Riqualifica A12 direzione Ovest carreggiata sinistra (asse 5) e destra (asse 6)

L'intervento di riqualifica della A12 prevede l'utilizzo in direzione Ovest di entrambe le attuali carreggiate in corrispondenza della galleria Montesperone esistente. Di conseguenza il progetto della riqualifica prevede la geometrizzazione mediante due assi, uno per ciascuna carreggiata.

Nello specifico, l'attuale carreggiata in direzione Est (asse 6) viene riqualificata ed invertita in direzione ovest, nel tratto tra Genova Est e l'attuale interconnessione A7-A12, per assicurare il collegamento in direzione di Genova Ovest/Genova Aeroporto per il traffico proveniente da Livorno.

L'attuale carreggiata in direzione Ovest (asse 5) viene collegata al nuovo asse della A7 in direzione Nord (asse 3), mediante l'alesaggio della galleria Montesperone esistente, per assicurare il collegamento in direzione Milano/Ventimiglia.

In corrispondenza dello svincolo di Genova Est viene realizzato, mediante un leggero allargamento della sezione rispetto all'esistente, un tratto a tre corsie; superato questo tratto avviene la separazione in due carreggiate separate con lo stesso senso di marcia, ma con destinazioni differenti.

Nella carreggiata Ovest Sinistra (asse 5) confluiscono sia una corsia proveniente dal tratto a carreggiata unica sia la corsia della rampa in ingresso dallo svincolo di Genova Est. In tale carreggiata sarà indirizzato il traffico in direzione di Genova Ovest e di Genova Aeroporto, oltre al traffico leggero, che potrà percorrere anche l'A10 nel suo tracciato storico. L'intervento prosegue a due corsie all'interno della galleria esistente, nell'ambito della carreggiata attualmente percorsa in direzione est, fino al termine del tracciato della A12 esistente, tratto in cui si collegano le rampe dell'interconnessione Torbella.

Tabella 4-46 Riqualifica A12 carreggiata sinistra

Riqualifica asse A12 direzione Ovest- carreggiata sinistra (asse 5)	
Andamento planimetrico	Il tracciamento, nel tratto in corrispondenza dello svincolo di Genova Est, è costituito da un rettilineo iniziale che ricostruisce l'attuale carreggiata Ovest, susseguito da due curve destrorse aventi raggi pari a 303.25 metri e a 570 metri raccordate tra di loro e ai rettilineo mediante clotoidi. Il successivo tratto costituito da rettilineo e curve di ampio raggio (variabili tra i 50.000 e i 200.000 metri), si sviluppa all'interno della galleria Montesperone e assolve alla necessità di ricostruire la geometria stradale desunta dai rilievi celerimetrici. Il tracciato all'uscita della galleria è caratterizzato, da una successione di tre curve con raggi planimetrici variabili tra 305 e 760 metri che ricalcano l'infrastruttura esistente sfruttandone il sedime.
Andamento altimetrico	Lo studio altimetrico è stato condotto nel rispetto delle altimetrie esistenti e pertanto gli scostamenti sono stati limitati al minimo necessario per l'adeguamento delle pendenze trasversali esistenti delle curve (inferiori a quelle di norma). La livelletta fino alla progressiva 0+142.68 presenta un andamento ascendente con valori di pendenza compresi tra l'1.26% e il 4.28%. Il progetto prosegue, in discesa, con una livelletta al 1.75% che si sviluppa in corrispondenza della galleria Monte Sperone esistente, ricalcando le attuali quote di progetto. Il tratto terminale dell'intervento assume pendenze discendenti più marcate con valori oscillanti attorno al 4%.
Sezioni trasversali	Sono previste due corsie di larghezza pari a 3.75 m più una corsia di emergenza da 3.00 m e banchina in sinistra da 0.70 m; nei tratti in cui il tracciato interessa le gallerie esistenti la ripartizione del pavimentato esistente consente la realizzazione di due corsie da 3.50 m e due banchine da 0.35 m ciascuna, per una larghezza complessiva pari a 7.20 m
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 86 km/h a un massimo di 140 km/h.

Nella carreggiata Ovest Destra (asse 6), anch'essa a due corsie, verrà indirizzato sia il traffico in direzione Milano sia il traffico passante in direzione Ventimiglia (percorrendo la

nuova A10 bis). Per collegare il percorso con origine Livorno con il tracciato della A7 in direzione Nord viene utilizzata l'attuale galleria Montesperone, sulla quale è previsto un intervento di alesaggio del tratto terminale per deviare la direzione dell'asse in sotterraneo e consentire il collegamento con l'asse in direzione nord. L'asse termina in corrispondenza dell'inizio del tratto a quattro corsie lungo l'asse della A7 nord.

Lo sviluppo dell'intervento è di circa 3.8 km.

Tabella 4-47 Progettazione riqualifica A12 carreggiata destra

Riqualifica asse A12 direzione Ovest- carreggiata destra (asse 6)	
Andamento planimetrico	Il tracciamento è costituito da un'unica curva destrorsa con raggio pari a 300 metri raccordato ai rettifili iniziali e finali mediante clotoidi.
Andamento altimetrico	Lo studio altimetrico è stato condotto nel rispetto delle altimetrie esistenti e pertanto gli scostamenti sono stati limitati al minimo necessario per l'adeguamento delle pendenze trasversali esistenti delle curve.
Sezioni trasversali	Sono previste due corsie di larghezza pari a 3.75 m più una corsia di emergenza da 3.00 m e banchina in sinistra da 0.70 m; nei tratti in cui il tracciato interessa le gallerie esistenti la ripartizione del pavimentato esistente consente la realizzazione di due corsie da 3.50 m e due banchine da 0.35 m ciascuna, per una larghezza complessiva pari a 7.20 m.
Diagramma velocità	Le velocità di progetto di questo asse variano da un minimo di 86 km/h a un massimo di 115 km/h.

4.5 LE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI OGGETTO DI DISMISSIONE

Nel progetto è prevista la dismissione della rampa elicoidale di connessione tra il viadotto Morandi (traffico proveniente da Savona) e l'autostrada A7, in direzione Milano (cfr. Figura 4-20 e tavola MAM-I-QPGT-003).



Figura 4-20 La corografia dell'intervento

Le quantità di calcestruzzo interessate dalla demolizione delle strutture sono riportate in Tabella 4-48. Il computo include le strutture da rimuovere per restituire l'area occupata alla città, fermandosi quindi alle fondazioni (comprese), con esclusione delle sottofondazioni su pali che possono continuare a rimanere in sito.

È stata computata la struttura sia "al pieno" (cioè relativamente ai soli elementi in calcestruzzo) sia "vuoto per pieno", calcolando quindi l'intero volume delle opere.

In Figura 4-21 viene presentato il prospetto longitudinale della rampa in dismissione, con l'identificazione dei singoli elementi da analizzare.

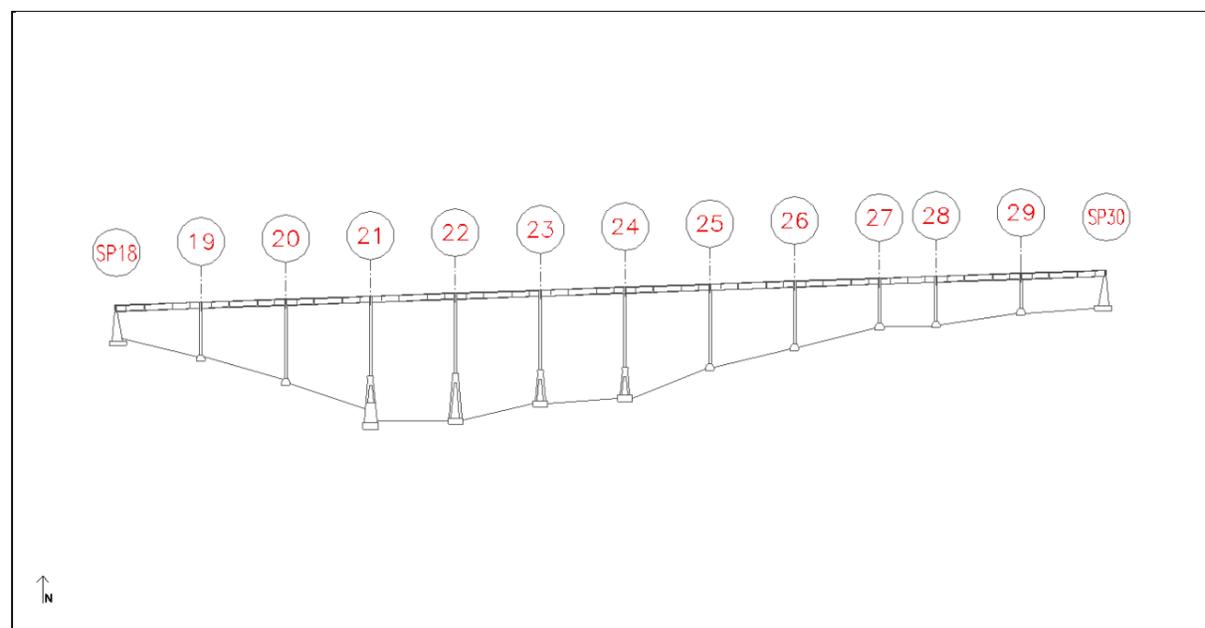


Figura 4-21 Prospetto longitudinale

Le quantità calcolate secondo i criteri contabili sopra citati sono raccolte in una tabella riepilogativa (cfr. Tabella 4-48), in cui sono riportati i volumi unitari per ciascuna parte d'opera, per ottenere il volume complessivo della carpenteria dell'intera rampa.

È evidente la differenza tra i volumi calcolati "al pieno" (cioè relativi ai veri e propri calcestruzzi) che si attestano a 2.886 mc e i volumi "vuoto per pieno" (che tengono conto delle cavità presenti all'interno delle strutture), pari a 4.815 mc. Nel passaggio da un criterio di computo all'altro, i volumi quasi raddoppiano, con un rapporto pari al 67%.

Tabella 4-48 Computo metrico demolizioni

RAMPA SV-MI ELICOIDALE	Volume "al pieno"	Volume "vuoto per pieno"
Spalle 18 e 30	250,97	250,97
Pila 19	65,05	65,054
Pila 20	82,17	82,174
Pila 21	419,36	419,35775
Pila 22	267,60	267,603
Pila 23÷24	473,62	473,622
Pila 25	82,32	82,318
Pila 26	70,97	70,974
Pila 27÷28	118,43	118,428
Pila 29	52,75	52,75
Impalcati da 26 ml	959,37	2804,098
Impalcato da 13 ml	43,81	128,05
TOTALE	2.886,43	4.815,39

4.6 LE OPERE D'ARTE

4.6.1 Le gallerie

Le caratteristiche geometriche e funzionali delle gallerie naturali e delle opere in sotterraneo sono state definite sulla base dei requisiti indicati dalla recente normativa (DM 5/11/2001, G.U. n. 3 del 3/1/2002 e D.Lgs 5/10/2006, n. 264).

La conformazione morfologica del sito nel quale si colloca il nuovo sistema viario ha obbligato al ricorso massiccio dell'uso del sottosuolo: il sistema è composto per circa il 90% del suo sviluppo da gallerie la cui lunghezza varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km.

Il progetto prevede il ricorso sia allo scavo meccanizzato con TBM che alle consolidate tecnologie di avanzamento in tradizionale (per maggiori dettagli si rimanda al Quadro di Riferimento Progettuale del Progetto Definitivo di Cantierizzazione).

Complessivamente è prevista la realizzazione di 25 gallerie. Le 14 gallerie situate ad est del torrente Polcevera (che non sono interessate da formazioni geologiche considerate potenzialmente amiantifere) sono realizzate in tradizionale (esplosivo o martellone), mentre delle 11 gallerie della tratta situata ad ovest del torrente Polcevera, le gallerie a doppia canna Monterosso, Amandola e Borgonuovo saranno realizzate con lo scavo meccanizzato.

Segue un elenco delle gallerie in progetto con la relativa estensione lineare (cfr. Tabella 4-49) e lo schema generale delle stesse all'interno del piano viario generale (cfr. Figura 4-22).

Tabella 4-49 Estensione lineare delle gallerie

Infrastruttura	Galleria	Estensione (m)
Asse A10 bis	Borgonuovo Est	2.021,30
	Borgonuovo Ovest	2.092,31
	Amandola Est	5.938,70
	Amandola Ovest	5.926,17
	Monterosso Est	6.106,44
	Monterosso Ovest	6.059,52
Asse A10 bis	Voltri Est	203,15
	Voltri Ovest	205,52
Interconnessione Voltri	Bric Del Carmo	825,40
	Cioccia	382,61
	Delle Grazie	1.242,44
	Granarolo	3.304,00
Asse A7 dir. Nord	Forte Diamante	2.788,70
	Bric Du Vento	2.453,82
Asse A12 dir. Est	Monte Sperone	1.920,00
	Polcevera	493,68
Interconnessione Bolzaneto	San Rocco	1.265,80
	Baccan	1.509,87
	Morego	167,78
	Forte Begato	1.385,93
Interconnessione Torbella	Torbella Ovest	349,66
	Torbella Est	110,72
	Moro 1	826,00
Interconnessione Genova Ovest	Moro 2	769,29
	Svincolo Genova Est	142,25

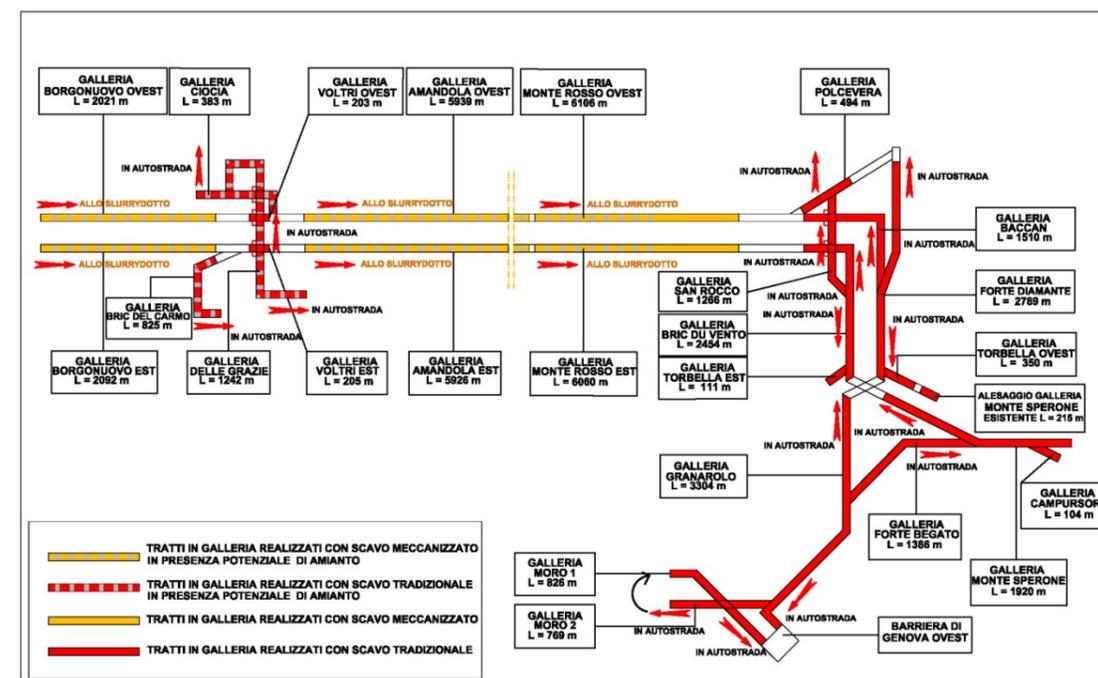


Figura 4-22 Schema delle gallerie della Gronda all'interno del piano generale viario

Per quanto concerne le gallerie realizzate in tradizionale le sezioni tipo stradali adottate sono le seguenti:

- galleria con piattaforma stradale comprendente due corsie della larghezza di 3.75 m e una corsia di emergenza della larghezza di 3 m che corrisponde ad una superficie di scavo di circa 175 metri quadrati (cfr. Figura 4-23);
- galleria con piattaforma stradale comprendente tre corsie della larghezza di 3.75 m che corrisponde ad una superficie di scavo di circa 205 metri quadrati (cfr. Figura 4-24);
- galleria ad una corsia con piattaforma della larghezza di 6 m, con o senza il cunicolo di sicurezza, a secondo delle diverse gallerie (cfr. Figura 4-25);
- galleria ad una corsia con piattaforma della larghezza di 8 m, con o senza il cunicolo di sicurezza, a secondo delle diverse gallerie (cfr. Figura 4-26).

Inoltre, in un tratto limitato della galleria Forte Diamante è prevista una galleria a 4 corsie come mostrato nella Figura 4-27, mentre la galleria Voltri Est è caratterizzata da dimensioni analoghe a quelle della tratta a 4 corsie della gallerie Forte Diamante, in quanto deve permettere il passaggio dello scudo della TBM, una volta terminato lo scavo della galleria Amandola, per lo scavo della galleria Borgonuovo.

Infine per le gallerie Monterosso, Amandola e Borgonuovo per le quali è previsto lo scavo con TBM, nella Figura 4-28 è mostrata la sezione tipo che prevede un rivestimento con conci prefabbricati dello spessore di 60 cm. La sezione di intradosso ha un diametro interno di 12.84 m mentre il diametro esterno di estradosso è di 14.04 m con diametro di scavo della fresa assunto pari a 14.48 m.

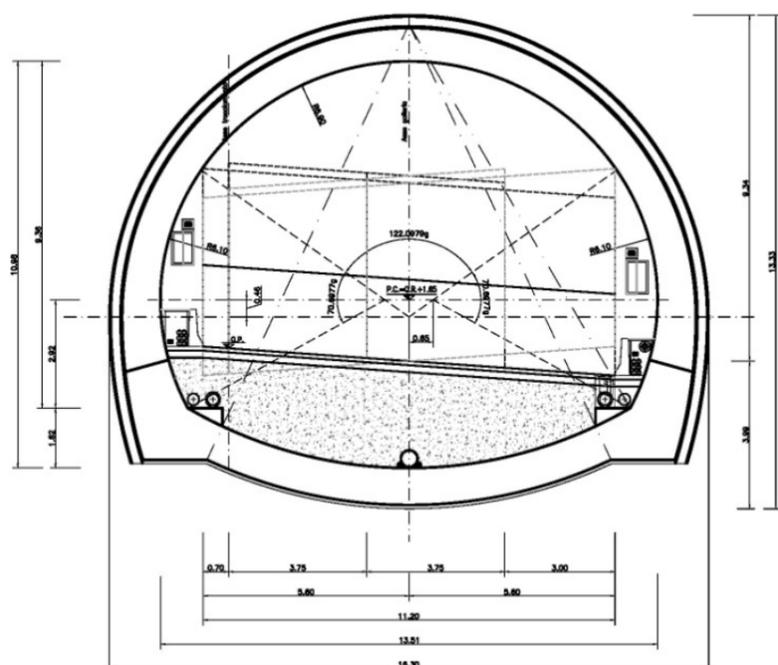


Figura 4-23 Metodo di scavo tradizionale, galleria a due corsie più emergenza

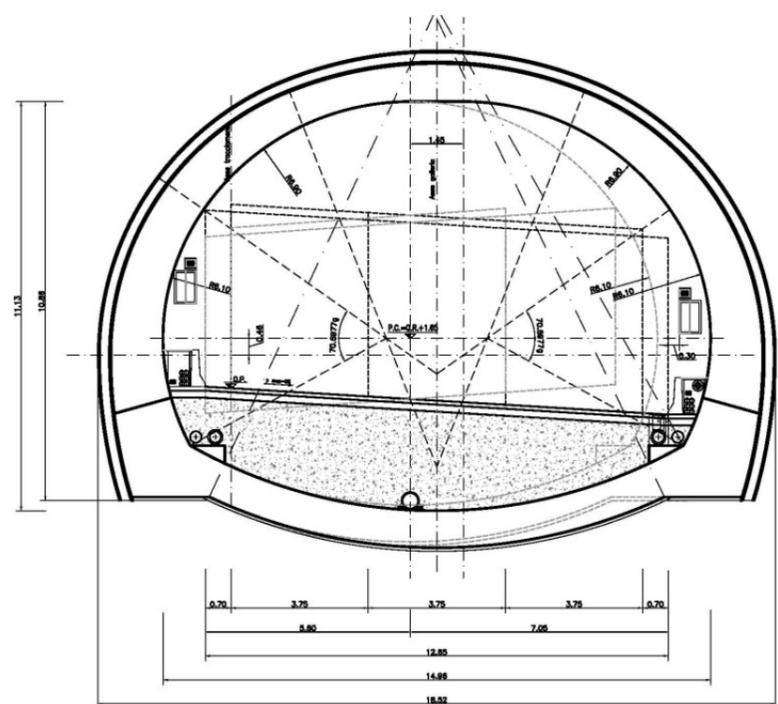


Figura 4-24 Metodo di scavo tradizionale, galleria a tre corsie

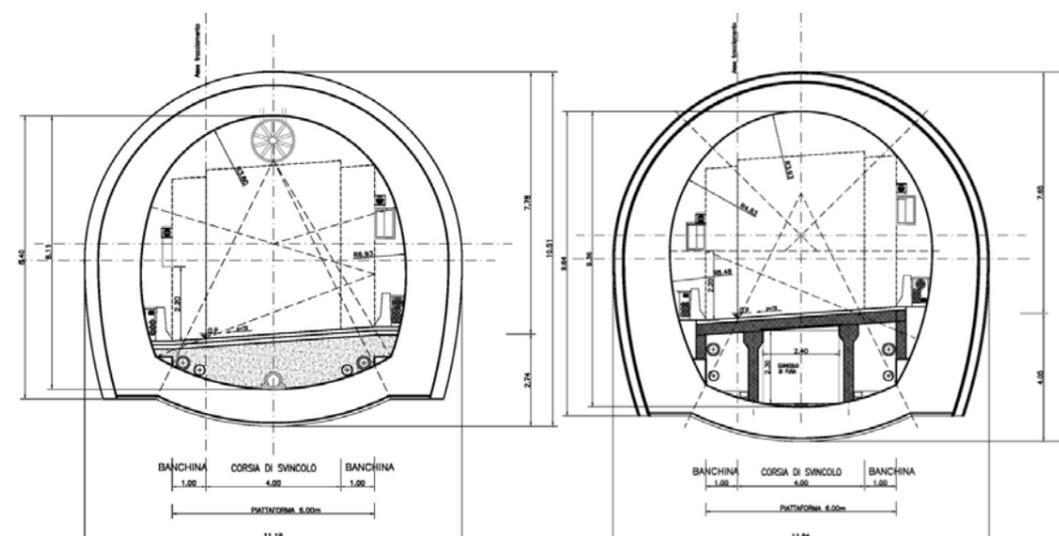


Figura 4-25 Metodo di scavo tradizionale, galleria a 1 corsia con piattaforma stradale della larghezza di 6 m con le due differenti soluzioni, per quanto concerne la presenza del cunicolo di sicurezza, a seconda delle diverse gallerie

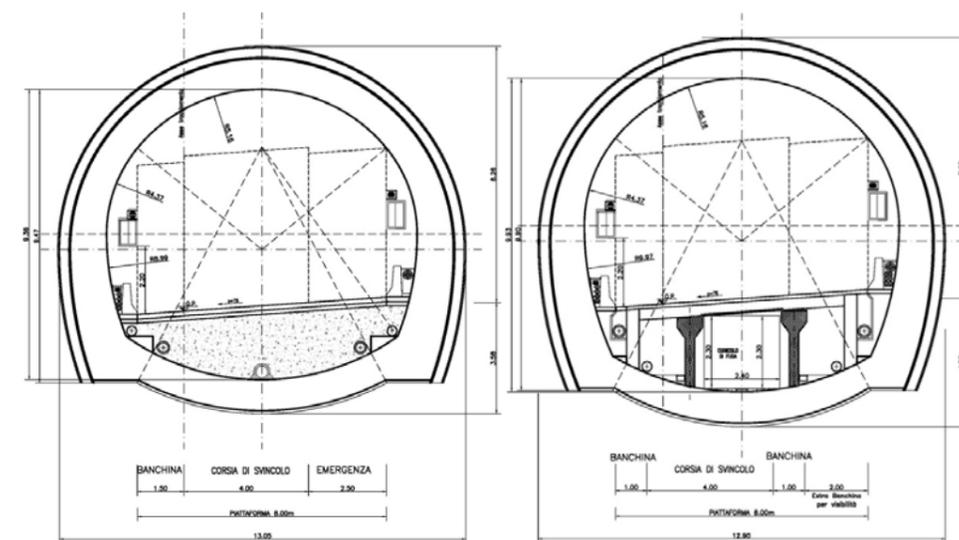


Figura 4-26 Metodo di scavo tradizionale, galleria a 1 corsia con piattaforma stradale della larghezza di 8 m con le due differenti soluzioni, per quanto concerne la presenza del cunicolo di sicurezza, a seconda delle diverse gallerie

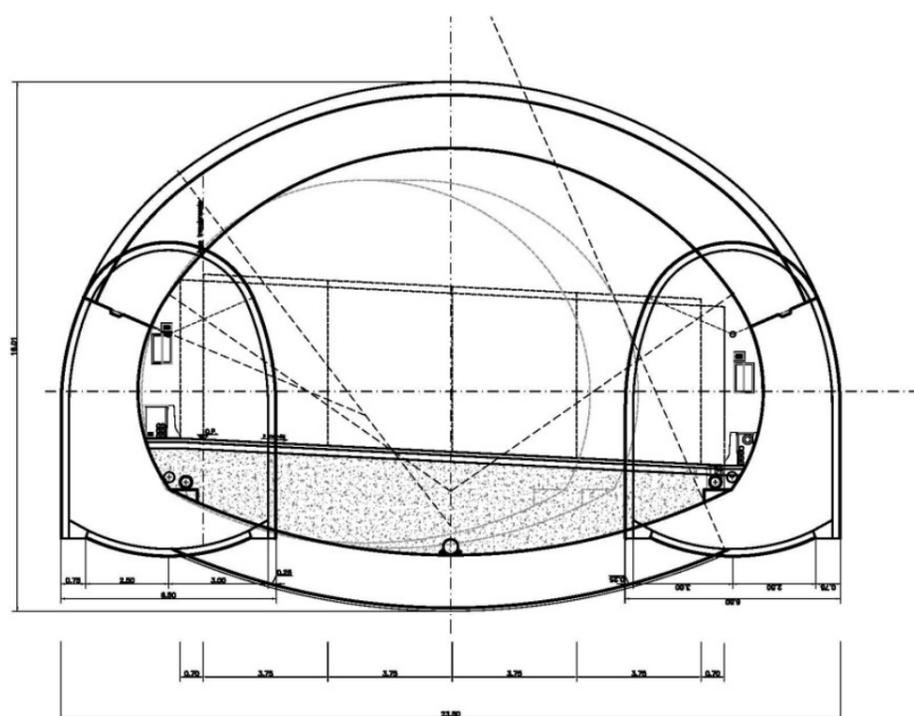


Figura 4-27 Metodo di scavo tradizionale, galleria a 4 corsie

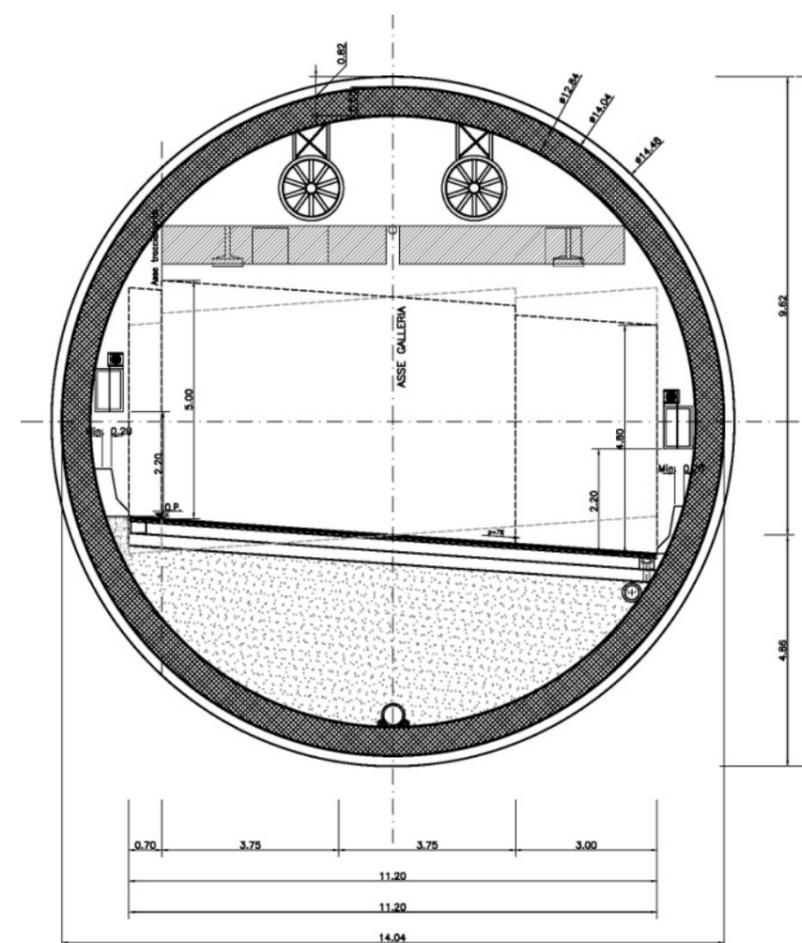


Figura 4-28 Sezione tipo per scavo meccanizzato

Per quanto concerne le gallerie realizzate in tradizionale, è previsto lo scavo a piena sezione ad esclusione dello scavo della tratta a 4 corsie della galleria Forte Diamante e della galleria Voltri Est per le quali il progetto definitivo prevede la preventiva realizzazione di due cunicoli di piedritto e il successivo allargò per lo scavo dell'arco di calotta.

4.6.2 Il nuovo viadotto sul Polcevera: il viadotto Genova

Il viadotto Genova si colloca tra le progressive 15+900 e 16+650 del ramo autostradale A10 "bis", da realizzarsi nell'ambito degli interventi appartenenti alla "Gronda di Genova", ed attraversa la valle del Polcevera all'altezza del comune di Bolzaneto. Lungo il tratto interessato dall'opera, l'asse della struttura si sviluppa lungo un raccordo curvilineo caratterizzato da raggio costante per l'intera lunghezza dell'opera, con quota altimetrica rispetto al piano campagna variabile tra 16 ed 30 m circa.

Tra le interferenze più importanti, oltre a quelle di natura orografica, quali l'alveo dei torrenti Polcevera, Burla e Secca, si evidenzia lo scavalco dell'autostrada A7 Milano-Genova, della linea ferroviaria Milano Genova e della fitta rete appartenente alla viabilità locale, oltre che dell'area interessata dal nuovo mercato ortofrutticolo, per la quale particolare attenzione è stata posta nel garantire la piena operatività dell'area durante tutte

le fasi realizzative. La scelta della tipologia della struttura è stata dettata principalmente dall'esigenza di ridurre al minimo l'impatto su di un'area fortemente antropizzata, riducendo al minimo le interferenze con il suolo sia in fase di esercizio, sia in fase di costruzione. A tale scopo il varo frontale a spinta, consente di eliminare, in assoluta sicurezza, qualsiasi interferenza con le viabilità e le attività produttive poste a quota piano campagna lungo il tracciato dell'opera. Tale aspetto è inoltre esaltato dall'adozione di una sezione cellulare chiusa lungo l'intero sviluppo, che cautelemente nei confronti dell'eventuale caduta di materiali dal piano soletta durante le operazioni di getto e finitura. La scelta è pertanto ricaduta su di una soluzione strallata, di lunghezza complessiva pari a 750 m, suddivisa, mediante tre sostegni intermedi, in 4 luci di sequenza 135+240+240+135 m in grado di ospitare sia la carreggiata Est, sia la Ovest del tratto in esame, con una larghezza complessiva di impalcato pari a 42.70 m. Lo sviluppo progettuale relativo all'andamento plano-altimetrico dell'intera struttura è stato orientato in modo da consentire il varo a spinta, conseguendo pertanto la costanza dei raggi planimetrici ed altimetrici caratterizzanti l'opera.

Il sistema di stralli, della tipologia a semi-arpa, presenta testate superiori raccolte verso la sommità delle antenne ed ancoraggi lato impalcato allineati lungo l'asse centrale del ponte (cfr. Figura 4-29).

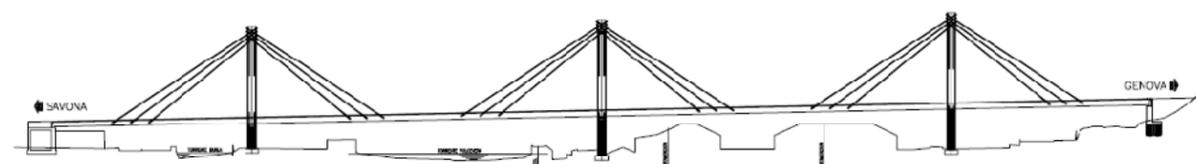


Figura 4-29 Prospetto viadotto Genova

Motivazioni connesse con la disponibilità di elevate resistenze flessionali, dettate dal varo a spinta, hanno consentito l'adozione di un sistema di stralli formato da un numero contenuto di elementi, con punti ancoraggio lato impalcato concentrati approssimativamente verso i terzi della luce. In tal modo si è evitato l'effetto "cortina" dovuto all'adozione di una fitta strallatura, suggerendo una reinterpretazione in chiave moderna dell'esistente viadotto Polcevera, con una struttura particolarmente trasparente.

Sono attualmente allo studio possibili soluzioni alternative (cfr. MAM-I-PGTX-001), mantenendo invariato l'ingombro sul territorio (fondazioni).

4.6.2.1 Concept progettuale

Il concetto sviluppato nella progettazione dell'opera prevede la totale indipendenza della trave di impalcato dalle antenne portastralli, cui essa risulta collegato unicamente tramite la strallatura. Si consegue in tal modo un ottimale comportamento nei confronti delle azioni di natura sismica e dinamica in genere. I fusti delle antenne, realizzati in cemento armato, passano pertanto attraverso la trave di impalcato per mezzo di un foro di grandi dimensioni realizzato nella soletta e controsoletta della trave.

Come evidenziato nella figura seguente (cfr. Figura 4-30), una coppia di pile ausiliarie, disposte ai lati di ciascuna antenna vincola verticalmente e torsionalmente la trave di impalcato in corrispondenza di ciascun sostegno. Su ciascuna delle pile ausiliarie sono

installate 2 apparecchiature di appoggio multidirezionali ed una guida unidirezionale longitudinale.

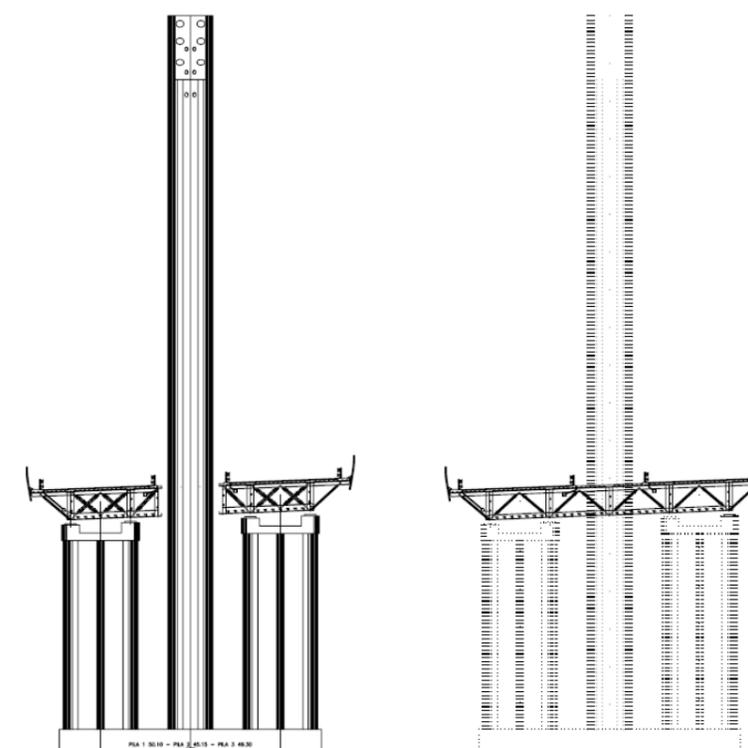


Figura 4-30 Sezione trasversale tipo e sostegni viadotto Genova

La sezione trasversale dell'impalcato è a cassone multicellulare, ed è caratterizzata da 5 allineamenti di travi collegati inferiormente e superiormente dalle solette. Mediante tale tipologia si è conseguita la necessaria rigidità torsionale richiesta dal sistema di sospensione allineato su di un unico piano verticale.

La trave centrale, su cui vengono alloggiati gli ancoraggi degli stralli, assolve al compito di "trave di spina", e distribuisce le azioni trasmesse dagli stralli in direzione longitudinale e trasversale alle travi laterali per mezzo di traversi reticolari disposti a passo ravvicinato.

Ciascun punto di sospensione è formato da una coppia di stralli da 156 trefoli ciascuno. Gli stralli vengono orditi in modo da autoequilibrare la struttura indipendentemente dall'andamento altimetrico della trave (che presenta una leggera pendenza longitudinale). Gli angoli formati dagli stralli rispetto alle antenne sono pertanto della stessa entità su tutti i sostegni, e variano tra 51 e 56°.

4.6.2.2 Caratteristiche dimensionali salienti

La trave di impalcato è realizzata in struttura composta acciaio calcestruzzo, di altezza complessiva pari a 4.01 m. Le travi metalliche presentano altezza complessiva pari a 3.75 m e sono poste ad interasse trasversale pari a 8 m, formando un cassone multicellulare di ampiezza complessiva pari a 32 m. Il sistema di irrigidimento delle travi si compone da stiffeners verticali disposti ad interasse tipico pari a 4 m e da due ordini di ribs longitudinali a "T" disposti ai terzi dell'altezza.

I 5 fili di trave sono connessi inferiormente da una lamiera di fondo nervata mediante profili a "T", che presenta spessore variabile tra 20 e 80 mm, e superiormente dalla soletta in c.a., di spessore complessivo pari a 26 cm.

I traversi si compongono di una traversa superiore realizzata mediante un profilo composto saldato a doppio T, connesso alla soletta in c.a. mediante piolature, una traversa inferiore realizzata anch'essa con piatti in composizione saldata a "T", saldata alla lamiera di fondo, ed aste di parete reticolari per la realizzazione delle quali si impiegano quattro angolari ravvicinati, disposti a croce, di dimensioni variabili tra 120 e 150 mm. La traversa superiore viene prolungata trasversalmente a supportare lo sbalzo di soletta (cfr. Figura 4-31).

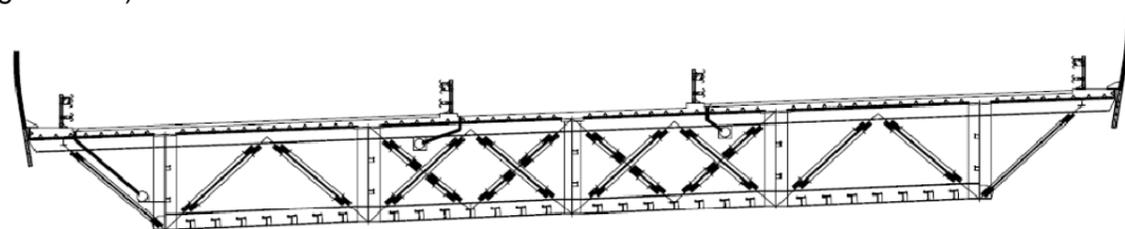


Figura 4-31 Sezione trasversale zona stralli

La soletta in c.a. presenta larghezza complessiva pari a 42.70 m, ed è connessa alle piattabande superiori delle travi metalliche e delle traverse mediante pioli elettrosaldati tipo "Nelson", risultando pertanto suddivisa in campi di piastra di dimensioni tipiche pari a 4x8 m. Gli sbalzi laterali, di larghezza complessiva pari a 5.35 m, sono supportati da un sistema di puntoni realizzati mediante angolari, disposti longitudinalmente ogni 4 m (cfr. Figura 4-32).

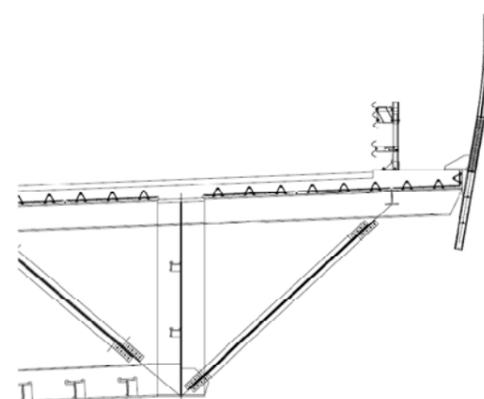


Figura 4-32 Dettaglio zona sbalzi

La soletta ospita il piano viabile delle due vie di corsa Est e Ovest, di larghezza pari a 14.45 m ciascuna, una zona di intervvia di larghezza complessiva pari a 10.40 m, necessaria per ospitare le barriere di sicurezza centrali con le rispettive ampiezze di deflessione, e due marciapiedi laterali da 1.70 m ciascuno. La superficie laterale delimitata dai puntoni verrà chiusa, e resa visivamente continua mediante pannelli non strutturali. Come accennato, le pile vengono realizzate in c.a. di classe C45/55 (antenne) e C35/45 (pile ausiliarie). L'altezza di spiccato delle antenne rispetto alla piattabanda superiore del

filo centrale è pari a 62 m circa (altezza complessiva variabile da 84 a 95 m), mentre l'altezza di spiccato delle pile ausiliarie varia tra 18 e 28 m.

4.6.3 Gli altri viadotti

Il progetto prevede la realizzazione anche dei seguenti nuovi viadotti:

- Area Voltri: viadotto Cerusa Ovest, viadotto Cerusa Est, viadotto Leiro Est, viadotto Leiro Ovest
- Area Varenna: viadotto Varenna Ovest, viadotto Varenna Est
- Area Bolzaneto: viadotto Orpea, viadotto Mercantile
- Area Torbella: viadotto Torbella Est
- Area Genova Est: viadotto Rovena

che vengono descritti nel seguito del presente paragrafo.

4.6.3.1 Viadotto Cerusa Ovest e viadotto Cerusa Est

I due nuovi viadotti risolvono l'attraversamento della vallata del torrente Cerusa a Voltri da parte delle carreggiate Est e Ovest della Gronda.

Le strutture hanno le seguenti caratteristiche:

- Est - lunghezza 383 ml; 5 campate, di cui la massima da 105 ml;
- Ovest - lunghezza 289 ml; 4 campate, di cui la massima da 105 ml.

In entrambi i casi la struttura è fondata su pozzi, da cui spiccano le pile in calcestruzzo di sezione rettangolare con spigoli smussati.

L'impalcato è a struttura mista, con travi metalliche in acciaio verniciato, sormontate da una soletta gettata in opera.

Le fondazioni e le sottostrutture in cls verranno eseguite utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera mentre i vari degli impalcati - data la notevole altezza del progetto - verranno eseguiti dall'autostrada.

La Figura 4-33 riporta la sezione longitudinale dei viadotti, mentre la Figura 4-34 ne riporta una sezione.

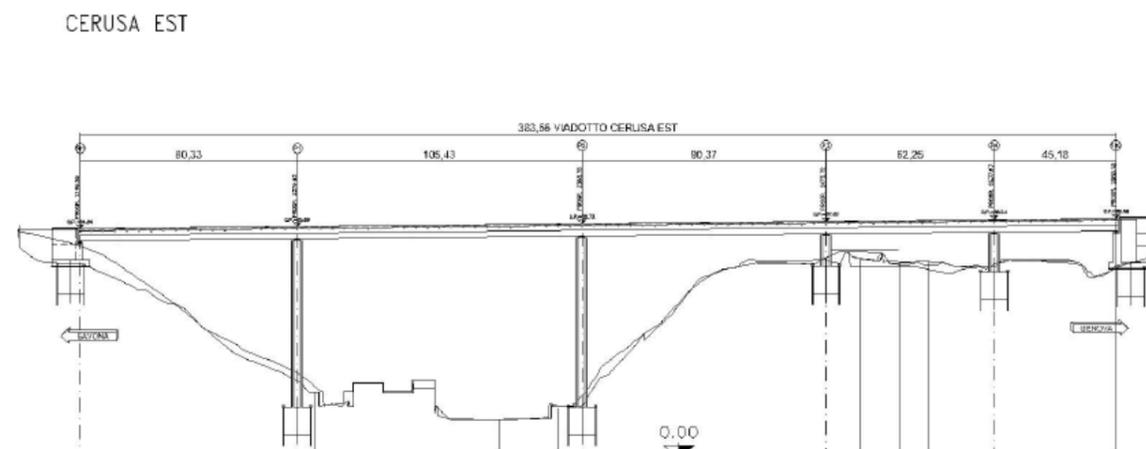


Figura 4-33 Profilo longitudinale viadotti Cerusa Est e Ovest

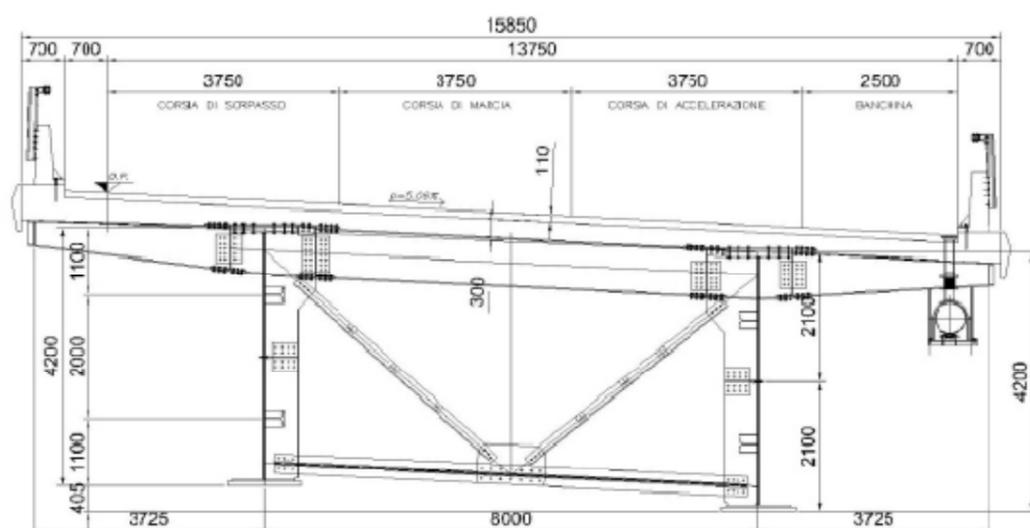


Figura 4-34 Sezione viadotti Cerusa Est e Ovest

4.6.3.2 Viadotto Leiro Est e viadotto Leiro Ovest

I due nuovi viadotti risolvono l'attraversamento della vallata del torrente Leira a Voltri da parte delle carreggiate Est e Ovest della Gronda.

Le strutture hanno le seguenti caratteristiche:

- Est – lunghezza 385 ml; 5 campate, di cui la massima da 105 ml;
- Ovest – lunghezza 351 ml; 4 campate, di cui la massima da 120 ml.

In entrambi i casi la struttura è fondata su pozzi, da cui spiccano le pile in calcestruzzo di sezione rettangolare con spigoli smussati.

L'impalcato è a struttura mista, con travi metalliche in acciaio verniciato, sormontate da una soletta gettata in opera.

Le fondazioni e le sottostrutture in cls verranno eseguite utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera mentre i vari degli impalcati – data la notevole altezza del progetto – verranno eseguiti dall'autostrada.

La Figura 4-35 riporta la sezione longitudinale dei viadotti, mentre la Figura 4-36 ne riporta una sezione.

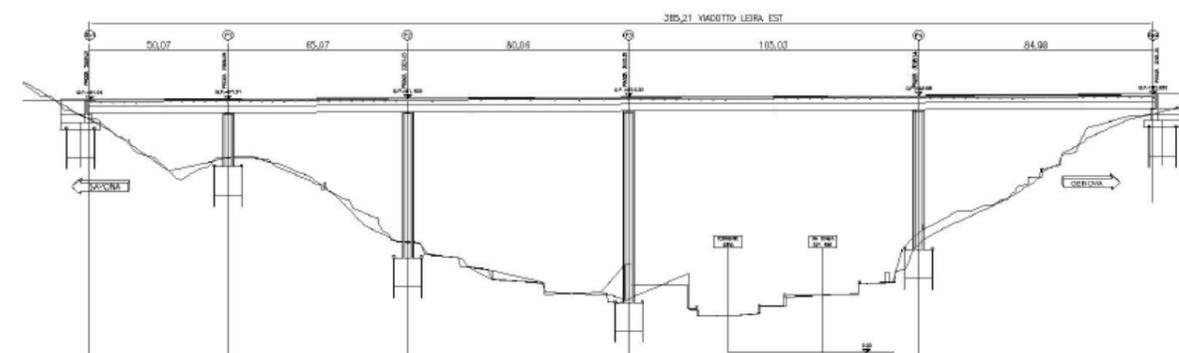


Figura 4-35 Profilo longitudinale viadotti Leiro Est e Ovest

SEZIONE INTERMEDIA TIPICA

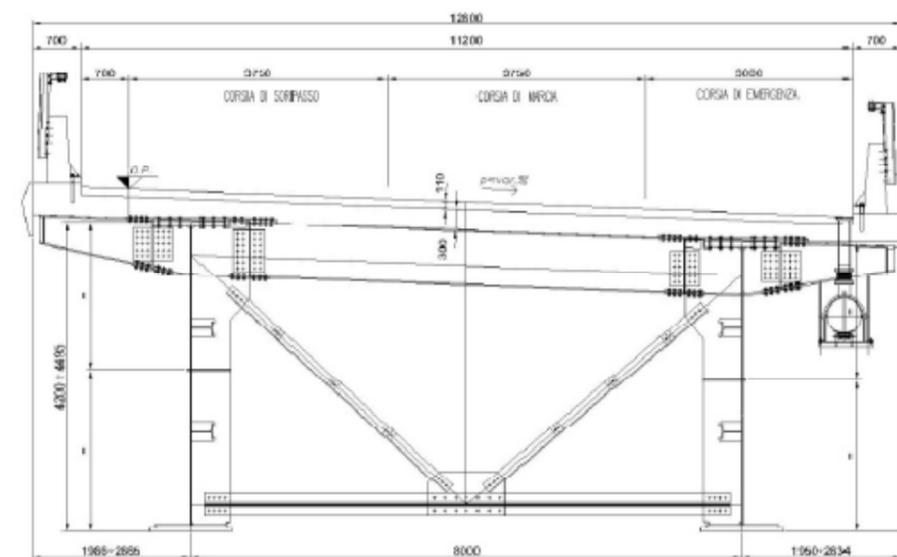


Figura 4-36 Sezione viadotti Leiro Est e Ovest

4.6.3.3 Viadotto Varenna Ovest e viadotto Varenna Est

I due nuovi ponti risolvono l'attraversamento della vallata del torrente Varenna da parte delle carreggiate Est e Ovest della Gronda.

Le strutture hanno le seguenti caratteristiche:

- Est e Ovest– lunghezza 70 ml; 1 campata.

Le spalle lato SV sono fondate su pozzi, quelle lato GE hanno fondazioni in micropali.

L'impalcato è a struttura mista, con travi metalliche in acciaio verniciato, sormontate da una soletta gettata in opera.

Gli impalcati verranno posati mentre è ancora presente il rilevato provvisorio che avrà consentito il passaggio delle due TBM tra le gallerie Monterosso e Amandola. Le

operazioni sono quindi molto semplici e verranno eseguite utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

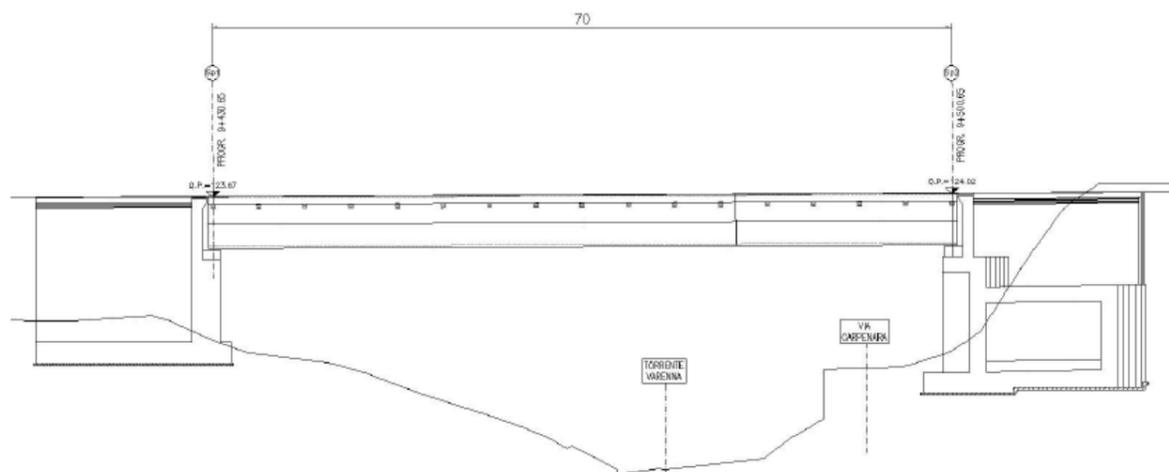


Figura 4-37 Profilo longitudinale viadotti Varenna Est e Ovest

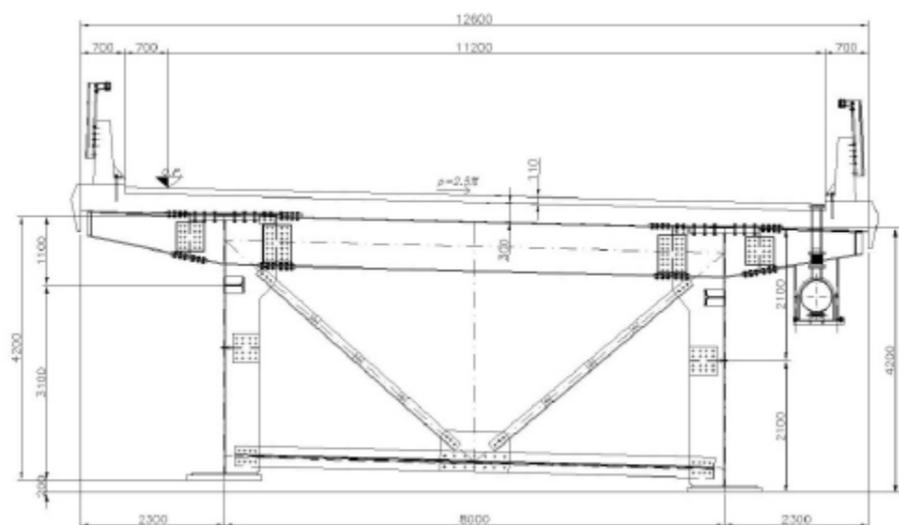


Figura 4-38 Sezione viadotti Varenna Est e Ovest

4.6.3.4 Viadotto Orpea

Il nuovo ponte risolve l'attraversamento del torrente Orpea da parte del nuovo asse dell'A7 Nord che da GE Ovest sale verso MI.

La struttura presenta le seguenti caratteristiche:

- lunghezza 60 ml; 1 campata.

L'impalcato è a struttura mista, con travi metalliche in acciaio verniciato, sormontate da una soletta gettata in opera.

Vista la limitata altezza della struttura rispetto al piazzale di cantiere sottostante, le fasi costruttive e di varo sono molto semplici e verranno eseguite utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

La Figura 4-39 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-40 ne riporta una sezione.

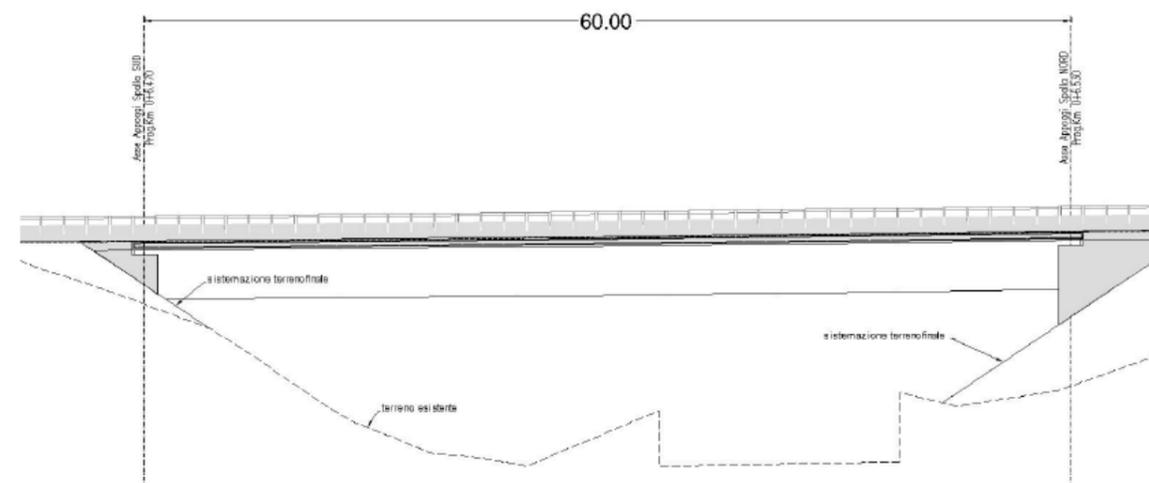


Figura 4-39 Profilo longitudinale viadotto Orpea

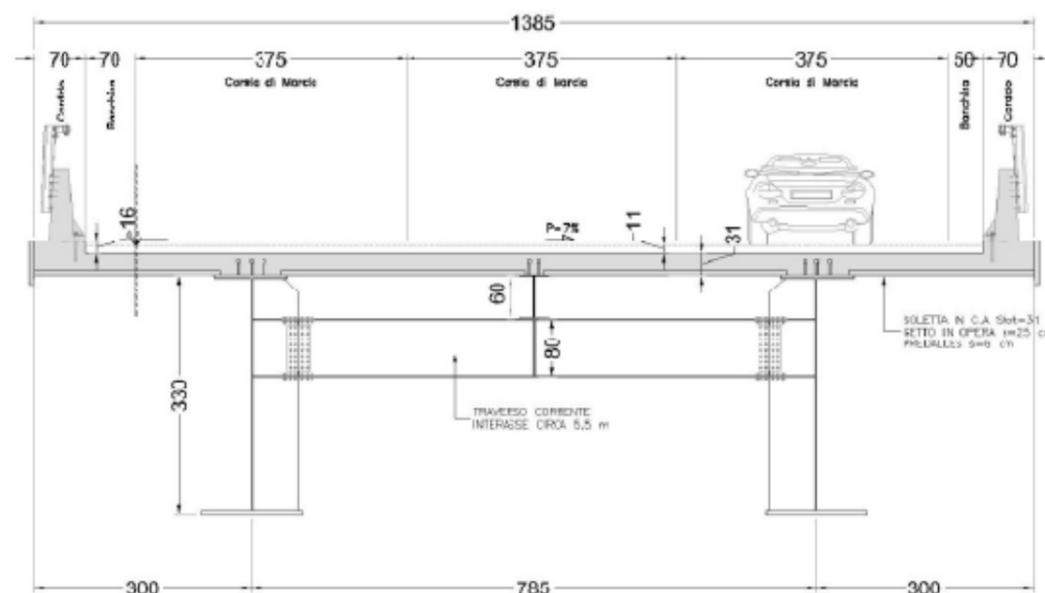


Figura 4-40 Sezione viadotto Orpea

4.6.3.5 Viadotto Mercantile

Il nuovo viadotto completa lo sfiocco – avviatosi con l'ampliamento del Secca Sud - di due nuove corsie che si dirigeranno verso Ovest, sulla Gronda, e verso Ge Ovest o Ge Est utilizzando gli assi di potenziamento della A7.

Per questa ragione anche la struttura del Mercantile, dopo un tratto iniziale ad unica carreggiata, si suddivide in due impalcati distinti, uno per ciascuna direzione di marcia.

La struttura presenta le seguenti caratteristiche:

- tratto ad impalcato unito - lunghezza 245 ml; 5 campate;
- tratto ad impalcato unito (direzione Gronda) - lunghezza 110 ml; 3 campate;
- tratto ad impalcato unito (direzione GenovaEst/Ovest) - lunghezza 83 ml; 2 campate.

La Figura 4-41 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-42 ne riporta una sezione.

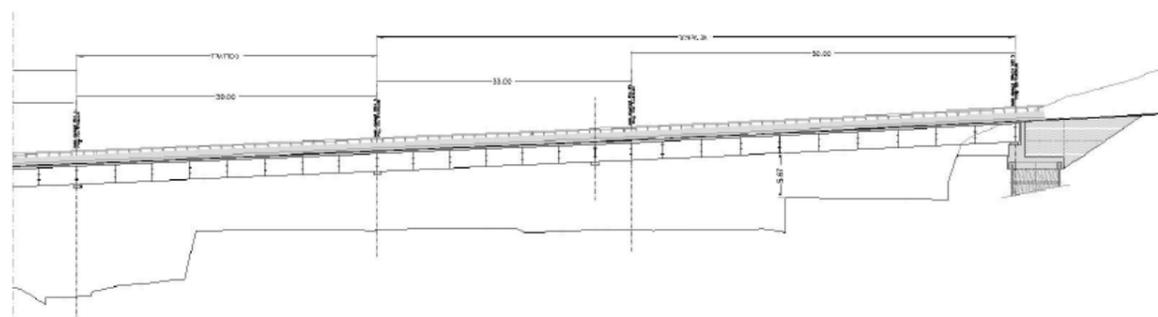


Figura 4-41 Profilo longitudinale viadotto Mercantile

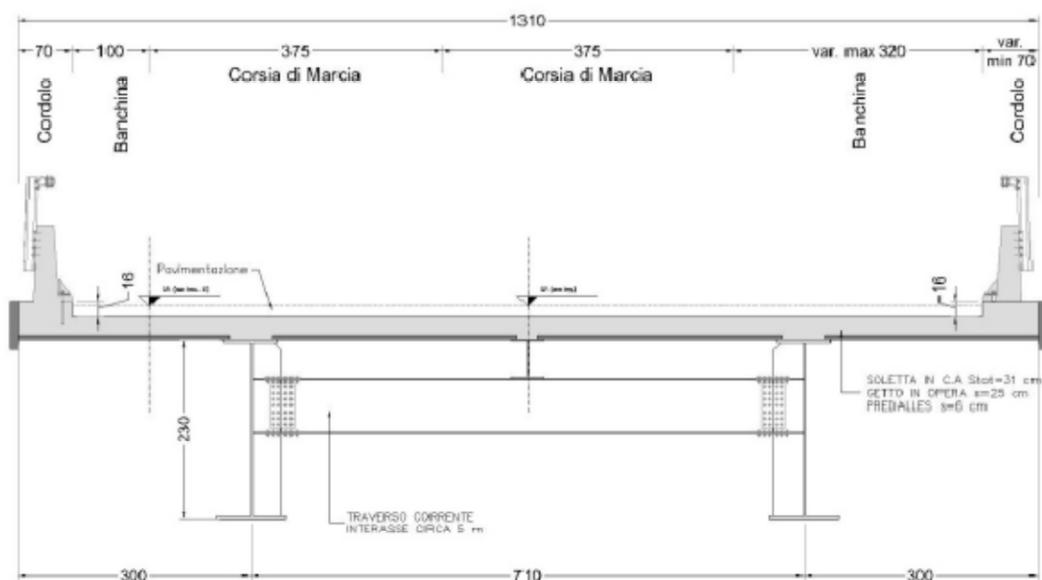


Figura 4-42 Sezione viadotto Mercantile

4.6.3.6 Viadotto Torbella Est

Il nuovo ponte risolve l'attraversamento delle due carreggiate dell'autostrada A12 da parte del nuovo asse dell'A7 Nord che da GE Ovest sale verso MI.

La struttura presenta le seguenti caratteristiche:

- lunghezza 65 ml; 1 campata.

L'impalcato è a struttura mista, con travi metalliche in acciaio verniciato, sormontate da una soletta gettata in opera. Visto che il ponte sovrappassa una zona in cui si affacciano diversi imbocchi di galleria, ragioni di sicurezza hanno imposto di rivestire l'impalcato con una struttura chiusa, per evitare che i fumi di un eventuale incendio in uno dei tunnel possano investire il viadotto limitando la visibilità ai veicoli che lo percorrono. Sull'impalcato è quindi prevista una struttura tubolare portante che sarà rivestita da uno speciale lamierino metallico, assicurando – di fatto – la continuità tra l'imbocco della galleria Granarolo e quello della Forte Diamante.

Vista la limitata altezza della struttura rispetto al piazzale di cantiere sottostante, le fasi costruttive e di varo sono molto semplici e verranno eseguite utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

La Figura 4-43 riporta una sezione trasversale del viadotto.

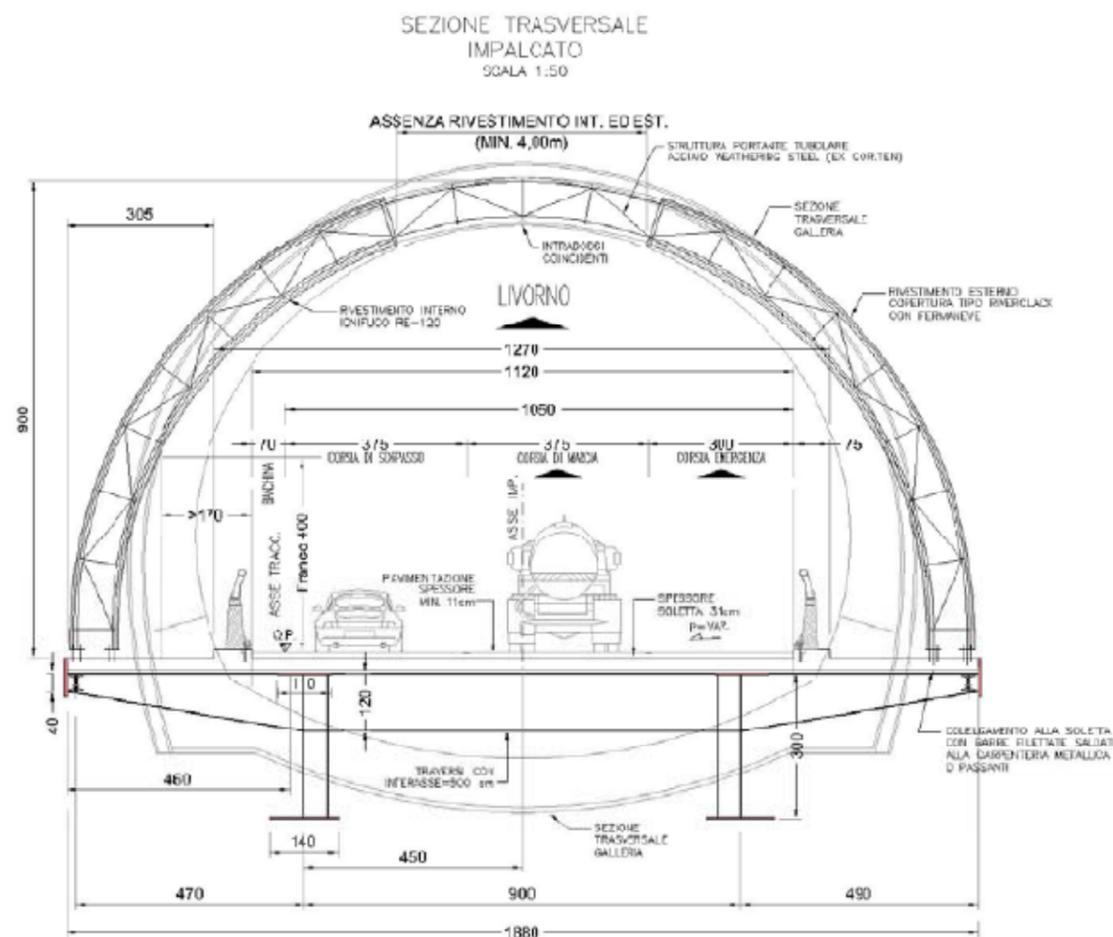


Figura 4-43 Sezione viadotto Torbella

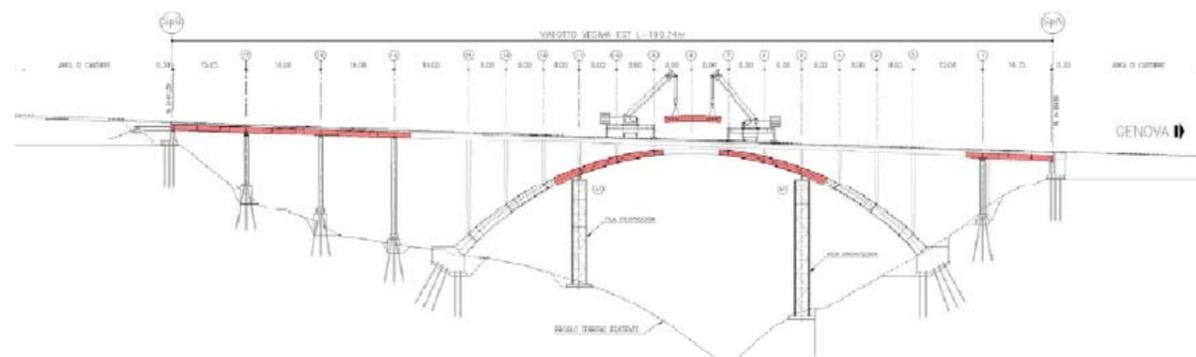


Figura 4-46 Profilo longitudinale viadotto Vesima Est

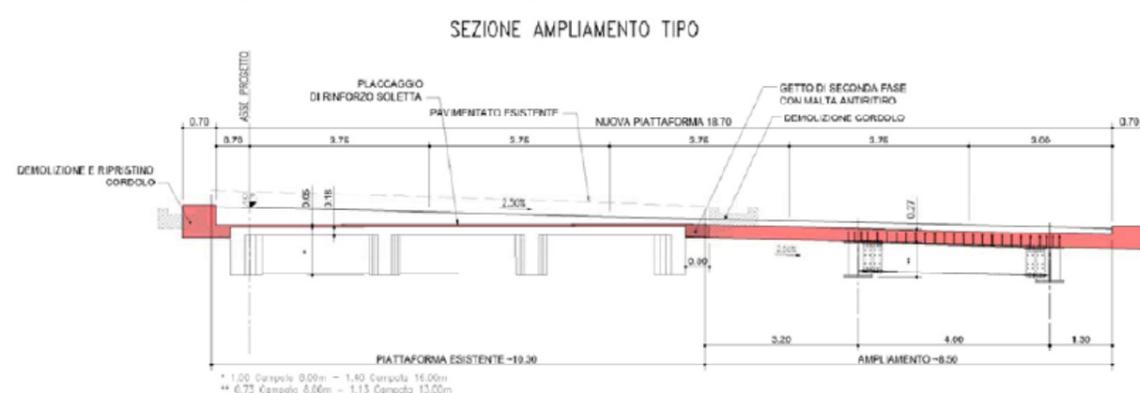


Figura 4-47 Sezione viadotto Vesima Est

Le fasi costruttive si differenziano a secondo del tratto di opera da ampliare.

Per la campata “ad arco”:

- vengono realizzate le sottofondazioni delle spalle esistenti e delle pile provvisorie (micropali) che verranno utilizzate per le fasi di varo della struttura in ampliamento;
- le strutture delle spalle esistenti vengono estese per coprire l’ingombro del nuovo impalcato, mantenendo la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- la struttura che affianca l’arco esistente si mantiene sempre “ad arco” ma viene realizzata in carpenteria metallica. Sul nuovo arco poggiano i ritti, anch’essi metallici, che vanno fino all’impalcato, realizzato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Per le campate “appoggiate”:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l’ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;

- si realizza l’impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la notevole altezza dell’opera rispetto al piano campagna e la complessa accessibilità dell’area, la realizzazione viene eseguita varando le strutture dall’autostrada.

4.7.1.1.2 Ampliamento Vesima Ovest

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente “dywidag” in calcestruzzo gettato in opera, risalente alla seconda fase di costruzione dell’autostrada A10 (anni ’70).

Le caratteristiche salienti dell’opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 230 ml (intera struttura)
- luce massima dell’impalcato – 110 ml (campata centrale “dywidag”)
- numero campate - 3

L’ampliamento dell’impalcato si rende necessario per consentire l’innesto della nuova carreggiata Ovest della Gronda, rispetto all’esistente A10 che prosegue verso Ventimiglia. L’allargamento dell’impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione. La Figura 4-48 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-49 ne riporta una sezione.

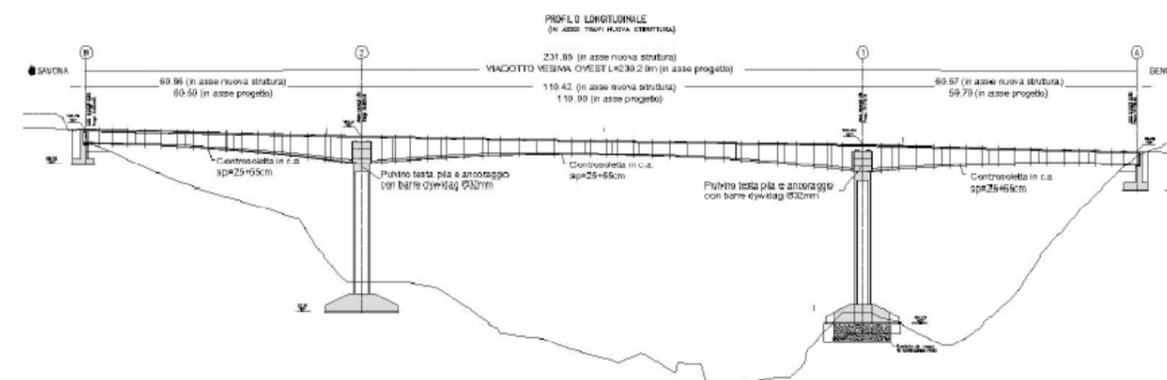


Figura 4-48 Profilo longitudinale viadotto Vesima Ovest

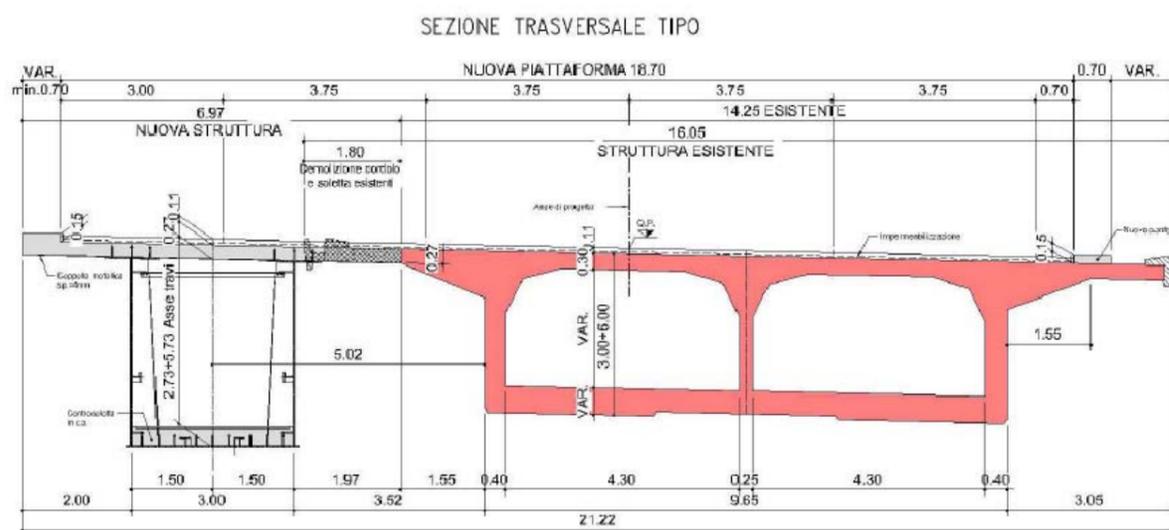


Figura 4-49 Sezione viadotto Vesima Ovest

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la minima altezza dell'opera rispetto al piano campagna e la complessa accessibilità dell'area, la realizzazione viene eseguita varando le strutture dall'autostrada.

4.7.1.2 Viadotto Beo

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente a travi prefabbricate in calcestruzzo, risalente alla prima fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '30).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 86 ml (intera struttura)
- luce massima dell'impalcato – 43 ml
- numero campate - 2

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire lo sfiocco della nuova carreggiata Est della Gronda, rispetto all'esistente A10 che prosegue verso Voltri.

L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione.

La Figura 4-50 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-51 ne riporta una sezione.

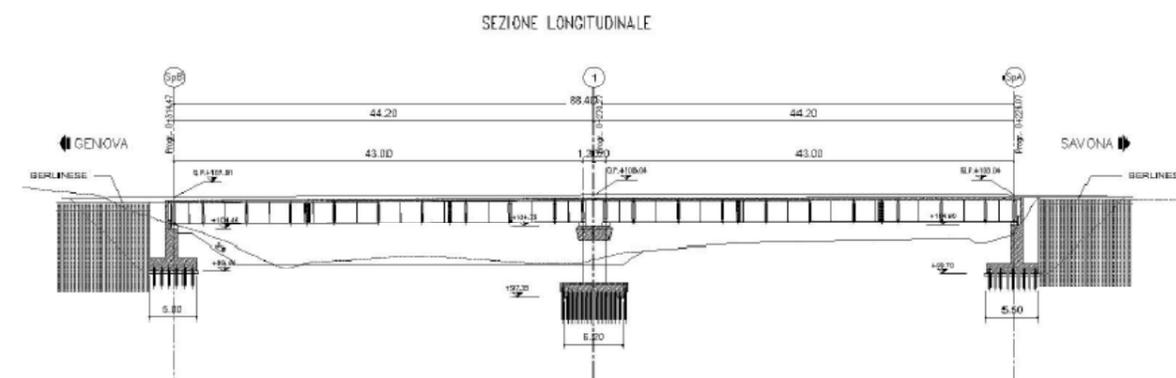


Figura 4-50 Profilo longitudinale viadotto Beo

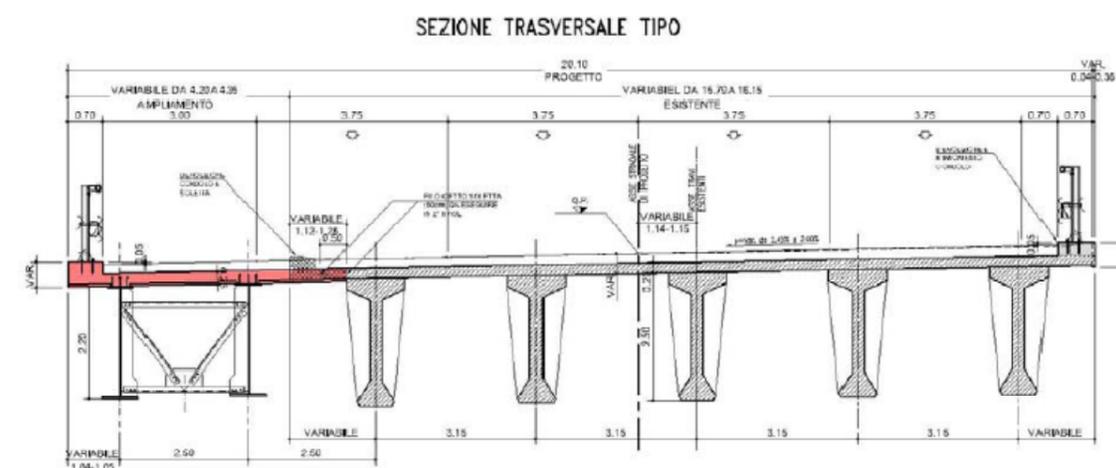


Figura 4-51 Sezione viadotto Beo

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la ridotta altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera. I vari degli impalcati – data la complessa accessibilità dell'area – verranno invece eseguiti dall'autostrada.

4.7.1.3 Viadotto Frana

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente a travi gettate in opera in calcestruzzo, risalente alla prima fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '30).

L'attuale struttura è così ammalorata che si è deciso di cogliere l'occasione dell'ampliamento per demolirla e ricostruirla interamente.

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 104 ml (intera struttura)
- luce massima dell'impalcato – 52 ml
- numero campate - 2

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire lo sfiocco della nuova carreggiata Est della Gronda, rispetto all'esistente A10 che prosegue verso Voltri.

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- a valle della struttura esistente viene realizzato un nuovo viadotto (fondazioni su pozzo, sottostrutture in cls e impalcato misto acciaio/cls) capace di accogliere la deviazione delle due corsie della carreggiata Est della A10;
- ultimata la struttura, si procede alla deviazione del traffico, liberando al struttura esistente;
- il viadotto esistente viene demolito;
- si procede a ricostruire una nuova struttura (fondazioni su pozzo, sottostrutture in cls e impalcato misto acciaio/cls) sul sedime di quella pre-esistente. Le solette vengono solidarizzate, in modo da evitare un giunto di costruzione tra i due viadotti;
- si riapre al traffico l'intera struttura che risulta in parte sovrabbondante rispetto alle necessità dell'A10 in fase di esercizio.

La figura seguente riporta le sezioni trasversali nelle due fasi realizzative.

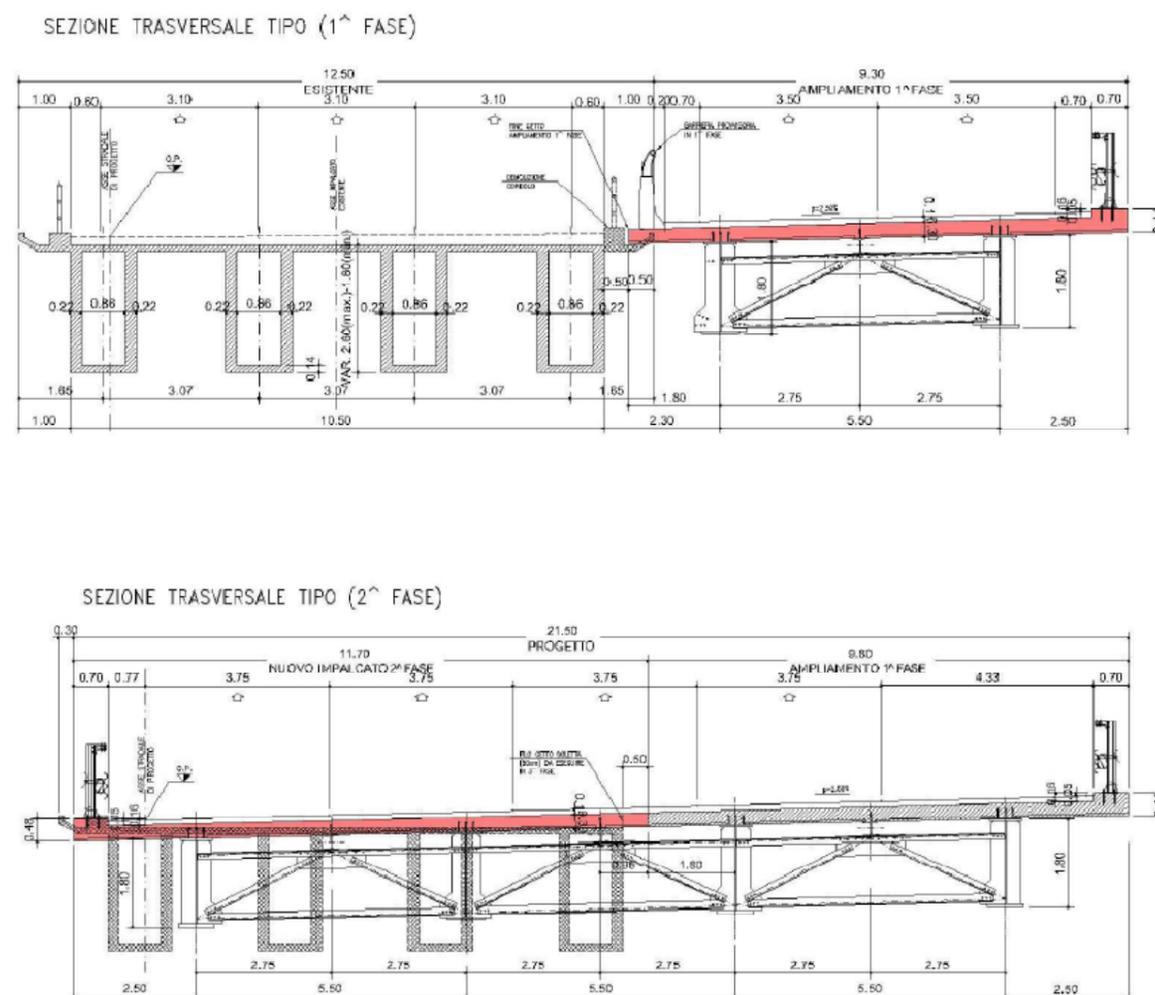


Figura 4-52 Profilo longitudinale viadotto Frana

Vista la ridotta altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera. I vari degli impalcati – data la complessa accessibilità dell'area – verranno invece eseguiti dall'autostrada.

4.7.1.4 Viadotto Uccelliera

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente in calcestruzzo gettato in opera, risalente alla prima fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '30).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 50 ml (solo le prime tre campate)
- luce massima dell'impalcato – 16 ml
- numero campate - 3

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire lo sfiocco della nuova carreggiata Est della Gronda, rispetto all'esistente A10 che prosegue verso Voltri. L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione. La Figura 4-53 riporta la planimetria del viadotto, mentre la Figura 4-54 ne riporta una sezione.

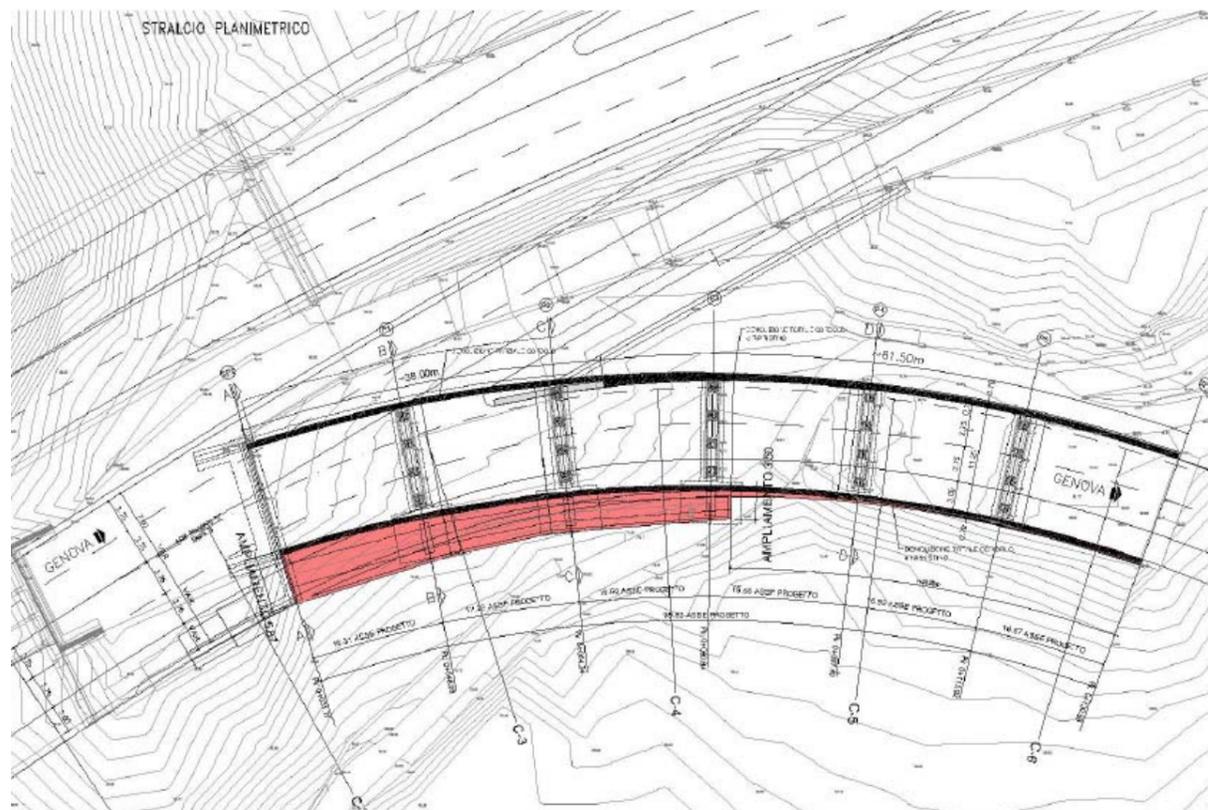


Figura 4-53 Planimetria viadotto Uccelliera

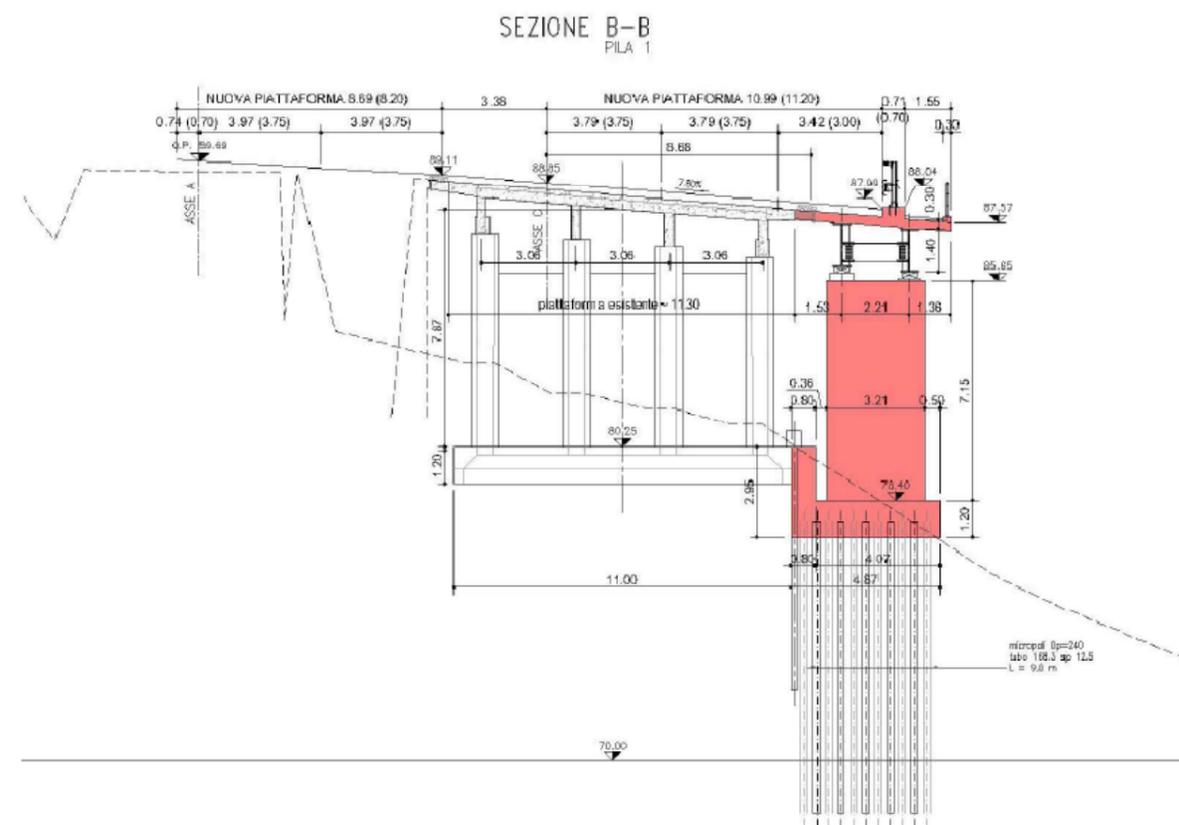


Figura 4-54 Sezione viadotto Uccelliera

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la limitata altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

4.7.1.5 Viadotto Cerusa

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente a travi prefabbricate in calcestruzzo, risalente alla seconda fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '70).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 42 ml (unica campata)
- luce massima dell'impalcato – 42 ml
- numero campate - 1

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire lo sfiocco della rampa che dalla carreggiata Ovest della A10, provenendo dallo svincolo di Voltri, si vuole collegare alla carreggiata Est della Gronda (in direzione Genova).

L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione. La Figura 4-55 riporta la planimetria del viadotto, mentre la Figura 4-56 ne riporta una sezione.

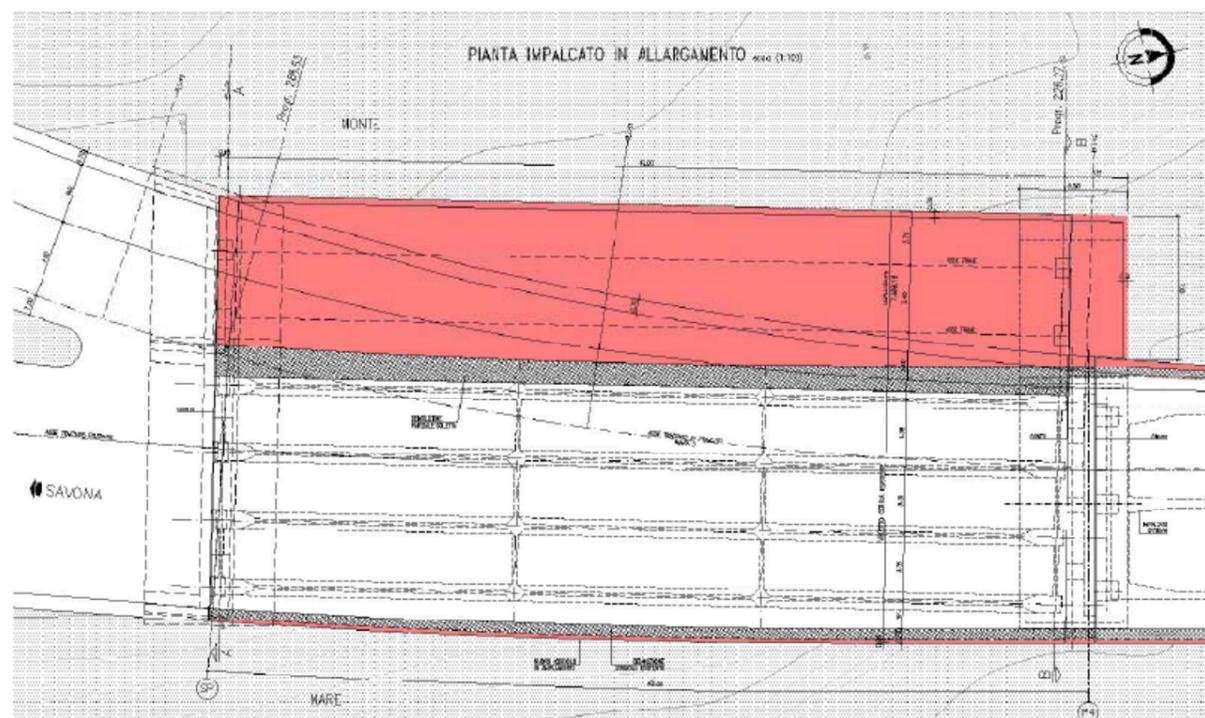


Figura 4-55 Planimetria viadotto Cerusa

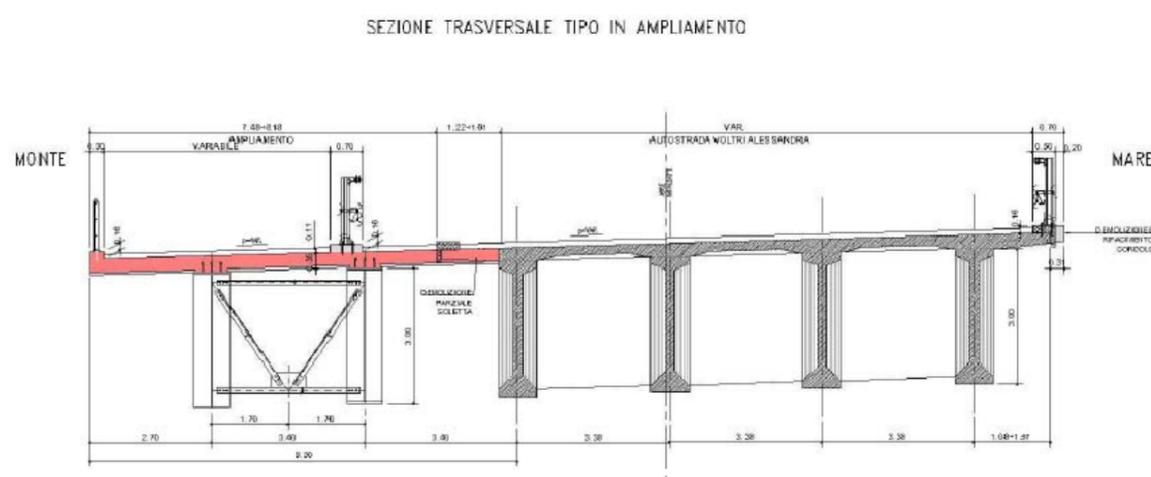


Figura 4-56 Sezione viadotto Cerusa

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la ridotta altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera. I vari degli impalcati – data la complessa accessibilità dell'area – verranno invece eseguiti dall'autostrada.

4.7.1.6 Viadotto Leiro

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente a travi prefabbricate in calcestruzzo, risalente alla seconda fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '70).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 100 ml (prime due campate)
- luce massima dell'impalcato – 53 ml
- numero campate - 2

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire l'innesto della rampa che dalla carreggiata Ovest della Gronda si collega all'A10 in direzione dello svincolo di Voltri. L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione. La Figura 4-57 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-58 ne riporta una sezione.

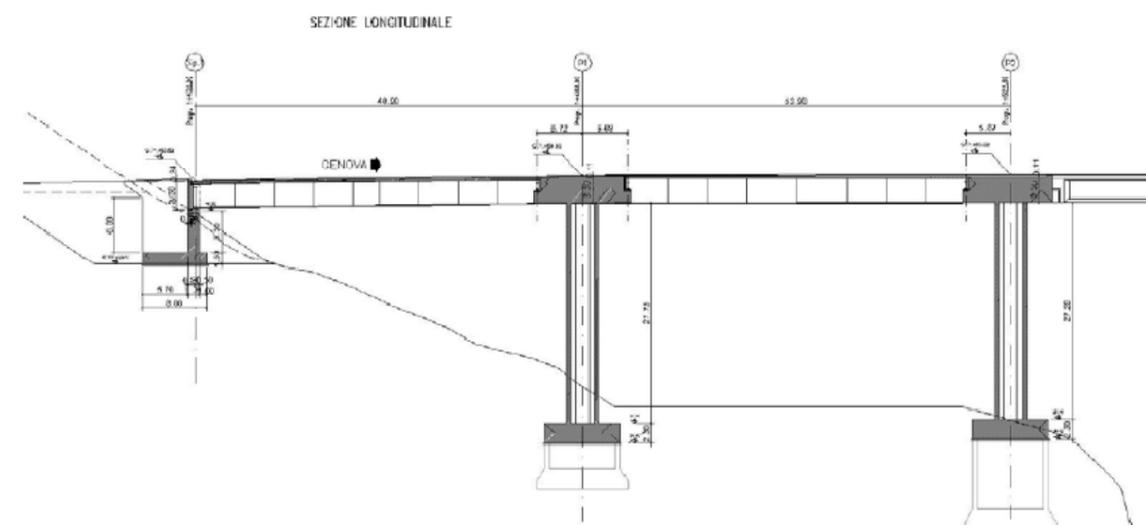


Figura 4-57 Profilo longitudinale viadotto Leiro

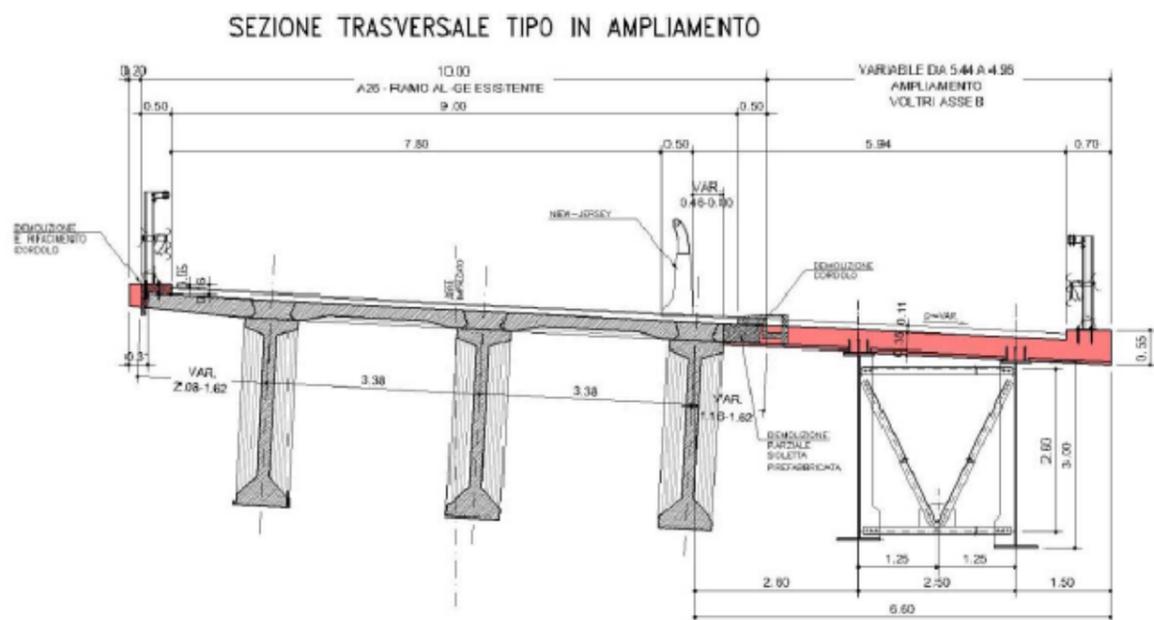


Figura 4-58 Sezione viadotto Leiro

La Figura 4-59 riporta la planimetria del viadotto, mentre la Figura 4-60 ne riporta alcune sezioni trasversali.

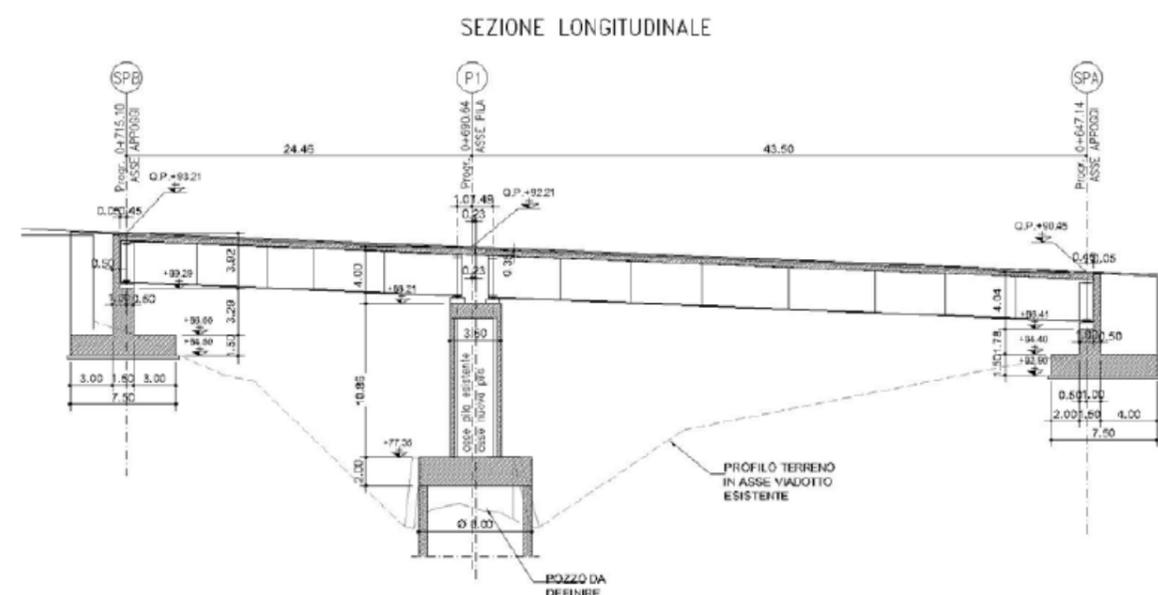


Figura 4-59 Planimetria viadotto Casanova

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la notevole altezza dell'opera rispetto al piano campagna, i vari degli impalcati verranno eseguiti dall'autostrada.

4.7.1.7 Viadotto Casanova

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente a travi prefabbricate in calcestruzzo, risalente alla seconda fase di costruzione dell'autostrada A10 (anni '70).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 70 ml (intera struttura)
- luce massima dell'impalcato – 43 ml
- numero campate - 2

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire l'innesto della rampa che dalla carreggiata Ovest della Gronda si collega all'A26 in direzione Milano.

L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione.

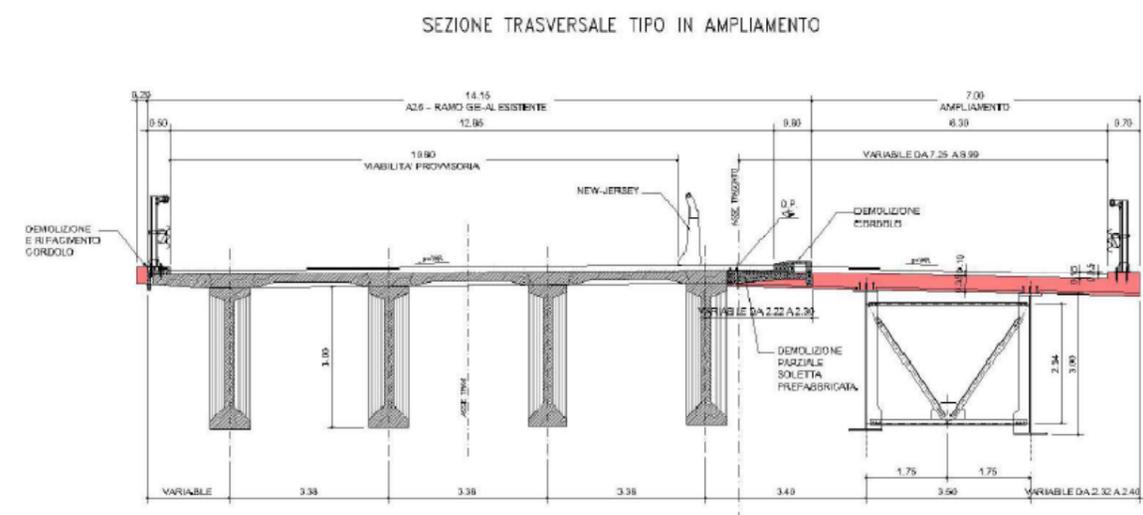


Figura 4-60 Sezioni trasversali viadotto Casanova

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (pozzi con coronella di micropali);
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: la pila mantiene la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quella esistente;

- si realizza l'impalcato utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la ridotta altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera. I vari degli impalcato – data la complessa accessibilità dell'area – verranno invece eseguiti dall'autostrada.

4.7.1.8 Viadotto Secca Sud e viadotto Secca Nord

4.7.1.8.1 Ampliamento Secca sud

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente in calcestruzzo gettato in opera, risalente alla prima fase di costruzione dell'autostrada A7 (anni '30).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento – 131 ml
- luce massima dell'impalcato – 21 ml
- numero campate - 7

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire lo sfioro di due nuove corsie che si dirigeranno verso Ovest, sulla Gronda, e verso Ge Ovest o Ge Est utilizzando gli assi di potenziamento della A7.

L'allargamento dell'impalcato è asimmetrico ed è così importante da richiedere il conseguente adeguamento delle sottostrutture (pile e spalle) e delle opere di fondazione. La Figura 4-61 riporta la planimetria del viadotto, mentre la Figura 4-62 ne riporta alcune sezioni trasversali.

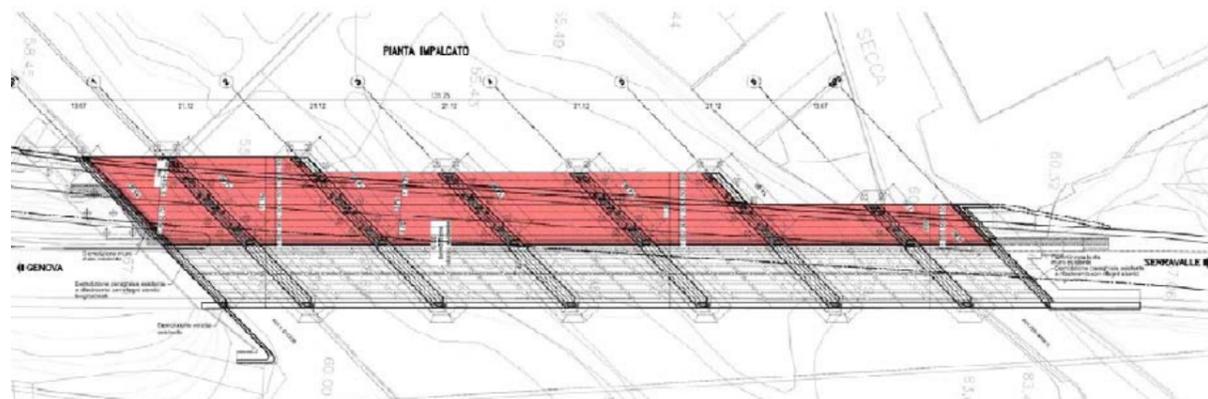


Figura 4-61 Planimetria viadotto Secca Sud

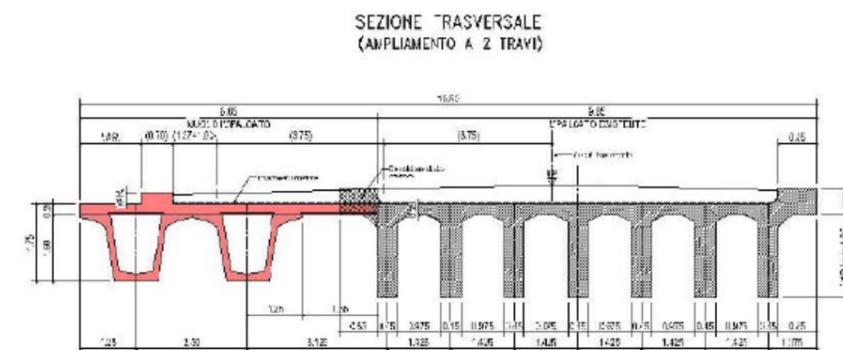
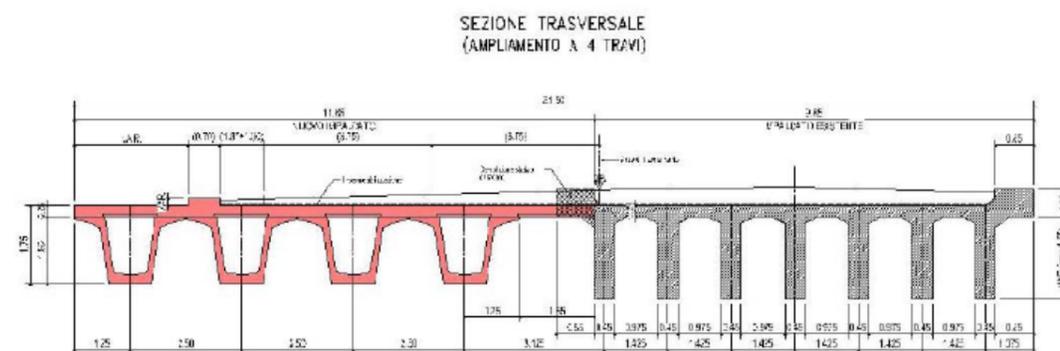
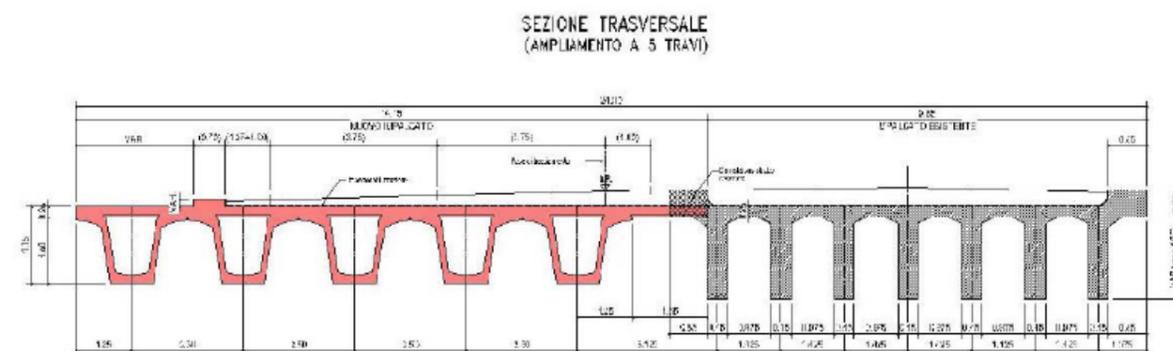


Figura 4-62 Sezioni trasversali viadotto Secca Sud

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (pali trivellati di grosso diametro) parzializzando temporaneamente l'alveo del torrente;
- le strutture delle pile e spalle esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle
- esistenti per non causare interferenze con il regime idraulico del torrente Secca;

- si realizza l'impalcato utilizzando travi prefabbricate, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;

Vista la limitata altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

4.7.1.8.2 Ampliamento Secca Nord

Si tratta di un ampliamento di una struttura esistente in calcestruzzo gettato in opera, risalente alla seconda fase di costruzione dell'autostrada A7 (anni '70).

Le caratteristiche salienti dell'opera sono le seguenti:

- tratto in ampliamento asimmetrico – 80 ml (2 campate da 40 ml circa)
- tratto in ampliamento simmetrico – 280 ml (7 campate da 40 ml circa)
- luce massima dell'impalcato – 41 ml
- numero campate - 9

L'ampliamento dell'impalcato si rende necessario per consentire l'innesto del nuovo asse dell'A7 Nord che da GE Ovest sale verso MI.

L'allargamento dell'impalcato è inizialmente asimmetrico (sulle due campate che accolgono l'innesto della nuova carreggiata) per poi diventare simmetrico su tutto il resto della struttura, limitandosi in questo tratto ad ampliare gli sbalzi.

La Figura 4-63 riporta la sezione longitudinale del viadotto, mentre la Figura 4-64 ne riporta alcune sezioni trasversali.

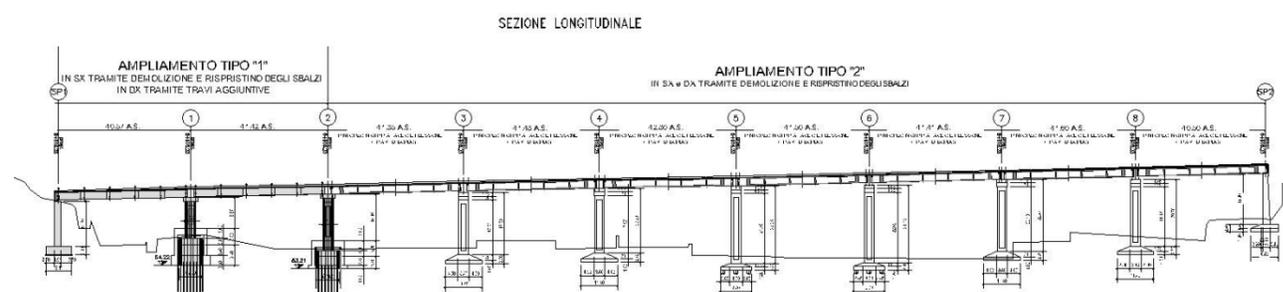


Figura 4-63 Sezione longitudinale viadotto Secca Nord

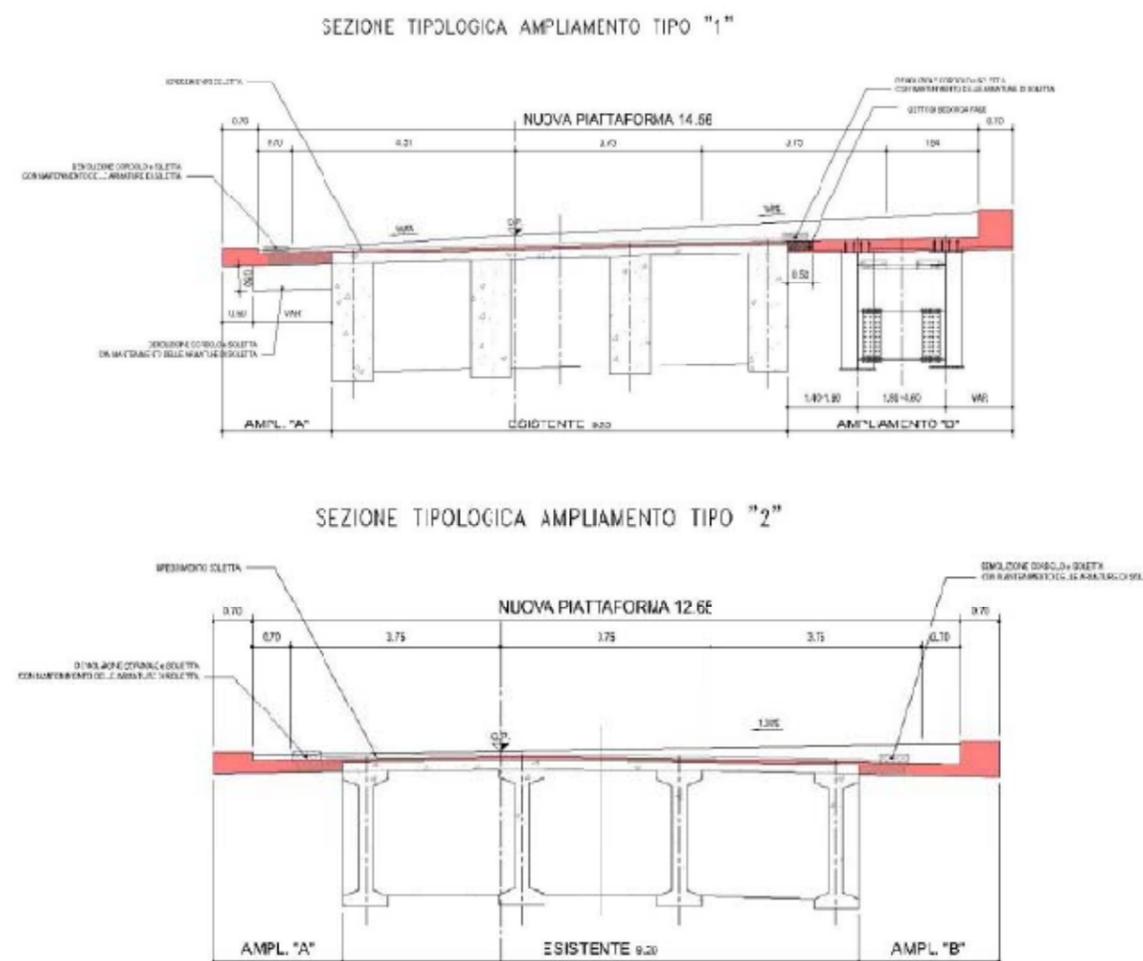


Figura 4-64 Sezioni trasversali viadotto Secca Nord

Si procede con le seguenti fasi costruttive:

- vengono realizzate le sottofondazioni (pozzi di micropali) delle pile 1 e 2 che accolgono l'ampliamento asimmetrico, dove lo sbalzo è di maggiori dimensioni e richiede la realizzazione delle sottostrutture complete;
- le strutture delle pile 1 e 2 e della spalla 1 esistenti vengono estese per coprire l'ingombro del nuovo impalcato: le pile mantengono la stessa dimensione ed il medesimo allineamento di quelle esistenti;
- si realizza l'impalcato dell'ampliamento asimmetrico utilizzando travi metalliche, sormontate da una soletta gettata in opera, solidarizzata con la carreggiata esistente, in modo da evitare un giunto di costruzione tra le due strutture;
- sul resto delle campate l'ampliamento è simmetrico e di modeste dimensioni, ottenuto maggiorando lo sbalzo esistente.

Vista la limitata altezza dell'opera rispetto al piano campagna, la realizzazione viene eseguita utilizzando le aree e le piste di cantiere disponibili all'interno del sedime dell'opera.

5 GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE AMBIENTALE

5.1 PROTEZIONE DEL SISTEMA IDRICO

Al fine di assicurare lo smaltimento delle acque meteoriche interessanti la sede viaria, è stato progettato un sistema di drenaggio a gravità in grado di convogliare, con un margine di sicurezza adeguato, le precipitazioni intense verso i recapiti.

Al fine di evitare la possibilità di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti nella rete idrografica naturale è stato previsto, per quanto riguarda la piattaforma, un sistema di drenaggio di tipo chiuso finalizzato al convogliamento delle acque in punti di controllo, in cui è prevista la realizzazione di “presidi idraulici” dove avviene lo scarico nella rete idrografica naturale. Accanto a questo sistema chiuso si è previsto un secondo sistema indipendente dal primo adibito alla raccolta e al convogliamento delle acque di versante o delle acque di drenaggio dei rivestimenti delle gallerie verso i recapiti naturali.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma si pone l'obiettivo di:

- limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità;
- garantire margini di capacità per evitare rigurgiti delle canalizzazioni che possano dare luogo ad allagamenti localizzati.
- garantire una linea idraulica chiusa sino al punto di controllo prima dello scarico nella rete idrografica naturale.

Il drenaggio è costituito essenzialmente da un sistema di raccolta marginale primario, ovvero da canalette, cunette, caditoie (nel caso di viadotti) e da un sistema longitudinale secondario, cioè collettori a sezione circolare, in cui gli elementi di drenaggio primari scaricano. Il sistema secondario costituisce una linea idraulica praticamente continua che permette di convogliare le acque della carreggiata verso i 15 punti controllati (presidi idraulici) e, occasionalmente, solo per brevi tratti, nella rete esistente di smaltimento delle acque bianche.

I presidi idraulici sono vasche, opportunamente dimensionate, all'interno delle quali vengono convogliate le acque di prima pioggia, per un trattamento di sedimentazione e disoleazione prima dello scarico delle acque al recapito finale, ed eventuali sversamenti accidentali di autocisterne, per uno stoccaggio momentaneo di soccorso.

Il sistema di drenaggio sopra definito raccoglie anche le acque di piattaforma delle gallerie che possono essere costituite non solo da quelle trascinate dal moto dei veicoli ma anche dagli eventuali liquidi sversati accidentalmente.

5.2 MITIGAZIONE ACUSTICA

Gli interventi di mitigazione previsti per i ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica dell'infrastruttura di progetto si compongono di:

- barriere antirumore;
- infissi silenti.

Si riporta di seguito la descrizione dettagliata delle tipologie dei vari interventi di mitigazione proposti, rimandando agli allegati di codesto Quadro di Riferimento Progettuale per la loro localizzazione planimetrica.

5.2.1 Le barriere antirumore

Spesso l'utilità di una mitigazione ambientale per un determinato progetto si intreccia con l'utilità di altre componenti, determinando sinergie di abbattimento dei singoli inquinanti.

Seguendo questa logica, gli interventi di mitigazione acustica diventano veri e propri elementi di progettazione dell'opera e da essa non devono essere disgiunti, in quanto non costituiscono solo una mera valutazione specialistica dell'abbattimento dei livelli di inquinamento prodotti dall'infrastruttura, ma comprendono più aspetti della progettazione all'interno di un quadro tecnico – ambientale inteso nell'accezione più ampia del termine.

La scelta tipologica di una barriera antirumore deriva in termini generali da numerosi fattori tra i quali si può evidenziare quanto segue:

- la possibilità tecnica di installazione al variare della tipologia dell'opera (viadotto, rilevato, ecc.), anche in considerazione del nuovo sovraccarico permanente e accidentale imposto alle strutture;
- la presenza di vincoli di natura ambientale e di inserimento nel territorio (visibilità, paesaggio, fattori estetici, ecc.);
- la richiesta di prestazioni acustiche ottimali (fonoassorbimento, fonoisolamento) in relazione alle caratteristiche del rumore emesso e costanti nel tempo;
- il costo degli interventi;
- la necessità di garantire oneri di manutenzione contenuti.

La scelta della tipologia di barriera ottimale scaturisce, quindi, da considerazioni, oltre che prettamente tecniche sui requisiti acustici degli schermi, anche dall'osservazione di elementi percettivi sulla qualità dell'intervento preso nella sua interezza. In sintesi, gli obiettivi che sono stati posti nella progettazione e, quindi, nella scelta, degli schermi antirumore sono di seguito descritti:

- Caratteristiche tecnico / acustiche

In base alle indicazioni fornite dalla fase di progettazione del modello di simulazione acustica, gli elementi acustici caratterizzanti la barriera sono di due tipi: uno fonoassorbente, generalmente posizionato nella parte bassa dello schermo e di altezza variabile da 2 a 5 m, l'altro fonoisolante (generalmente PMMA o vetro multi strato) posizionato nella parte superiore dello schermo.

- Unitarietà di segno

La scelta è quella di definire una sola tipologia di barriera che si ripete, variando in altezza a seconda delle esigenze, su tutto il tracciato e tale da imporre un'immagine di unitarietà alla tratta analizzata, qualificandola attraverso un segno distintivo e al contempo qualificando il contesto territoriale in cui viene inserita.

- Qualità dei materiali

Nella resa estetica della barriera presa nella sua interezza svolge un ruolo determinante la qualità dei materiali utilizzati. Prodotti tendenti il più possibile alla naturalità e tali da mantenere inalterate le proprie caratteristiche nel tempo offrono una condizione ottimale e duratura della percezione visiva della barriera.

In base ai criteri sopra esposti e in base alle analisi effettuate nel Quadro di Riferimento Ambientale vengono previste barriere miste con caratteristiche fonoassorbenti – fono riflettenti.

Si riportano di seguito, per ciascuna area simulata, gli interventi di mitigazione previsti con barriere antirumore, individuati planimetricamente nelle tavole allegate al presente quadro di riferimento (cfr. MAM-I-QPGT-009-012).

Tabella 5-1 Elenco di interventi con barriere antirumore

Area	Barriera n°	Rif. Arco stradale	Carregg.	Lato	L [m]	H [m]	S [mq]
Vesima	A-1	Viadotto Beo	Ovest	Destro	116	5	580
	A-2	Viadotto Vesima Est/Viadotto Uccelliera	Est	Destro	311	4	1244
	A-3	Viadotto Vesima Est/Viadotto Uccelliera	Est	Destro	220	3	459
	A-4	Viadotto Vesima Ovest	Ovest	Destro	153	3	873
Voltri	B-1	Viadotto Cerusa esistente	Sud	Sinistro	397	3	210
	B-2	A26 - Interconn. A26 - A10	Ovest	Destro	244	3	279
	B-3	A26 - Interconn. A26 - A11	Nord	Sinistro	93	3	1413
	B-4	Interconn. A10 - Gronda/Viadotto Cerusa	Est	Destro	471	3	471
	B-5	Interconn. Gronda - A26	Ovest	Destro	70	4	280
	B-6	Gronda - Viadotto Leira	Ovest	Destro	283	3	283
Bolzaneto	D-1	Gronda - Viadotto Genova	Est	Destro	831	3	799
	D-2	A7 esistente Viadotto Secca Sud - Viadotto Mercantile	Sud	Destro	368	5	1840
	D-3	A7 esistente	Sud	Sinistro	435	3	1305
	D-4	A7 esistente Viadotto Secca Nord esistente	Nord	Sinistro	471	5	2355
	D-5	A7 esistente Viadotto Secca Nord esistente	Nord	Destro	315	3	945
	D-6	A7 esistente	Sud	Sinistro	186	5	930
	D-7	A7 esistente	Nord	Destro	18	2	36

5.2.2 Gli interventi diretti

In corrispondenza dei ricettori ad uso abitativo e dei ricettori presso i quali non è stato possibile garantire il rispetto degli obiettivi di mitigazione, pur avendo opportunamente dimensionato ulteriori interventi di mitigazione, si è provveduto con l'intervento diretto sull'edificio, con sostituzione degli infissi esistenti con appositi infissi antirumore. Infatti, il regolamento relativo all'inquinamento acustico da traffico stradale prevede che, in ordine a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, quando non sia conseguibile il raggiungimento dei valori limite in facciata, si verifichi, comunque, il rispetto dei seguenti limiti all'interno degli ambienti abitativi e a finestre chiuse:

- 35 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- 40 dB(A) Leq notturno per tutti gli altri ricettori;
- 45 dB(A) Leq diurno per le scuole.

La protezione acustica all'interno delle abitazioni a finestre chiuse si può ottenere mediante l'adozione di infissi antirumore.

Tuttavia, mentre è stata finora acquisita una notevole esperienza sulle barriere antirumore, le tecniche d'insonorizzazione con infissi antirumore risultano a tutt'oggi meno conosciute ed utilizzate in Italia.

Tali tecniche sono invece largamente conosciute in molti paesi stranieri, quali ad esempio: Austria, Olanda, Danimarca, Svizzera, Norvegia, Giappone, ecc. dove da tempo viene utilizzata per interventi di bonifica acustica (specie di situazioni esistenti), come evidenziato da recenti studi dell'OCSE.

In relazione a tale tipo di insonorizzazione è importante che vengano esaminati tutti gli aspetti utili a definire:

- caratteristiche tecniche
- costi
- capitolati prestazionali
- aspetti legali e procedurali, connessi ai rapporti con gli enti locali e/o i proprietari degli edifici.

Di seguito viene brevemente illustrata la teoria che è alla base dell'impiego degli infissi antirumore per il controllo dell'inquinamento acustico all'interno dei locali.

La trasmissione del rumore proveniente dall'ambiente esterno all'interno di una stanza di un edificio può avvenire:

- per via aerea, attraverso le pareti che delimitano la stanza (pareti laterali, soffitto, pavimento);
- per via aerea, attraverso le aperture presenti nelle pareti;
- per via solida, attraverso le vibrazioni delle pareti indotte da forze esterne.

Evidentemente gli infissi antirumore hanno efficacia esclusivamente sui primi due meccanismi di propagazione.

La proprietà di un materiale di impedire la trasmissione del rumore come noto viene definita "potere fonoisolante" e viene misurata attraverso la determinazione della "perdita di trasmissione" (TL = trasmissione loss) espressa in decibel.

La valutazione della TL viene effettuata in laboratorio secondo la procedura descritta dalla norma ISO 140. L'isolamento acustico di un materiale è strettamente dipendente dalla sua massa (kg/mq) e di quest'ultima ne è funzione crescente ("Legge della massa"). Se si considera la parete di un fabbricato, la TL dipende dalla sua completezza ed uniformità; la presenza di fori o di elementi a minore massa superficiale determina infatti il decadimento delle caratteristiche fonoisolanti complessive della parete.

Pertanto le performance di qualsiasi struttura composta sono in genere limitate dall'isolamento acustico del componente più debole (finestre, aperture, fessure). Nel caso in esame si propone di intervenire sulle finestre, ma prima di adottare una qualsiasi soluzione bisogna preoccuparsi di valutare gli eventuali ponti acustici presenti, predisponendo eventualmente l'impiego di idonee guarnizioni fra le ante mobili degli infissi e fra queste ed il telaio fisso.

Inoltre in presenza di cassoni di contenimento di avvolgibili e di prese d'aria esterne, che spesso costituiscono la principale via del rumore, dovrà essere posta particolare cura

nell'insonorizzare tali elementi con opportuni materiali fonoassorbenti e/o sistemi di abbattimento del rumore.

L'adozione di infissi antirumore può modificare le condizioni di comfort abitativo degli alloggi insonorizzati. In particolare si possono verificare conseguenze sulla ventilazione e sulla variazione della temperatura interna con effetti di surriscaldamento nel periodo estivo. Per ovviare a tali inconvenienti occorre cercare di ristabilire le condizioni di ventilazione che si realizzano mediante l'apertura parziale delle finestre nel periodo notturno, fornendo un ricambio d'aria di almeno 1 V/h.

I sistemi di aerazione si distinguono, secondo il loro principio di funzionamento, nei seguenti tipi:

- a ventilazione naturale;
- a ventilazione forzata.

Per quanto riguarda la classificazione degli infissi, la Norma UNI 8204 riconosce tre classi R1, R2 e R3 di serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico R_w da questi offerto.

La classe R1 include le soluzioni in grado di garantire un R_w compreso tra 20 e 27 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un R_w compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un R_w superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

In sede di progettazione degli interventi sono state considerate prestazioni acustiche pari a 25 dBA per la Classe R1, 30 dBA per la Classe R2 e 35 dBA per la Classe R3: questi valori devono essere intesi come valori minimi di fonoisolamento che verranno richiesti ai fornitori degli infissi.

Nella Tabella 5-2 sono riportate per ciascuna di queste classi alcune delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Tabella 5-2 Classificazione UNI 8204 dei serramenti in base alle prestazioni acustiche

CLASSE R1 $20 \leq R_w \leq 27$ dB(A)	CLASSE R2 $27 \leq R_w \leq 35$ dB(A)	CLASSE R3 $R_w > 35$ dB(A)
<p>Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm) e guarnizioni aggiuntive.</p> <p>Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm) e distanza tra queste di almeno 40 mm.</p>	<p>Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8÷10 mm) e guarnizioni aggiuntive.</p> <p>Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6÷8 mm) e guarnizioni aggiuntive.</p> <p>Doppio vetro con lastre di medio spessore (4÷6mm), guarnizioni aggiuntive e distanza tra queste di almeno 40 mm.</p> <p>Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) senza guarnizioni aggiuntive.</p>	<p>Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10÷12 mm) e guarnizioni aggiuntive.</p> <p>Vetro camera con lastre di medio spessore (4÷6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni aggiuntive.</p> <p>Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4÷6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.</p>
<p>Gli interventi di sostituzione o di adeguamento funzionale dei telai fissi e mobili dei serramenti sono integrativi rispetto a R1, R2 o R3 e devono essere verificati localmente sul singolo edificio.</p>		

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di scegliere tra più alternative.

Nel progetto in esame, partendo dalla classificazione UNI e tenuto conto delle esigenze di abbattimento acustico e degli infissi attualmente installati sulle abitazioni esistenti che necessitano di intervento, si sono elaborati i seguenti interventi:

- classe R1 → Doppio vetro con lastre di spessore 3 mm e distanza tra queste di almeno 8 mm
- classe R2 → Doppio vetro con lastre di spessore 4 mm e distanza tra queste di almeno 12 mm.
- classe R3 → Doppio vetro con lastre di spessore 6 mm, vetro esterno stratificato.

Si riportano di seguito gli interventi di mitigazione previsti con infissi silenziosi.

Tabella 5-3 Interventi di mitigazione con infissi silenti

Area	Numero	Piani totali	Piani con interventi
Vesima	A-004	3	3
	A-040	1	1
	A-043	2	2
Voltri	B-015	2	2
	B-126	1	1
	B-193	2	2
Bolzaneto	D-018	3	2
	D-036	1	1
	D-079	4	4
	D-112	8	1
	D-173	4	4
	D-175b	1	1
	D-176	3	3
Torbellia	D-177	3	3
	D-232	4	4
	E-026	1	1
	E-027	2	2

5.3 INSERIMENTO PAESAGGISTICO

5.3.1 Premessa

Il presente paragrafo intende fornire indicazioni riguardanti gli interventi di inserimento paesaggistico – ambientale relativi al progetto definitivo del nodo stradale e autostradale di Genova. Nell'ambito della progettazione sono stati esaminati gli ambiti di intervento in cui si prevede la realizzazione dei tratti allo scoperto (cfr. MAM-I-QPGT-004 e MAM-I-QPGT-005) al fine di riconoscere gli elementi di criticità indotti dall'opera e suggerire gli interventi a verde che, da una parte possano compensare la vegetazione sottratta, dall'altra saldare l'opera al contesto territoriale in cui si inserisce.

Il percorso metodologico assunto nella progettazione degli interventi a verde può essere sintetizzato nei seguenti passi:

- analisi della vegetazione potenziale (la vegetazione stabile in equilibrio con le condizioni climatiche e geomorfologiche del sito, verso la quale tendono naturalmente le comunità vegetali in assenza dei ripetuti e continui interventi dell'uomo che si sono succeduti nel tempo) e dell'assetto vegetale nello stato ante operam;
- riconoscimento delle modifiche indotte dal tracciato di progetto in corrispondenza degli ambiti territoriali in cui sono previsti i manufatti di progetto;
- riconoscimento delle aree considerate sensibili per le quali si è ritenuto opportuno individuare degli interventi di mitigazione ambientale;
- analisi del progetto botanico: individuazione delle tipologie di impianto, analisi delle caratteristiche strutturali e della composizione floristica.

Relativamente al primo punto, per la progettazione ci si è avvalsi delle analisi compiute nell'ambito delle componenti Vegetazione e Flora ed Ecosistemi e Fauna, che hanno permesso di definire l'inquadramento fitoclimatico del territorio e riconoscere le caratteristiche dell'assetto preesistente dei suoli. L'analisi delle interferenze relative in particolare all'assetto vegetale ha consentito di individuare gli ambiti ritenuti più sensibili rispetto alle modificazioni indotte dall'opera, in virtù delle dinamiche ecologiche in atto. Per questi ambiti si è ritenuto opportuno studiare una sistemazione del verde articolata in corrispondenza delle aree di imbocco e delle aree soggette a rimodellamento a seguito della realizzazione dei tratti in galleria artificiale. I dettagli del progetto sono riportati nei seguenti elaborati grafici:

- *Carta degli interventi di inserimento ambientale: opere a verde*, in scala 1:1000 (MAM-I-QPGT-006_007);
- *Tipologici degli interventi a verde*, in scala 1:200 (MAM-I-QPGT-008).

5.3.2 I criteri e le logiche di progettazione

La progettazione delle opere a verde ha come obiettivo prevalente quello di inserire l'opera in modo compatibile ed integrato al sistema naturale circostante. Per il perseguimento di tale obiettivo si rende necessario tenere conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche dell'opera che si va a mitigare, che dell'ambiente in cui l'infrastruttura si va a collocare, riconoscendone i caratteri naturali e le capacità di trasformazione.

Il riconoscimento dei caratteri costituenti il paesaggio vegetale esistente rappresenta il punto di partenza irrinunciabile per un inserimento a carattere "naturalistico", che ha come obiettivo prevalente quello di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla, come le operazioni di cantierizzazione. Tale approccio richiede uno studio approfondito sul modello ecologico potenziale spontaneo della zona.

Per quel che riguarda le comunità animali si rileva che esse risultano strettamente legate ai consorzi vegetali, dipendendo fortemente dalla loro strutturazione e semmai dall'esito dell'impianto "artificiale" che va a collocarsi in un ambito con dinamiche precostituite e spesso molto delicate.

Pertanto, su questa base, la componente vegetale assume un ruolo di primaria importanza nella riuscita dell'inserimento ambientale dell'opera. L'analisi delle comunità vegetali naturali (o seminaturali) esistenti nelle aree limitrofe (ad analoghe caratteristiche ambientali) ha fornito le indicazioni per la corretta scelta delle specie vegetali da utilizzare nell'impianto stesso, configurate secondo strutture opportune (comunità prative, arbustive o arboreo-arboree), anche e soprattutto tenendo conto dello spazio a disposizione e delle esigenze di limitazioni specifiche dell'infrastruttura che si va ad eseguire.

Nell'ambito della presente progettazione, gli interventi a verde relativi alle aree circostanti gli imbocchi in galleria, oggetto di rimodellamento morfologico, prevedono la sistemazione di raggruppamenti vegetali che, raccordandosi con la vegetazione esistente, consentono di ristabilire la continuità vegetazionale preesistente lungo il versante.

Nello specifico il progetto prevede la predisposizione di fitocenosi contigue, aventi diverse caratteristiche strutturali, che rappresentano gli stadi successivi del processo evolutivo a cui appartiene la vegetazione.

Le tendenze evolutive della vegetazione, a prescindere dalla serie cui appartengono, si esprimono nel passaggio da una formazione erbacea, ad una arbustiva, fino ad una vegetazione di tipo forestale, che rappresenta la formazione più matura.

In accordo con tali dinamiche naturali, il progetto intende riproporre nell'impianto tale schema, dimostrando una predilezione verso le formazioni a carattere arbustivo, che, per le buone potenzialità intrinseche di sviluppo e l'elevata velocità di accrescimento, rappresentano gli stadi iniziali della serie dinamica; si ritiene importante dare degli input capaci di innescare il processo evolutivo naturale e, al tempo stesso, consentire alle formazioni di evolvere in modo spontaneo, limitandone le imposizioni dettate da un impianto già maturo.

5.3.3 Le opere a verde

5.3.3.1 La composizione floristica

Il criterio di utilizzare specie autoctone, tipiche della vegetazione potenziale delle aree interessate dal progetto, è ormai ampiamente adottato nelle opere di ripristino e mitigazione ambientale. Le specie vegetali sono state scelte tra quelle autoctone, in quanto, essendo coerenti con la vocazione dei luoghi e adattandosi maggiormente alle condizioni climatiche dell'area e alle caratteristiche dei suoli, assicurano una più facile riuscita dell'intervento.

Esse inoltre, essendo caratterizzate da una spiccata rusticità, risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (gelate improvvise, siccità, parassitosi) e necessitano in generale di una minore manutenzione consentendo di ridurre al minimo l'utilizzo di concimi chimici, fertilizzanti od antiparassitari.

Sebbene nell'area di studio siano piuttosto diffusi popolamenti arborei monospecifici derivanti da rimboschimento, negli interventi di mitigazione si è scelto di utilizzare specie autoctone che contribuiscono ad incrementare la biodiversità locale offrendo siti di alimentazione, nidificazione e rifugio per la fauna selvatica.

Sulla base di tali considerazioni, i numerosi e complessi fattori che hanno determinato la scelta delle specie vegetali sono così sintetizzabili:

- *fattori botanici e fitosociologici*: tra le specie autoctone si è cercato di individuare quelle che possiedono doti di reciproca complementarietà, in modo da formare associazioni vegetali polifitiche ben equilibrate e con doti di apprezzabile stabilità nel tempo.
- *criteri ecosistemici*: si è tenuto conto della potenzialità delle specie vegetali nel determinare l'arricchimento della complessità biologica, anche al fine di incrementare la disponibilità di rifugio e di fonti alimentari per l'avifauna e la fauna terrestre.
- *fattori logistici*: si è tenuto conto della reperibilità sul mercato del materiale vivaistico.
- *criteri agronomici ed economici*: in generale gli interventi sono calibrati in modo da contenere gli interventi e le spese di manutenzione (potature, sfalci, irrigazione, concimazione, diserbo).

Per la scelta delle specie si è tenuto conto di quanto indicato in allegato al Sistema del verde della Regione Liguria, dove viene fornito un quadro delle specie vegetali tipiche del territorio idonee ad essere utilizzate per gli interventi da attuare nelle aree a verde, nonché alcune indicazioni sulle modalità realizzative.

L'individuazione delle specie autoctone idonee all'impianto è stata compiuta attraverso l'analisi della vegetazione potenziale e la ricognizione dei consorzi vegetali omogenei presenti nel comprensorio esaminato, che risultano coinvolti dalla predisposizione delle aree di cantierizzazione e dalla localizzazione del tracciato di progetto.

La vegetazione potenziale dell'area di studio, interamente compresa nel piano basale, è costituita da formazioni arboree ascrivibili ai Quercetea robori petraeae e ai Quercetea ilicis.

Nella maggior parte del territorio è diffuso l'orizzonte delle latifoglie mesotermofile caratterizzato dalla presenza di associazioni vegetali di tipo forestale a latifoglie decidue e semidecidue, come boschi di roverella (*Quercus pubescens*), boschi misti a carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), orniello (*Fraxinus ornus*), acero campestre (*Acer campestre*).

L'orizzonte delle sclerofille sempreverdi mediterranee, che potenzialmente si potrebbe sviluppare dalla fascia costiera fino ai rilievi collinari più vicini al mare, è rinvenibile solo localmente ed è rappresentato da alcuni lembi di lecceta (consorzi misti a leccio e roverella) e di macchia mediterranea; tali formazioni vegetali sono in alcuni casi diffuse, anche in posizione extra-zonale, nelle valli interne e salendo in quota, allorquando le condizioni edafiche e stagionali determinano un microclima caldo ed arido.

Di seguito si riporta l'elenco floristico stilato per gli interventi a verde, in cui sono state incluse le specie arboree e arbustive più diffuse nel territorio, espressione delle condizioni stagionali termofile e mesofile.

Elementi arborei

Leccio (*Quercus ilex*)
Roverella (*Quercus pubescens*)
Orniello (*Fraxinus ornus*)
Carpino (*Ostrya carpinifolia*)

Elementi arbustivi

Erica arborea (*Erica arborea*)
Alaterno (*Rhamnus alaternus*)
Coronilla (*Coronilla emerus*)
Corbezzolo (*Arbutus unedo*)
Fillirea (*Phyllirea latifolia*)
Biancospino (*Crataegus monogyna*)
Ginestra dei carbonai (*Spartium junceum*)
Rosa canina (*Rosa canina*)
Sanguinella (*Cornus sanguinea*)

Dal momento che la maggior parte degli impianti ha luogo in corrispondenza di versanti piuttosto acclivi, caratterizzati da terreni di spessore modesto, sono state scelte delle specie arbustive che giocano un ruolo fondamentale nel mantenimento del versante, quali l'ericca (*Erica arborea*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), la ginestra (*Spartium junceum*) e la sanguinella (*Cornus sanguinea*). Inoltre è stato previsto anche l'utilizzo di essenze arboree e basso-arboree idonee, per caratteristiche di pionierismo (cioè sono le prime che naturalmente colonizzano il terreno "preparando" il suolo alla comunità forestale che nel giro di qualche anno, se non subentrano alterazioni particolari, si instaurerà nell'area) quali per esempio l'orniello (*Fraxinus ornus*) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*).

Si riportano di seguito le caratteristiche ecologiche delle essenze di tipo ecologico, desunte dal testo del Sistema del verde della regione Liguria.

Tabella 5-4 Caratteristiche ecologiche delle specie arboree ed arbustive

Specie	Orizzonte	Esigenze ecologiche	Valore estetico ornamentale	Fioritura	Interesse avifaunistico
<i>Quercus ilex</i>	Sclerofille sempreverde mediterranee	Specie rustica cresce su suoli poveri, in luoghi esposti, tollerante del vento e della siccità	-	Tarda primavera	Bacche e frutti, cibo, nido e habitat
<i>Quercus pubescens</i>	Latifoglie termofile	Tollera la siccità, teme i ristagni prolungati	-	Primavera	Bacche e frutti, cibo, nido e habitat
<i>Fraxinus ornus</i>	Latifoglie termofile	Non sopporta il terreno fresco e umido. Tollera siccità e inquinamento.	-	Maggio-Giugno	Habitat
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Latifoglie termofile	Specie tipica dei versanti (fondovalle) esposti a nord, freschi e ombreggiati	-	Primavera - estate	Habitat
<i>Erica arborea</i>	Sclerofille sempreverde mediterranee	Specie legata a suoli calcarei nella fascia altitudinale compresa tra 0 e 800m	Fogliame sempreverde, fioriture viola	Estate	Habitat
<i>Rhamnus alaternus</i>	Sclerofille sempreverde mediterranee	Legato a climi aridi e terreni calcarei. Tollera inquinanti e salinità.	Fogliame sempreverde e frutti rossi	Febbraio - Aprile	Habitat
<i>Coronilla emerus</i>	Latifoglie termofile inferiore	Tipica della macchia mediterranea, preferisce suoli calcarei	Perenne, fiori gialli	Aprile - Giugno	Habitat
<i>Arbutus</i>	Sclerofille	Specie	Fogliame	Novembre	Habitat,

Specie	Orizzonte	Esigenze ecologiche	Valore estetico ornamentale	Fioritura	Interesse avifaunistico
<i>unedo</i>	sempreverdi mediterranee	resistente al fuoco, ridotte necessità idriche e di mantenimento; discreta efficacia a tollerare i pendii. Tollera il calcare e l'inquinamento	sempreverde, fiori e frutto rosso	- Dicembre	cibo
<i>Phyllirea latifolia</i>	Sclerofille sempreverde mediterranee	Spontanea delle colline aride e delle macchie sempreverdi, di preferenza su suoli calcarei.	Cespuglio sempreverde	Maggio - Giugno	Cibo, nido e habitat
<i>Crataegus monogyna</i>	Latifoglie termofile inferiore	Colonizza i pendii erbosi, rustico, predilige terreni calcarei-argillosi	Fiori- bacche	Primavera	Cibo, nido e habitat
<i>Spartium junceum</i>	Sclerofille sempreverde mediterranee/ Latifoglie termofile inferiore	Consolidatrice dei terreni denudati, specialmente. Sui pendii secchi soleggiati, ha ridotte necessità idriche e di mantenimento	Fiori gialli	Maggio-Luglio	Cibo, nido e habitat
<i>Rosa canina</i>	Latifoglie termofile inferiore	Fino ai 1500m. Vive nei boschi radi e ai loro margini, negli arbusteti	Caducifoglie con ampia ramificazione	Primavera	Cibo, nido e habitat
<i>Cornus sanguinea</i>	Latifoglie termofile inferiore	Clima temperato, esposizione in pieno sole, terreni profondi e freschi	Fogliame	Maggio-Giugno	Cibo, nido e habitat

Per quanto riguarda le specie di tipo erbaceo si individuano due miscele di sementi finalizzate a costituire formazioni erbacee di tipo termofilo o di tipo mesofilo. La scelta delle

sementi è stata definita, oltre che sulla base dei criteri generali già enunciati, anche tenendo conto della capacità colonizzatrice, di formare un rivestimento rapido e continuo e di migliorare il terreno, dando garanzie di longevità e stabilità nel tempo.

Prato termofilo: *Poa trivialis, Poa pratensis, Festuca rubra, Festuca arundinacea, Brachipodium rupestre, Leontodon hispidus Lolium perenne, Bromus erectus, Cynodon dactylon, Agropyron repens, Onobrychis vicifolia, Medicago sativa, Medicago lupulina, Medicago falcata, Trifolium pratense Leontodon hispidus repens, Lotus corniculatus, Anthyllis vulneraria, Plantago lanceolata, Achillea millefolium, Lathyrus sylvestris, Lathyrus pratensis, Stachys officinalis, Achillea millefolium.*

Prato mesofilo: *Arrhenatherum elatius, Dactylis glomerata, Poa trivialis, Poa pratensis, Festuca rubra, Festuca arundinacea, Lolium perenne, Bromus erectus, Cynodon dactylon, Agropyron repens, Onobrychis vicifolia, Medicago sativa, Trifolium pratense, Trifolium repens, Lotus corniculatus, Anthyllis vulneraria, Coronilla emerus, Plantago lanceolata, Achillea millefolium*

Si ritiene opportuno sottolineare le necessità di assicurarsi sulla provenienza delle piante di vivaio, per evitare l'uso di specie che abbiano, nel proprio patrimonio genetico, caratteri di alloctonia.

5.3.3.2 Caratteristiche strutturali

Il progetto delle opere a verde è stato studiato tenendo conto delle peculiarità territoriali esposte nei paragrafi precedenti, delle esigenze progettuali e dei vincoli di natura tecnica imposti per motivi di sicurezza.

Tenuto conto delle superfici disponibili, le tipologie di vegetazione studiate sono riconducibili a:

- Prati stabili
- Formazioni arbustive
- Formazioni arboreo-arbustive

La costituzione di un tappeto di vegetazione erbacea ed arbustiva consente di evitare l'innescarsi di fenomeni erosivi e franosi nonché di evitare che il suolo nudo venga ricoperto da forme vegetali infestanti ed invadenti.

La costituzione di un manto erboso (Prati stabili) in corrispondenza delle superfici messe a nudo dai lavori svolgerà le seguenti funzioni:

- ambientale, impedendo la crescita e lo sviluppo di specie invadenti sinantropiche, che ne abbasserebbero la qualità;
- biotecnica, proteggendo il terreno dalle erosioni superficiali e consolidandolo con l'azione degli apparati radicali;
- faunistica, favorendo la creazione di habitat adatti allo sviluppo della microfauna;
- estetica e paesaggistica.

Un margine di vegetazione erbacea all'esterno dei cespuglieti e del bosco a contatto con le aree agricole costituisce un ambiente favorevole alla presenza di molte specie animali per l'alimentazione di uccelli nidificanti al margine dei boschi e di numerosi

micromammiferi. L'intervento di inerbimento sarà eseguito su tutta la superficie interessata dai lavori dopo la messa a dimora degli alberi ed arbusti.

Le Formazioni arbustive rappresentano uno stadio dinamico più evoluto del prato, nell'ambito della serie dinamica di vegetazione che è propria di un territorio. Come già anticipato nei precedenti paragrafi, nel presente progetto, a fronte della copertura vegetale preesistente e delle potenzialità evolutive intrinseche, è stato dato grande spazio alle formazioni arbustive, dando la possibilità alle fitocenosi naturali di evolvere verso forme più mature nell'ambito della serie dinamica di appartenenza.

Dal momento che gli interventi progettati sono finalizzati alla ricucitura vegetale del versante interessato dalla realizzazione degli imbocchi in galleria, si ritiene che la piantumazione di un nucleo arbustivo di specie autoctone svolga la funzione di consolidamento del suolo mediante l'apparato radicale.

L'impianto delle Formazioni arboreo - arbustive è previsto al margine delle aree di intervento con l'intento di rafforzare la continuità con i consorzi boschivi esistenti. Il "disegno" e la distribuzione degli elementi arboreo-arbustivi all'interno dei sestii di impianto sono stati concepiti tentando di "copiare" le forme naturali al fine di favorire il più possibile l'inserimento paesaggistico con l'intorno ed assicurare la giunzione tra il nuovo e l'esistente.

In linea generale, sebbene l'intenzione sia di conferire all'impianto un aspetto naturale, si ritiene che nella fase di attecchimento e di primo accrescimento l'impianto apparirà senz'altro artificiale, in quanto inserito dall'uomo, e risulterà quindi "staccato" e riconoscibile dal resto delle comunità esistenti; il sistema risulterà comunque in grado di autoevolversi nel corso del tempo, riproponendo alla fine una situazione assimilabile a quella naturale.

5.3.3.3 I sestii di impianto

Richiamando le tipologie di vegetazione presentate nel paragrafo precedente, sono riportate nello schema seguente (cfr. Tabella 5-5) i sestii di impianto suggeriti nel progetto di ripristino ambientale in corrispondenza delle aree di imbocco in galleria, di cui viene descritta una situazione tipo.

Tabella 5-5 Tipologie di vegetazione e sestii di impianto

Tipologie di vegetazione	Sestii di impianto
Prati stabili	Inerbimento
Formazioni arbustive	Prato cespugliato termofilo (Tipo I) Prato cespugliato mesofilo (Tipo II) Cespuglieto termofilo (Tipo I) Cespuglieto mesofilo (Tipo II)
Formazioni arboreo - arbustive	Cespuglieto arborato termofilo (Tipo I) Cespuglieto arborato mesofilo (Tipo II)

Come si evince dalla tabella, per ciascun sesto di impianto sono state suggerite due categorie, riferibili al carattere termofilo (Tipo I) o mesofilo (Tipo II), che differiscono unicamente per la composizione floristica, mantenendo invariato la disposizione e il numero di essenze (vedi *Carta dei tipologici a verde* allegata al Quadro di Riferimento Progettuale, rif. MAM-I-QPGT-008). La scelta di proporre per l'impianto dei raggruppamenti diversificati dal punto di vista ecologico nasce dall'esigenza di inserire nei diversi ambiti di intervento dei raggruppamenti il più possibile simili a quelli preesistenti, in accordo con le condizioni stazionali.

L'**inerbimento** (con semina a spaglio o idrosemina in funzione dei valori di pendenza) è previsto in corrispondenza delle aree di imbocco delle gallerie, al di sopra dei tratti in galleria artificiale ed in generale in tutte quelle aree la cui eccessiva pendenza non consente la piantumazione di elementi arbustivi/arborei.

La composizione del miscuglio di sementi idoneo all'intervento, indicata nel precedente paragrafo, è costituita in modo tale da rispondere ai seguenti requisiti:

- coerenza con la flora e la vegetazione circostante
- capacità colonizzatrice
- capacità di formare prati stabili
- capacità di consolidare il terreno
- capacità di formare un rapido e continuo rivestimento
- capacità di migliorare la qualità del terreno

Per quanto concerne le Formazioni arbustive progettate (cfr. da Tabella 5-6 a Tabella 5-9), contigue alle superfici erbacee, si possono distinguere formazioni aperte (**Prato cespugliato**), in cui gli arbusti sono disposti in gruppi di pochi individui collegati tra di loro, e formazioni chiuse (**Cespuglieto**), in cui gli elementi arbustivi sono distribuiti a costituire una copertura quasi continua.

Il Prato cespugliato si inserisce nella fascia immediatamente retrostante la zona dell'imbocco, in cui lo spessore di terreno varia in funzione dell'inclinazione del versante ma in linea generale consente la piantumazione di elementi arbustivi radi. A contatto con tale area, gli spessori del terreno più consistenti consentono la piantumazione di una formazione arbustiva più chiusa di quella del settore precedente.

Tabella 5-6 Prato cespugliato termofilo

Sesto di impianto: Prato cespugliato termofilo (Tipo I)	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento/8 mq circa	
Specie	N° elementi
Erica arborea (<i>Erica arborea</i>)	7
Alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)	11
Corbezzolo (<i>Arbutus unedo</i>)	11
Coronilla (<i>Coronilla emerus</i>)	9

Tabella 5-7 Prato cespugliato mesofilo

Sesto di impianto: Prato cespugliato mesofilo (Tipo II)	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento/8 mq circa	
Specie	N° elementi
Coronilla (<i>Coronilla emerus</i>)	11
Ginestra dei carbonai (<i>Spartium junceum</i>)	7
Rosa canina (<i>Rosa canina</i>)	11
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	9

Tabella 5-8 Cespuglieto termofilo

Sesto di impianto: Cespuglieto termofilo (Tipo I)	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento/ 4.5 mq	
Specie	N° elementi
Erica arborea (<i>Erica arborea</i>)	11
Alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)	11
Corbezzolo (<i>Arbutus unedo</i>)	15
Coronilla (<i>Coronilla emerus</i>)	12
Fillirea (<i>Phyllirea latifolia</i>)	16

Tabella 5-9 Cespuglieto mesofilo

Sesto di impianto: Cespuglieto mesofilo (Tipo II)	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento/ 4.5 mq	
Specie	N° elementi
Coronilla (<i>Coronilla emerus</i>)	11
Rosa canina (<i>Rosa canina</i>)	11
Ginestra dei carbonai (<i>Spartium junceum</i>)	15
Sanguinella (<i>Cornus sanguinea</i>)	12
Biancospino (<i>Crataegus monogyna</i>)	16

Le Formazioni arboreo-arbustive (cfr. Tabella 5-10 e Tabella 5-11) sono costituite dal **Cespuglieto arborato**, un raggruppamento più complesso dal punto di vista strutturale rispetto ai precedenti, in cui oltre alla componente arbustiva è presente anche quella arborea con bassi valori di copertura.

L'impianto si prevede nella fascia di terreno più lontana dall'imbocco che viene a contatto con la vegetazione presente lungo il versante. Lo spessore del terreno consente la piantumazione di formazioni strutturalmente più complesse, la cui composizione floristica, che può esprimere il carattere termofilo o mesofilo, dovrà tenere conto della vegetazione presente nell'intorno.

Tabella 5-10 Cespuglieto arborato termofilo

Sesto di impianto: Cespuglieto arborato termofilo	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento arboreo/ 50mq; 1 elemento arbustivo/6.5 mq	
Specie	N° elementi
Leccio (<i>Quercus ilex</i>)	3
Roverella (<i>Quercus pubescens</i>)	3
Erica arborea (<i>Erica arborea</i>)	10
Alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)	8
Fillirea (<i>Phyllirea latifolia</i>)	12
Arbutus unedo (Corbezzolo)	16

Tabella 5-11 Cespuglieto arborato mesofilo

Sesto di impianto: Cespuglieto arborato mesofilo	
Superficie di riferimento: 300 mq	
Densità di impianto: 1 elemento arboreo/ 50mq; 1 elemento arbustivo/6.5 mq	
Specie	N° elementi
Fraxinus ornus (Orniello)	3
Ostrya carpinifolia (Carpino nero)	3
Cornus sanguinea (Sanguinella)	10
Crataegus monogyna (Biancospino)	8
Coronilla emerus (Coronilla)	12
Rosa canina (<i>Rosa canina</i>)	16

5.3.3.4 Le aree di intervento

Nella Tabella 5-12 si riassumono le caratteristiche principali di consorzi vegetali predominanti nello stato ante operam per ciascun ambito territoriale, al fine di individuare le categorie di intervento più idonee in funzione del carattere ecologico.

Tabella 5-12 Ambiti e categorie di intervento

Ambito di intervento	Vegetazione attuale	Categorie di intervento
Vesima	Boschi misti a carpino nero con presenza di leccio; arbusteti a dominanza di Erica arborea sui terreni abbandonati e prati sfalciati	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Voltri	Boschi di latifoglie miste decidue a dominanza di carpino nero con presenza di orniello e roverella	Impianto arboreo – arbustivo a carattere mesofilo (Tipo I)
Varenna	Bosco di scarpata torrentizia a carpino nero, con orniello e roverella lungo il fiume; formazioni miste di decidue e arbusteti sui versanti	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Bolzaneto	Contesto antropizzato. Nuclei boscati misti con presenza di specie infestanti ed elementi sempreverdi	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)

Torbella	Boschi misti a dominanza di carpino nero e castagno negli aspetti più freschi	Impianto arboreo – arbustivo a carattere mesofilo (Tipo I)
Genova Ovest	Aree edificate intervallate da aree agricole ed ex coltivi; presenza di formazioni boschive residue	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Genova Est	Arbusteti di ricostituzione e praterie di origine secondaria	Inerbimento

Definite le categorie di impianto, si riporta per ciascun ambito un elenco delle aree di imbocco ritenute più significative (cfr. Tabella 5-13), per le quali si è reputato opportuno progettare un impianto di tipo arboreo – arbustivo.

Tabella 5-13 Ambiti e aree di intervento

Ambito territoriale	Area di intervento
Vesima	Imbocchi galleria Borgonuovo SV
Voltri	Imbocchi gallerie Borgonuovo GE e Bric Carmo Nord
	Imbocchi galleria Voltri SV
	Imbocchi gallerie Voltri GE e Ciocia GE
	Imbocchi galleria Amandola SV
Varenna	Imbocchi galleria Delle Grazie Sud
	Imbocchi galleria Amandola GE
Bolzaneto	Imbocchi galleria Monterosso SV
	Imbocchi galleria Monterosso GE
Genova Ovest	Imbocchi gallerie Bric du Vento SV, Baccan e Polcevera SV
	Imbocchi gallerie Granarolo GE e Moro 1
Torbella	Imbocchi gallerie Moro 1 e Moro 2
	Imbocchi galleria Torbella est, Torbella ovest, Bric del Vento, Forte Diamante, alesaggio galleria Monte Sperone
	Imbocchi galleria Granarolo MI e Monte Sperone MI

Per i restanti imbocchi in galleria non inclusi nell'elenco, come ad esempio quelli previsti nell'ambito di Genova Est, considerando le peculiarità della vegetazione esistente si ritiene che la sistemazione delle aree circostanti l'imbocco si possa limitare esclusivamente al ripristino di superfici inerbite. In particolare l'ambito territoriale di Genova Est si caratterizza per una copertura vegetale ad arbusteti sparsi, espressione della ricolonizzazione da parte della vegetazione dei terreni denudati per cause di origine antropica (come il caso degli incendi), che rappresenta gli stadi iniziali della serie dinamica di vegetazione.

Ciò premesso, si ritiene che la predisposizione del manto erboso sia sufficiente a garantire un ripristino dello stato dei luoghi compromessi dalla realizzazione delle opere, favorendo la diffusione da parte delle specie locali già presenti nell'intorno.

5.3.4 Indicazione per l'esecuzione dei lavori

Si riportano nel seguito alcune indicazioni per l'esecuzione dei lavori relativamente al recupero ed alla posa in opera del terreno vegetale ed alle operazioni di inerbimento e di piantumazione.

Recupero e posa in opera di terreno vegetale

Nel corso dei lavori sarà opportuno rimuovere lo strato superficiale del suolo delle aree interessate seguendo le indicazioni riportate in seguito:

- lo spessore del terreno vegetale da asportare va riconosciuto prima dello scotico con idonei scavi di assaggio;
- tutte le operazioni relative ai movimenti del terreno vegetale devono avvenire con tempo non piovoso;
- lo scotico deve essere effettuato in modo tale che le macchine non circolino mai sul terreno vegetale e quindi in marcia avanti e con deposito e accumulo laterale;
- il terreno vegetale deve essere accumulato separatamente dal sottostante terreno minerale e questo, a sua volta, separatamente da altri materiali inerti (roccia, ghiaia, etc.). Per depositi di breve durata (al massimo un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza di 5 m con scarpate a pendenza naturale; per depositi di lunga durata (più di un periodo di vegetazione) il deposito può avere un'altezza da 1,5 a 3 m al massimo e pendenza massima di 2:3; i cumuli saranno costituiti da strati di 25-30 cm, alternati a strati di paglia, torba o ramaglia e andranno annaffiati per impedirne la disseccazione;
- in previsione di prolungati accumuli è consigliabile effettuare semine protettive periodiche con miscele di specie da sovescio onde evitare la dispersione del terreno e l'invasione delle infestanti ruderali;
- il ricoprimento con terreno agrario dell'area avverrà con uno spessore di circa 30-40 cm nelle zone piane o a lieve pendenza, che si ridurrà fino a circa 20 cm nelle scarpate;
- avvenuta la messa in posto del terreno vegetale ed il suo consolidamento con le opere strutturali, le opere di idrosemina e piantagione devono seguire il più rapidamente possibile per evitare fenomeni di deterioramento e ruscellamento che possono annullare in breve tempo le precauzioni adottate in precedenza. In tal senso è buona norma che le ditte incaricate delle opere a verde procedano alla idrosemina e piantagione delle singole tratte mano a mano che le superfici di scarpata vengono abbandonate dall'impresa dei movimenti di terra.

Per il contenimento delle erbe infestanti e per favorire condizioni di temperatura e umidità del suolo adatte allo sviluppo delle piante arboree ed arbustive è previsto intorno ad ogni albero ed arbusto, ad eccezione degli arbusti con densità d'impianto di 1/mq, una pacciamatura biodegradabile.

Inerbimento

Il rinverdimento delle superfici soggette a rimodellamento, delle aree cantiere, delle aree presso gli imbocchi delle gallerie, ecc. risulta un preciso ed ineludibile input progettuale atto a garantire, oltre ad un irrinunciabile effetto consolidante, una migliore integrabilità paesaggistico-percettiva.

La superficialità del trattamento consolidante (che può spingersi fino a profondità dell'ordine dei 20-40 cm) consente di ottenere un effetto temporaneo di rapida attivazione che, se ben realizzato, permette la protezione dell'area di intervento in tempi molto brevi.

L'azione consolidante esercitata dagli apparati radicali di opportune specie vegetali che fissano e sostengono il terreno non è comunque da sottovalutare per quanto riguarda la capacità di contrastare fenomeni di erosione accelerata e di denudazione superficiale.

I terreni interessati dalla messa a dimora di specie vegetali con finalità consolidanti dovranno essere trattati con bassi quantitativi di concimi perché al crescere del contenuto in elementi nutritivi (ed anche dell'umidità) diminuisce la profondità di sviluppo degli apparati radicali a parità di specie piantumate.

L'effetto di consolidamento del terreno verrà completato sul lungo periodo dall'opera di pedogenizzazione operata da microrganismi e microflora che, decomponendo la sostanza organica derivante dai cicli vegetativi della soprastante copertura vegetale, formano degli aggregati stabili e determinano contemporaneamente anche un aumento della porosità (e quindi della permeabilità) dei suoli, con conseguente riduzione del contenuto idrico e quindi delle forze neutre negli strati più superficiali del terreno.

Un buon miscuglio è solitamente composto da graminacee (ad azione radicale superficiale) e da leguminose (ad azione radicale profonda e con capacità di arricchimento del terreno in azoto).

Oltre al miscuglio di sementi di specie erbacee o al fiorume è opportuno distribuire sia dei fertilizzanti, che dei prodotti correttivi delle proprietà chimiche (acidità) o fisiche (tessitura, permeabilità, igroscopicità) del terreno su cui si intende procedere all'inerbimento.

Le operazioni di semina dovranno essere precedute dalla preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione di ciottoli presenti tramite rastrellatura.

Parametri di dettaglio, quali la quantità e la qualità di miscela da distribuire e lo spessore dello strato da costituire sulle superfici di trattamento, dovranno essere definiti in funzione della natura del suolo nelle successive fasi progettuali.

Piantagione di arbusti ed alberi

Per quanto concerne la messa a dimora delle piantine (il cui apparato radicale dovrà in ogni caso essere proporzionato rispetto alle dimensioni della chioma) il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi, essiccamenti.

La messa a dimora degli arbusti comporta alcune operazioni complementari quali, naturalmente, lo scavo ed il successivo reinterro delle buche (o meglio della trincea) atte ad ospitare le piantine, la concimazione del terreno e la pacciamatura.

L'apertura delle buche verrà eseguita a mano oppure tramite mezzi meccanici (quali trivelle, escavatori, etc.) a seconda delle dimensioni della pianta da mettere a dimora.

In ogni caso, se necessario, una volta aperte le buche si dovrà provvedere a costituire uno strato di materiale composto da ammendanti e fertilizzanti indicativamente in ragione massima di 0,5 kg/mc per ogni buca destinata ad alloggiare essenze arbustive.

Le previste pratiche di concimazione vanno realizzate al fine di perseguire lo scopo di aiutare le piante nel periodo più difficile e cioè quello dell'attecchimento e potranno essere effettuate ricorrendo a sostanze chimiche o organiche. In fase di progettazione esecutiva un'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea.

5.4 LINEE GUIDA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN FASE DI ESERCIZIO

Le metodologie di monitoraggio ambientale, ipotizzate e descritte nella relazione MAM-GEN004-R (a cui si rimanda per maggiori dettagli), sono tese alla valutazione degli effetti apportati dalle attività di costruzione del tracciato, di cantiere, di realizzazione della viabilità di servizio, nonché del successivo esercizio autostradale, sull'Ambiente Antropico, in termini di inquinamento atmosferico, da rumore e da vibrazioni, sull'Ambiente Idrico superficiale, sotterraneo e marino, a controllo dell'efficacia del sistema di conterminazione dell'opera a mare, sull'Assetto del territorio, in relazione alle situazioni morfologiche interferenti con potenziali ricettori sensibili.

Le finalità che hanno ispirato l'articolazione del progetto sono le seguenti:

- Documentare l'evolversi della situazione ante-operam al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto prima dell'inizio dei lavori.
- Garantire il controllo di situazioni specifiche fornendo indicazioni funzionali all'eventuale adeguamento della conduzione dei lavori alla luce di particolari esigenze ambientali.
- Segnalare il manifestarsi di eventuali anomalie ambientali, in modo da intervenire immediatamente evitando lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti della qualità ambientale.
- Accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente idrico ed antropico.
- Adottare misure di contenimento degli eventuali effetti non previsti;
- Verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendoli dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio.

Il "Monitoraggio Ambientale" si propone dunque di affrontare in modo approfondito e sistematico, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi arrecati all'ambiente dalla realizzazione della nuova opera autostradale.

Gli elementi di novità, introdotti dal progetto di Genova e messi in evidenza da alcune relazioni specialistiche contenute nel PD e nel SIA, sono la misura delle fibre di amianto areodisperse ed il controllo in acqua di mare. Con la rilevazione di queste tipologie qualitative il Monitoraggio Ambientale proposto ricopre in modo completo il controllo delle potenziali criticità previste a progetto.

Per quanto riguarda la fase post operam, sono previste attività di monitoraggio per i primi 12 mesi di esercizio, sui settori ambientali mostrati nella tabella che segue.

Settore Ambientale	Descrizione
Ambiente Antropico: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni	Indicatori chimico-fisici legati alla diffusione del rumore, della inquinazione atmosferica e delle vibrazioni
Ambiente Idrico: Acque superficiali, sotterranee e marine	Indicatori chimico-fisici legati alla qualità ed al deflusso delle acque superficiali, sotterranee e marine.