

AUTOSTRADA (A11) : FIRENZE-PISA NORD

AMPLIAMENTO ALLA TERZA CORSIA DEL TRATTO FIRENZE - PISTOIA

PROGETTO DEFINITIVO

A2 - MONSUMMANO-MONTECATINI

PARTE GENERALE RELAZIONE GENERALE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE UFFICIO STP	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N. 1154 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO FIRENZE	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE FSP
--	---	--

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: NOVEMBRE 2010	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE				n.	data
—	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo	SCALA: —	1	FEBBRAIO 2011
—	1	1	1	0	7		2	MAGGIO 2011
	1	1	0	7	0		3	GIUGNO 2011

 ingegneria europea	COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Luca Scarafia	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI : —
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI : —
CONSULENZA A CURA DI : —	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA' : —	—

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

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TERRITORIALE, INFRASTRUTTURALE E TRASPORMATISTICO	6
2.1	Inquadramento geografico e territoriale	6
3	SISMICITA'	8
4	GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA	11
4.1	Geologia	11
4.2	Geomorfologia	12
4.3	Idrogeologia	13
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE	18
5.1	Indagini di progetto	18
6	GEOTECNICA	21
6.1	Caratteristiche litologiche e stratigrafiche	21
7	IDROLOGIA E IDRAULICA	22
7.1	GENERALITA'	22
7.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	22
7.2.1	<i>Interferenze idrografiche</i>	22
7.2.2	<i>Acque di piattaforma</i>	25
7.3	AUTORITA' DI BACINO	25
7.3.1	<i>Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno</i>	26
7.3.2	<i>Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)</i>	26
7.3.3	<i>Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e dei suoi affluenti</i>	26
7.3.4	<i>Carta della perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (P.A.I.)</i>	27
7.4	ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	27
7.5	CONSORZI DI BONIFICA	29
7.6	IDROGRAFIA	29
7.7	IDROLOGIA	29

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

7.8	INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE	
	IDRAULICA	30
7.8.1	<i>Interferenze idrografiche secondarie</i>	30
7.8.2	<i>Interferenze idrografiche minori</i>	30
7.8.3	<i>Interventi di sistemazione idraulica</i>	31
7.9	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA	32
7.9.1	<i>Requisiti prestazionali</i>	32
7.9.2	<i>Schema di drenaggio</i>	33
8	L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	36
8.1	ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE	36
8.1.1	<i>Sezione tipo esistente</i>	36
8.1.2	<i>Andamento plano-altimetrico attuale</i>	37
9	IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO	42
9.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI	42
9.2	ASSE AUTOSTRADALE	43
9.2.1	<i>Aspetti geometrici dell'infrastruttura di progetto</i>	43
9.2.2	<i>Verifiche di visibilità</i>	50
9.3	Rappresentazione dei risultati	52
9.4	VIABILITA' INTERFERITE	54
9.5	OPERE D'ARTE	54
9.5.1	<i>Opere d'arte maggiori: sottovia</i>	54
9.5.2	<i>Opere d'arte maggiori: cavalcavia</i>	57
9.6	OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE	58
9.6.1	<i>Muri prefabbricati</i>	58
9.7	BARRIERE DI SICUREZZA	59
9.7.1	<i>Barriere da spartitraffico</i>	61
9.7.2	<i>Barriere da bordo laterale</i>	61
9.7.3	<i>Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia</i>	62
9.8	PAVIMENTAZIONI	63
9.8.1	<i>Nuove pavimentazioni</i>	63
9.8.2	<i>Risanamento pavimentazioni esistenti</i>	64
9.9	PIAZZOLE DI SOSTA	66

spea <i>autostrade</i>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
----------------------------------	-------------------------------	---

9.10	BARRIERE ACUSTICHE	67
9.11	IMPIANTI	68
	<i>Infrastrutture longitudinali</i>	68
	<i>Ricollocamento impianti esistenti</i>	69
10	CANTIERIZZAZIONE	69

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

1 PREMESSA

Nell'ambito delle attività da svolgere legate alla Convenzione Unica per l'esercizio di tratte autostradali tra ANAS ed Autostrade per l'Italia S.p.A., si prevede l'ammodernamento e l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord nel tratto compreso tra Firenze e lo svincolo di Montecatini Terme.

L'intervento nel tratto autostradale tra Firenze e Pistoia è stato descritto nella relazione STP0002.

La presente relazione descrive gli interventi di predisposizione all'ampliamento alla terza corsia del tratto di A11 ricadente nei comuni di Monsummano e Pieve a Nievole tra le progressive km 36+660 e 38+111 per uno sviluppo di 1'450 m circa. La realizzazione della predisposizione dell'ampliamento in questo tratto si è reso necessario al fine di accogliere le richieste delle Amministrazioni locali in merito all'anticipazione della costruzione delle opere di mitigazione acustica.

L'intervento oggetto di studio è parte del più esteso intervento di ampliamento ed ammodernamento dell'autostrada A11 del tratto Pistoia – Montecatini Terme, dalla progr. km 27+390 alla progr. km 38+748, per uno sviluppo complessivo pari a 11,4 km circa. Il progetto preliminare di questo intervento è stato approvato dall'ANAS il 4 novembre 2010.

Realizzata per iniziativa dell'EAT (Ente per le Attività Toscane) e costruita dalla società "Le autostrade toscane", l'autostrada A11 Firenze Mare ha infatti costituito, prima ancora dell'Autostrada del Sole, il primo asse infrastrutturale importante della Toscana finalizzato a collegare la città di Firenze al litorale tirrenico centro settentrionale, attraversando la pianura dell'Arno, la densamente popolata e industrializzata piana di Prato e Pistoia, la Valdinievole e la piana di Lucca e favorendo naturalmente lo sviluppo di tutte le aree limitrofe al tracciato.

L'inaugurazione "ufficiale" si ebbe nel 1933 con l'apertura dell'ultimo tratto tra Lucca e Migliarino Pisano; l'autostrada allora era ad una sola carreggiata di otto metri di larghezza e collegava Firenze con Migliarino Pisano, seguendo l'attuale tracciato, salvo il tratto nel comune di Prato tra il ponte sul Bisenzio e quello sul Calice. Al momento dell'apertura, la Firenze Mare annoverava i caselli di Firenze, Prato, Pistoia, Monsummano Terme (poi

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

soppresso), Montecatini Terme, Chiesina Uzzanese, Altopascio, Lucca e Migliarino, dove l'autostrada si connetteva alla strada statale Aurelia (SS1).

Con il raddoppio del 1962, l'autostrada nel tratto oggetto del presente intervento assunse di fatto la configurazione attuale, sia in termini di sezione trasversale che di geometria del tracciato. L'intervento più significativo, nel tratto oggetto del presente intervento, è rappresentato dal raddoppio della galleria Serravalle, con la realizzazione di un tratto fuorisede per la carreggiata direzione Pisa che, oltre alla galleria di 400 metri di sviluppo, presenta due viadotti ravvicinati in curva (R=450m) di cui il viadotto Lucchese a travi di lunghezza 162,50 metri ed il viadotto Pancora a tre archi di lunghezza 45 metri.

In anni recenti si sono infine realizzati i seguenti interventi:

- la modifica di organizzazione della piattaforma stradale dell'intera A11 Firenze – Pisa Nord con la bonifica del margine interno, originariamente in terra con barriere metalliche su due filari, ed il conseguente allargamento della corsia di emergenza, portata a 3,00 metri rispetto agli originari 2,50 metri, con riduzione del margine interno realizzata tramite la posa di uno spartitraffico monofilare in cls;
- la posa di uno strato di usura drenante su tutta la piattaforma stradale realizzato lungo tutti gli 81,9 km di cui si compone l'infrastruttura.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TERRITORIALE, INFRASTRUTTURALE E TRASPORTISTICO

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il tracciato dell'attuale A11 Firenze – Pisa Nord si sviluppa per 81+700 km ed insiste nel territorio della Regione Toscana attraversando le province di Firenze, Prato, Pistoia, Lucca e Pisa. L'intervento, lungo il suo sviluppo Est-Ovest, attraversa la provincia di Pistoia e interessa due comuni:

- Monsummano Terme
- Pieve a Nievole

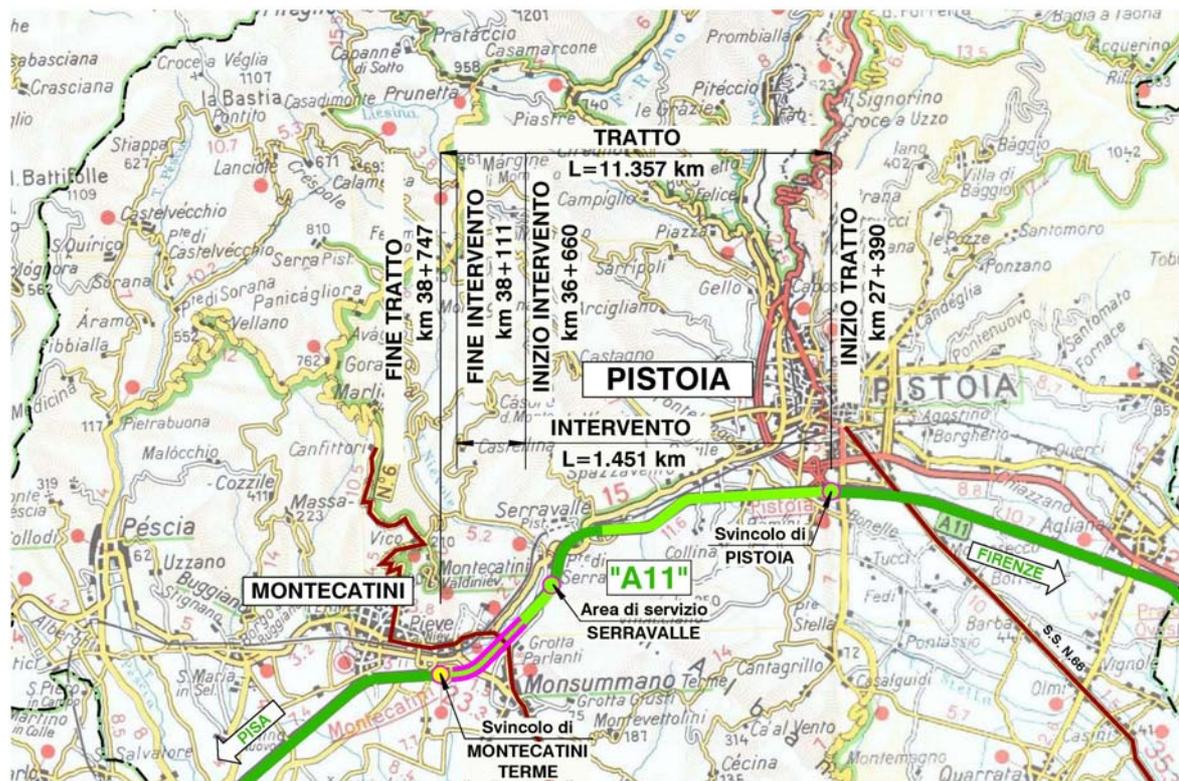


Figura 2-1 – Inquadramento territoriale

 spea <i>autostrade</i>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-----------------------	---

Il tracciato non presenta connessioni intermedie con la viabilità ordinaria.

Lungo lo sviluppo del tracciato l'autostrada interseca una strada provinciale, la SP14 Francesca (Progr. km 37+077) e una strada comunale (s.c. Ribocco Progr. km 37+663).

Complessivamente, a servizio delle strade precedentemente richiamate, sono presenti un'opera di scavalco in cavalcavia e un sottovia.

Da un punto di vista dell'ambito territoriale attraversato le caratteristiche planoaltimetriche sono tipiche di un'autostrada di pianura e si mantengono analoghe al tratto precedente tra Firenze e Pistoia.

3 SISMICITA'

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

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

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento V_R (vedi § 2.4 delle NTC DM 14 Gennaio 2008) e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} (funzione dello stato limite considerato, vedi Tabella 3-1), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R attraverso l'espressione:

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

Tabella 3-1 - Definizione degli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e relative probabilità di superamento P_{VR} .

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

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

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

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- $TR1$, $TR2$ sono i periodi di ritorno più prossimi a TR per i quali si dispone dei valori $p1$ e $p2$ del generico parametro p .

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

Nella tabella seguente si riportano le categoria di sottosuolo assunte per i vari comuni di interesse allo stato attuale delle conoscenze delle condizioni geologiche, geotecniche e stratigrafiche. In funzione delle risultanze delle campagne geognostiche associate ai successivi approfondimenti progettuali e soprattutto alla luce dei valori registrati delle velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , si provvederà a confermare le ipotesi assunte.

Tabella 3-2 - Accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A – periodo di riferimento $V_R=50$ anni

	Monsummano Terme	Pieve a Nievole
Categoria di Sottosuolo	C	C

Per i comune di interesse si riportano di seguito le tabelle (Tabella 3-3÷Tabella 3-4) con i valori dei parametri a_g , F_o e T^*_c , in funzione del periodo di ritorno T_R . I valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo

Tabella 3-3 - Comune di Monsummano Terme

Valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c al variare del tempo di ritorno T_R

T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T^*_c (s)
30	0.047	2.523	0.245
50	0.057	2.557	0.260
72	0.066	2.551	0.269
101	0.075	2.552	0.275
140	0.084	2.553	0.281
201	0.099	2.473	0.285
475	0.137	2.411	0.295
975	0.175	2.374	0.306
2475	0.232	2.404	0.315

Tabella 3-4 - Comune di Pieve a Nievole

Valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c al variare del tempo di ritorno T_R

T_R (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T^*_c (s)
30	0.047	2.523	0.245
50	0.057	2.557	0.260
72	0.066	2.551	0.269
101	0.075	2.552	0.275
140	0.084	2.553	0.281
201	0.099	2.472	0.285
475	0.137	2.411	0.295
975	0.175	2.374	0.306
2475	0.232	2.404	0.315

4 GEOLOGIA , GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

4.1 GEOLOGIA

L'area in esame appartiene alla fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale ed è parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea, sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

L'Appennino è una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni, la storia tettonica che ha portato alla sua formazione si è sviluppata in modo continuo ed è tuttora in atto, come dimostrato dalla sismicità. Durante la sua evoluzione è possibile distinguere alcuni periodi (fasi tettoniche) in cui l'intensità delle deformazioni è risultata particolarmente elevata e tale da lasciare una registrazione stratigrafica degli eventi, così sintetizzabili:

- Dal Cretaceo all'Eocene medio (fase oceanica) si verifica la progressiva chiusura del paleo oceano ligure - piemontese con la conseguente formazione di un prisma di accrezione che coinvolge successioni liguri e subliguri (Fase Ligure Auctt.).
- Le fasi deformative succedutesi dall'Oligocene in poi, si sono verificate in un quadro geodinamico molto differente (fase continentale) rappresentato da un regime collisionale e post - collisionale in cui sono state progressivamente coinvolte nella deformazione le successioni dell'avampaese toscano e umbro con i sovrastanti depositi di avanfossa (Macigno, Modino, Cervarola, Marnoso Arenacea). Durante la collisione Oligo - Miocenica le Unità Liguri, precedentemente impilate fra loro, sovrascorrono sulle Unità Toscane ed Umbro Marchigiane.
- Dal Tortoniano superiore nella parte interna della catena appenninica si sono sviluppati dei bacini (es. Bacino del Mugello, Bacino di Firenze-Prato-Pistoia, Bacino del Valdarno), che classicamente sono stati interpretati come generati in regime distensivo.

L'opera in progetto si inserisce in un'area nella quale sono presenti:

- le Unità Liguri, appartenenti alle porzioni più esterne del dominio oceanico Ligure - Piemontese;

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

- le Unità Toscane, rappresentate nello specifico dalla successione Toscana non metamorfica;
- I depositi dei bacini intermontani (Successione dei Bacini Intermontani).

4.2 GEOMORFOLOGIA

L'area in esame è stata analizzata sotto il profilo geomorfologico mediante fotointerpretazione in visione stereoscopica e con verifiche sul terreno dei dati acquisiti, al fine di discriminare e riconoscere l'insieme delle forme e dei fenomeni che possano avere interesse pratico nei confronti della realizzazione delle opere in progetto. Gli elementi derivati dalla fotointerpretazione risultano in buon accordo con quanto rilevato direttamente in sito, in ogni caso le verifiche di campagna e le risultanze delle indagini geognostiche hanno consentito di completare le indicazioni fornite dalla fotointerpretazione, definendo un quadro geomorfologico dettagliato dell'area, rappresentato nell'ambito della cartografia geomorfologica allegata al presente progetto.

Per quanto concerne la cartografia esistente sono stati consultati i dati presenti nelle carte geomorfologiche allegate ai Piani Strutturali del Comune di Montecatini Terme.

Le foto aeree utilizzate per l'interpretazione appartengono a due voli distinti, il primo è il volo AERONIKE a colori del 2009 alla scala di 1:15.000, il secondo al volo AERONIKE a colori del 2009 alla scala di circa 1:4.000 entrambi realizzati nell'ambito degli studi per l'opera in progetto.

Sulla base delle informazioni acquisite, è stato ricostruito il quadro geomorfologico dell'area di studio procedendo alla restituzione del rilievo aereofotogrammetrico su base cartografica CTR scala 1/10.000. Tutte le forme riconosciute sul territorio sono state riportate nella cartografia tematica geomorfologica (scala 1:5.000) mediante l'utilizzo di simboli areali, lineari e puntuali; le descrizioni riportate nei seguenti paragrafi esplicitano alcune precisazioni relativamente ai contenuti della legenda ed alla diffusione dei fenomeni riconosciuti lungo il tracciato.

La legenda utilizzata per la catalogazione e la descrizione dei fenomeni geomorfologici è stata quindi costruita differenziando le forme dovute ai vari agenti morfogenetici che nel tratto esaminato sono:

- Forme e processi dovuti a gravità;
- Forme e processi dovuti allo scorrimento delle acque;
- Forme e processi antropici.

All'interno di queste principali categorie si è tenuto conto dell'attività delle forme rilevate che sono state distinte, quando possibile e significativo, in forme attive, quiescenti ed inattive; le prime indicano fenomeni che possono costituire condizioni di rischio reale tali da imporre interventi di messa in sicurezza, anche se in grado differente, mentre le forme inattive possono costituire situazioni di pericolosità potenziale che possono eventualmente degenerare in occasione di eventi meteorici eccezionali o di impropri interventi di trasformazione del suolo.

La carta geomorfologica contiene anche informazioni relative a tematismi ricavabili da fonti bibliografiche. In particolare la carta delle pendenze è stata ricavata da un DTM con celle di 10 m concesso dalla Autorità di Bacino del Fiume Arno. Dalla bibliografia sono stati ottenuti altri due tematismi, la Carta della Pericolosità Idraulica, con problematiche di deflusso legate alla morfologia e all'andamento piano - altimetrico del territorio (zone a pericolosità idraulica), e la Carta dei Vincoli, ottenute rispettivamente dal PAI del Bacino del fiume Arno e dal PSC di Montecatini Terme.

I processi gravitativi comprendono fenomeni franosi e di soliflusso, le forme mappate sono orli ed accumuli di frana (quiescenti), orli di scarpate di degradazione e scarpate morfologiche con orlo arrotondato.

Per quanto attiene alle forme legate allo scorrimento delle acque sono state cartografate le zone con corsi d'acqua in approfondimento, fossi in erosione, orli di scarpata fluviale e torrentizia, reticoli idrografici.

I processi e le forme antropiche sono state suddivisi in: orli di scarpata di sbancamento e/o riporto, rilevati (strade e ferrovie) e argini e sbarramenti artificiali corso d'acqua artificiale.

4.3 IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico, la pianura di Pieve a Nievole nel tratto di intervento è posta al raccordo tra lo stretto fondovalle del T. Nievole verso nord e la bassa pianura a sud, rappresentando pertanto punto di flusso idrico sotterraneo della falda superficiale connessa

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

al corso d'acqua che funge da alimentatore dell'acquifero nella sua parte alta e poi da drenaggio delle acque ipogee nella sua parte inferiore.

Dai dati esistenti, derivanti sia dalla bibliografia che dalle indagini geognostiche eseguite nell'area in esame, risulta che è presente un sottosuolo interessato per i primi metri da sedimenti fini argillo-limosi e limo-sabbiosi poco propensi a costituire acquiferi in quanto a bassa permeabilità, al cui interno sono presenti lenti e livelli di depositi grossolani permeabili sedi di circolazione idrica ipogea.

Al di sotto di tali depositi fluvio-palustri, sono presenti sedimenti lacustri villafranchiani che, talora, possono presentare rilevanti risorse idriche in acquiferi sabbiosi.

Misurazioni di livello freatico eseguite nell'area di pianura limitrofa al corso d'acqua del T. Nievole in pozzi e piezometri di modesta profondità e pertanto attinenti la esistenza di un acquifero superficiale nei depositi alluvionali fini recenti, hanno fatto registrare la superficie libera della falda generalmente stabilizzata ad una profondità compresa tra 1 e 3 m da piano campagna.

Questo acquifero è in parte alimentato anche dal sistema termale di Montecatini e Monsummano, le cui acque, grazie ad un meccanismo di termoartesianesimo, risalgono lungo il sistema di faglie ad orientamento NNO-SSE che borda la pianura alluvionale.

Oltre a questo acquifero principale, la Valdinievole è interessata dai due sistemi idrogeologici contigui di Montecatini e Monsummano. Il campo idrotermale di Montecatini è caratterizzato da più sorgenti che presentano diverso contenuto salino (dal massimo di 20 g/l della sorgente Leopoldina al minimo della sorgente Rinfresco) a causa della diluizione di un'unica "acqua madre" da parte delle acque di una falda superficiale. Per contro, le acque termominerali di Monsummano subiscono una scarsa diluizione da parte delle acque superficiali e il loro residuo secco, rilevato nelle acque delle due sorgenti (Giusti e Parlanti), risulta pressoché costante anche se notevolmente più basso di quello rilevabile nelle acque di Montecatini.

Per quanto concerne gli aspetti metodologici, preliminarmente al censimento condotto sul campo, è stato realizzato un censimento bibliografico dei punti d'acqua esistenti (pozzi e sorgenti) considerando una fascia di 2 km di ampiezza, centrata sul tracciato autostradale di progetto.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

La prima fonte consultata è stata la Banca Dati Sottosuolo e Risorse Idriche della Regione Toscana (BDSRI), che raccoglie dati ed informazioni da molti Enti territoriali ed Istituti quali Province, BR Ombrone, BR Toscana Nord, BR Toscana Costa, AdB Arno, RT-Idrografico, LaMMA, DB-GEO/IGG.

E' stata inoltre consultata on-line la Banca Dati del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA) relativamente ai punti di monitoraggio delle acque sotterranee ed al Catasto utenze del Demanio Idrico (Pozzi e derivazioni superficiali).

Successivamente al censimento bibliografico è stato realizzato, entro una fascia di circa 1 km a cavallo del tracciato autostradale di progetto, un censimento sul campo dei punti d'acqua (pozzi/sorgenti). Le informazioni reperite sono riportate in apposite schede allegate alla relazione.

I dati di profondità della falda ottenuti dalla campagna di misurazioni nei punti di prelievo acqua (pozzi), effettuata nel mese di marzo 2011, unitamente alle misure di soggiacenza eseguite nello stesso periodo nei piezometri installati a seguito dell'ultima campagna di indagini geognostiche (sondaggi SB), sono stati utilizzati per la rielaborazione della superficie isopiezometrica.

La misura del livello di falda è stata possibile solo in corrispondenza di 34 punti dei 68 censiti.

Le prove di permeabilità Lefranc e Lugeon eseguite nei fori di sondaggio hanno permesso la stima quantitativa del coefficiente di permeabilità dei terreni.

Lungo il tracciato di progetto sono disponibili 9 prove di permeabilità (7 prove Lefranc e 2 prove Lugeon), di cui 6 eseguite durante la campagna geognostica del 2011 mentre 3 risalgono al 2009.

La superficie piezometrica ricostruita a partire dai rilievi di marzo 2011 nei 37 pozzi/piezometri prossimi al tracciato di progetto è da considerarsi rappresentativa della distribuzione del carico idraulico nel primo acquifero in condizioni idrologiche di magra.

Gli elaborati idrogeologici sono stati realizzati a partire da quelli geologici, considerando contemporaneamente i dati di permeabilità disponibili, il censimento dei punti d'acqua, le misurazioni eseguite nei pozzi e tutte le informazioni bibliografiche.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

La classificazione idrogeologica delle unità è stata realizzata considerando i seguenti aspetti:

- litologia dei corpi geologici;
- informazioni disponibili, tra cui le classificazioni utilizzate dagli studi idrogeologici precedenti, la presenza di pozzi per acqua, la densità spaziale dei punti d'approvvigionamento idrico e la loro produttività;
- dati derivanti dalle prove Lefranc e Lugeon realizzate nell'ambito delle indagini geognostiche di progetto.

Si è scelto di dare maggior rilievo all'informazione derivante dai primi due punti rispetto ai dati derivati dalle prove di permeabilità in quanto quest'ultime forniscono stime di conducibilità idraulica piuttosto puntuali e come tali sensibili a condizioni litologiche particolari o locali (cementazione dei livelli, presenza di sottili intercalazioni, ecc).

In prima battuta sono state distinte le seguenti unità:

- unità permeabili per porosità (depositi olocenici), si tratta di depositi granulari per i quali sono disponibili dati sperimentali derivati dalle prove Lefranc e che, nonostante spesso siano localmente eterogenei dal punto di vista granulometrico (alternanze di sabbie e limi proprie degli ambienti alluvionali e/o fluvio deltizi), possono essere trattati come mezzi omogenei ad una scala più ampia, in cui il flusso idrico è regolato dalla legge di Darcy.
- unità permeabili per fratturazione (e/o carsismo), si tratta di corpi rocciosi, eventualmente fratturati e/o carsificati; questi corpi sono caratterizzati da bassissima permeabilità per porosità, ma possono rivelare un comportamento acquifero laddove siano interessati da fratturazione. Non è garantita l'applicabilità della Legge di Darcy a causa della forte disomogeneità dovuta allo stato di fratturazione.

La significativa presenza di corpi quaternari caratterizzati da forti eterogeneità litologiche (ad esempio depositi alluvionali) implica una difficoltà intrinseca ad attribuire un comportamento idrodinamico univoco ed a parametrizzare in modo uniforme; per questo motivo alle unità geologiche può essere attribuito un comportamento idrodinamico diverso, in funzione della litologia prevalente e dell'ambiente deposizionale.

I comportamenti idrodinamici assegnati sono i seguenti:

- **acquifero**: inteso come corpo geologico a maggior permeabilità, che è sede di falde acquifere;
- **acquitrando**: inteso come corpo geologico a bassa permeabilità, che può essere localmente sede di falde acquifere poco produttive;
- **acquiclude**: inteso come corpo geologico a bassissima permeabilità, che può essere saturo d'acqua ma che non è sede di falde acquifere (superficie di saturazione).

A ciascuno di questi gruppi corrispondono due unità idrogeologiche, in funzione del tipo di permeabilità (porosità o fratturazione/carsismo).

Infine, per ciascuna unità idrogeologica è stato individuato il range di valori di conducibilità idraulica, sulla base dei dati derivanti dalle prove eseguite in sito (v. paragrafo dati idrogeologici derivanti dalle indagini geognostiche) e dei dati bibliografici disponibili.

In planimetria vengono riportate le linee isopiezometriche con equidistanza pari a 1 m. Sono inoltre rappresentati i piezometri realizzati durante le diverse campagne geognostiche, i pozzi censiti in cui è stato possibile effettuare la misura di livello, quelli solo censiti e non misurabili ed i dati ricavati dalla Banca Dati Sottosuolo e Risorse Idriche (BDSRI) della Regione Toscana.

I livelli piezometrici utilizzati sono riportati nella carta idrogeologica, in m s.l.m. I livelli piezometrici misurati in tutti i piezometri (Norton e Casagrande) sono stati riportati in profilo come dati di soggiacenza. Nel caso dei piezometri che filtrano prevalentemente il substrato roccioso, i livelli piezometrici misurati sono stati riportati in profilo come dati singoli di soggiacenza, anche quando il livello piezometrico sembrava coerente con la superficie piezometrica nel mezzo poroso adiacente.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la redazione del progetto definitivo, ci si è avvalsi di una campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio) appositamente predisposta lungo tutto il tratto oggetto di studio nelle diverse fasi progettuali (2006-Barriera ASPI, 2009 Progetto Preliminare, 2009 Progetto Preliminare, 2011 Progetto Definitivo) e di una serie di indagini bibliografiche reperite presso enti pubblici (Banca Dati Sottosuolo e Risorse Idriche della Regione Toscana – BDSRI).

Tutte le indagini sono state ubicate in una apposita cartografia tematica allegata al progetto. I dati stratigrafici e tecnici derivanti dalla documentazione geognostica sono sintetizzati di seguito.

5.1 INDAGINI DI PROGETTO

Le indagini geognostiche eseguite per la progettazione del tratto in oggetto, fanno riferimento, come di seguito descritto, a diverse fasi temporali.

Indagini finalizzate Intervento di bonifica acustica (ASPI, campagna 2006)

L'ubicazione di tali indagini nell'aria di studio resta approssimata per assenza di specifiche monografie, si tratta complessivamente di n. 4 sondaggi realizzati a carotaggio continuo non attrezzati con apposita strumentazione.

La tabella seguente illustra le principali caratteristiche delle indagini menzionate.

Indagine	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
S1	12	-
S2	12	-
S3	12	-
S4	12	-

Indagini finalizzate alla progettazione preliminare dell'Autostrada A11 nel tratto compreso tra Pistoia e Montecatini (FASE A, campagna 2009)

Di tali indagini ricadono nell'area di studio n. 2 sondaggi. La documentazione relativa a tali indagini comprende le risultanze di prove in foro tipo spt, prove di permeabilità tipo Lefranc, l'installazione di strumentazione piezometrica (oggi solo in parte reperibile), oltre ai

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

certificati delle prove geotecniche di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati nel corso delle perforazioni e degli scavi. La tabella seguente illustra le principali caratteristiche delle indagini menzionate e riportate nella documentazione cartografica di progetto.

La tabella seguente illustra le principali caratteristiche delle indagini .

Indagine	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
SA7	30	TA - cieco (0.00-3.00) finestrato (3.00-18.00) n. 1 cella Casagrande (25 m)
SA8	30	TA - cieco (0.00-11.00) finestrato (11.00-30.00)

Indagini finalizzate alla progettazione definitiva dell'Autostrada A11 nel tratto oggetto del presente studio (campagna 2011)

Per l'intero tratto, è stata sviluppata una campagna di indagini geognostiche (indagini in sito e prove di laboratorio), condotta nella primavera 2011.

Nel tratto in esame sono stati realizzati complessivamente n. 9 sondaggi geognostici, dei quali 8 eseguiti a carotaggio continuo ed 1 a distruzione di nucleo spinti a profondità variabili fino a 35 m da p.c. Dei sondaggi geognostici n. 2 sono stati eseguiti in sede autostradale allo scopo di valutare le caratteristiche dei rilevati esistenti. Oltre ai sondaggi sono stati eseguiti n. 3 pozzetti esplorativi superficiali.

Nei fori di sondaggio, sono state eseguite prove di permeabilità tipo Lefranc e Lugeon, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT, oltre al prelievo di campioni rimaneggiati e indisturbati. I fori di sondaggio sono stati generalmente attrezzati con strumentazione piezometrica dedicata al monitoraggio della falda; un foro è stato attrezzato con tubazione per l'esecuzione di prove sismiche in foro tipo Cross - Hole.

Sui campioni prelevati in sondaggio ed in pozzetto è stata eseguita una caratterizzazione geotecnica comprendente prove fisiche e meccaniche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche di resistenza e di compressibilità dei litotipi attraversati. Sono state inoltre eseguite prove cicliche finalizzate alla determinazione alle caratteristiche di deformabilità in ambito dinamico.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

Su un campione prelevato da pozzetto esplorativo è stata è inoltre effettuata un'analisi chimico ambientale del terreno, in accordo alla normativa ambientale (DL 152/2006 e succ.).

La tabella seguente illustra le principali caratteristiche delle indagini menzionate.

Indagine	Profondità (m da p.c.)	Strumentazione
SB38	35	Tubo in PVC per CH (0-35)
SB38bis	35	Tubo in PVC per CH (0-35)
SB39	35	TA - cieco (0.00-3.00) finestrato (3.00-35.00)
SB40	30	TA - cieco (0.00-2.00) finestrato (2.00-5.00) n. 2 celle Casagrande (12 e 21 m)
SB41	35	TA - cieco (0.00-11.50) finestrato (11.50-35.00)
SB41bis	20	TA - cieco (0.00-2.00) finestrato (2.00-5.00) TA - cieco (0.00-7.00) finestrato (7.00-20.00)
SB42	35	TA - cieco (3.00-13.50) finestrato (13.50-5.00) n. 1 cella Casagrande (34 m)
SB2(s)	12	sondaggio eseguito in sede, non strumentato
SB3(s)	13	sondaggio eseguito in sede, non strumentato
SB-pz8, SB-pz9, SB-pz10		

Tutte le indagini geognostiche disponibili sono state riportate negli elaborati cartografici geologici in scala 1:5000 secondo la loro reale ubicazione plano-altimetrica (planimetria di ubicazione delle indagini geognostiche, elaborato GEO1005), con simbologia differente in relazione al tipo di indagine ed al tipo di strumentazione installata.

6 GEOTECNICA

6.1 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRATIGRAFICHE

Alla luce dell'esame della documentazione a disposizione (indagini pregresse e riferimenti bibliografici) è possibile descrivere, in termini generali, la natura dei terreni incontrati lungo l'intero tratto Pistoia – Montecatini, allo scopo di definire le problematiche geotecniche presenti. La caratterizzazione completa ed esaustiva dei terreni sarà sviluppata nelle successive fasi progettuali previste.

Il tracciato interessa, nel primo tratto, terreni alluvionali costituiti, da un punto di vista litologico, prevalentemente da materiali coesivi (limi-argillosi con percentuali variabili di sabbia e ghiaia) con interdigitazioni di materiali decisamente granulari (sabbie e ghiaie). Procedendo verso ovest si incontrano, invece, formazioni litoidi (Monte Morello e Sillano): la prima è costituita, prevalentemente, da un'alternanza di calcari e calcari marnosi, mentre la seconda, in generale, da un'alternanza di argilliti e siltiti con calcari e calcari marnosi. In particolare, nelle zone d'imbocco delle due gallerie (quella esistente e quella in progetto) sono state individuate due litofacies del Sillano: la "*litofacies arenacea (SILar)*", presente nei sondaggi SA4 ed SA6, caratterizzata da un'alternanza pelitico arenacea di calcareniti ed arenarie in strati da sottili a spessi, marne argillose e siltose da compatte a foliate ed argilliti di color grigio e grigio scuro – nerastro e la "*litofacies marnoso - calcarea (SILmc)*", presente nel sondaggio SA4 e costituita da un'alternanza di marne grigie, grigio scure, calcari grigi con argilliti ed arenarie.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

7 IDROLOGIA E IDRAULICA

7.1 GENERALITA'

Nell'ambito del Progetto Definitivo dell'intervento di ampliamento alla terza corsia dell'autostrada A11 Firenze - Pisa Nord, tratta ricadente tra i comuni di Monsummano e Pieve a Nievole, tra la progressiva km 36+660 e la progressiva km 38+111, è stata effettuata un'analisi sintetica volta all'individuazione degli elementi idrologici ed idraulici di partenza, sulla base dei quali definire gli aspetti critici da risolvere nelle successive fasi progettuali. Nella presente relazione, pertanto, si individuano il contesto normativo di riferimento, il reticolo idrografico interferente, le metodologie idrologiche e le tipologie d'intervento da applicare nella progettazione delle sistemazioni idrauliche e del sistema drenante di piattaforma.

7.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

7.2.1 Interferenze idrografiche

7.2.1.1 Normativa nazionale

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

RD 25/07/1904 n° 523

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

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

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

DPR 15/01/1972 n° 8

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

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

L. 431/85 (Legge Galasso)

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

L. 183/89

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

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

DPR 14/4/94

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

DPR 18/7/95

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

DPCM 4/3/96

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

Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

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

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

L. 267/98 (Legge Sarno)

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

L. 365/00 (Legge Soverato)

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

7.2.1.2 Normativa regionale

La Regione Toscana, con delibera in data 13 dicembre 1993, ha sospeso temporaneamente le trasformazioni di destinazione d'uso e le costruzioni su aree interessate da inondazioni o ristagni nel 1991 – 1992 – 1993, ai sensi dell'art. 6 della L.R. 31/12/1984, n. 74 prevedendosi in una seconda fase (Del. C.R. n. 90 dell'8 marzo 1994) la sospensione del rilascio di autorizzazioni e concessioni edilizie in prossimità dei corsi d'acqua. Successivamente, con la Delibera 21/6/1994, n. 230 "Provvedimenti sul rischio idraulico" ed aggiornata con delibera C.R.T n. 12/2000, il Consiglio Regionale della Toscana ha definito fasce proporzionali alla larghezza dei corsi d'acqua nelle quali è sospesa l'edificazione, chiedendo ai singoli Comuni di esprimersi, dopo opportune indagini, al fine di mitigare, con fasce definite da un punto di vista più consono, geomorfologico – storico, penalizzazioni indotte da un criterio puramente geometrico.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

7.2.2 Acque di piattaforma

7.2.2.1 Normativa nazionale

La normativa nazionale in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento della piattaforma autostradale, si riferisce al Decreto legislativo 11 maggio 1999 n°152, come modificato e integrato ai sensi del Decreto Legislativo del 18 agosto 2000 n. 258, e ripreso integralmente dal Decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152.

In linea generale le acque meteoriche e di dilavamento non sono considerate "scarico" ai sensi dell'art. 1 lettera bb) del DLgs 152/99.

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

7.2.2.2 Normativa regionale

La normativa regionale di riferimento è la legge regionale n. 20 del 31-05-2006 (Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento) con relativo regolamento di attuazione n. 46/R dell'8 settembre 2008.

7.3 AUTORITA' DI BACINO

L'Autorità di Bacino competente per territorio è quella del fiume Arno che ha emesso il Piano di Bacino - stralcio Rischio Idraulico - approvato con DPCM del 5 novembre 1999 e pubblicato sulla G.U. n. 226 del 22/12/1999. Tale Piano prevede una serie di vincoli e prescrizioni per la riduzione del rischio idraulico nel Bacino dell'Arno. In data 11 novembre 2004 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno ha definitivamente adottato il Piano di Bacino, stralcio "Assetto idrogeologico" (PAI). La normativa di piano è entrata in vigore con il D.P.C.M. del 6/05/05.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

7.3.1 Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno

Redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è allegata al Piano di Bacino stralcio "Rischio Idraulico" approvato con DPCM del 5 novembre 1999. La carta individua le aree soggette a vincolo per la realizzazione di aree per esondazione controllata, casse di espansione ed invasi di laminazione. In tali aree in base alle Norme di attuazione n. 2-3 del Piano di Bacino suddetto è prevista l'inedificabilità totale; risultano escluse alcune opere tra cui, per quanto di interesse, le infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali, purché non concorrano ad incrementare il rischio idraulico e non precludano la possibilità di attuare gli interventi previsti dal piano, previa concertazione tra enti ed Autorità di Bacino.

7.3.2 Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)

Redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è allegata al Piano di Bacino stralcio "Rischio Idraulico" approvato con DPCM del 5 novembre 1999. La carta fornisce indicazioni di pericolosità idraulica sulla base degli eventi alluvionali significativi, posteriori e comprendenti quello del novembre 1966. In tali aree, in base alle Norme di attuazione n°6 e fatte salve le norme 2-3 è previsto che le opere che comportano trasformazioni edilizie ed urbanistiche potranno essere realizzate a condizione che venga documentato dal proponente, ed accertato dall'autorità amministrativa competente al rilascio dell'autorizzazione, il non incremento del rischio idraulico da esse determinabile o che siano individuati gli interventi necessari alle mitigazioni di tale rischio, da realizzarsi contestualmente all'esecuzione delle opere richieste.

7.3.3 Carta delle aree di pertinenza fluviale dell'Arno e dei suoi affluenti

Redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è allegata al Piano di Bacino stralcio "Rischio Idraulico" approvato con DPCM del 5 novembre 1999 e pubblicato sulla G.U. n. 226 del 22-12-1999. Le aree di pertinenza fluviale devono essere salvaguardate, in generale, per la mitigazione del rischio idraulico. In tali aree, comunque, non sono individuati vincoli di inedificabilità.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

7.3.4 Carta della perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica (P.A.I.)

In data 11 novembre 2004, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Arno ha definitivamente adottato il Piano di bacino, stralcio "Assetto idrogeologico" (PAI). La normativa di piano è entrata in vigore con il D.P.C.M. del 6/5/05.

7.3.4.1 Vincoli legati alla pianificazione di bacino

Il tracciato in oggetto attraversa zone classificate con pericolosità idraulica variabile da moderata (PI1) a molto elevata (PI4); molte aree limitrofe all'autostrada, sia lato carreggiata Est sia lato carreggiata Ovest, risultano perimetrate per cui, per la definizione esatta della pericolosità, si rimanda alla corografia idrografica di progetto.

7.4 ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Di seguito, vengono indicati i principali strumenti di pianificazione presenti sul territorio, a scala regionale, necessari al fine di verificare la compatibilità degli interventi previsti con le prescrizioni da essi dettate, per quanto riguarda l'ambito strettamente legato agli obiettivi della presente relazione.

Il *Piano di Indirizzo Territoriale (PIT)* è l'atto di programmazione con il quale la Regione in attuazione della L.R. 16 gennaio 1995, n. 5 "Norme per il governo del territorio" ed in conformità con le indicazioni del programma regionale di sviluppo, stabilisce gli orientamenti per la pianificazione degli enti locali e definisce gli obiettivi operativi della propria politica territoriale.

Il Consiglio Regionale ha approvato il PIT con Deliberazione n. 12 del 25 gennaio 2000, apportando precisazioni, modifiche ed integrazioni alla normativa del documento proposto dalla Giunta.

Con l'entrata in vigore della Legge Regionale del 3 gennaio 2005 n. 1, "Norme per il governo del territorio", è stato necessario adeguare il P.I.T. ai nuovi contenuti della legge. Di conseguenza, il nuovo P.I.T. è stato approvato dal Consiglio regionale il 24 luglio 2007 con delibera n. 72 e pubblicato sul BURT del 17 ottobre 2007 n. 42. Il nuovo Piano si propone di essere non un semplice aggiornamento di quello precedente, ma un suo ripensamento complessivo, in qualche misura una nuova formulazione con obiettivi, strumenti e metodi diversi. Il PIT aggiorna la classificazione dei corsi d'acqua. Nel dettaglio,

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

per quanto di interesse all'Articolo 36 – statuto del territorio toscano - misure generali di salvaguardia, comma 3 - si dice che: “Gli strumenti della pianificazione territoriale e gli atti di governo del territorio a far data dalla pubblicazione sul BURT dell'avviso di adozione del piano, non devono prevedere nuove edificazioni, manufatti di qualsiasi natura o trasformazioni morfologiche negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce della larghezza di 10 m dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico individuati nel Quadro conoscitivo del presente piano come aggiornato dai piani di bacino vigenti e fermo restando il rispetto delle disposizioni in essi contenute”. La prescrizione di cui al comma 3 non si riferisce alle opere idrauliche, alle opere di attraversamento del corso d'acqua, agli interventi trasversali di captazione e restituzione delle acque, nonché agli adeguamenti di infrastrutture esistenti senza avanzamento verso il corso d'acqua, a condizione che si attuino le precauzioni necessarie per la riduzione del rischio idraulico relativamente alla natura dell'intervento ed al contesto territoriale e si consenta comunque il miglioramento dell'accessibilità al corso d'acqua stesso. Sono fatte salve dalla prescrizione di cui al comma 3 le opere infrastrutturali che non prevedano l'attraversamento del corso d'acqua e che soddisfino le seguenti condizioni:

- a) non siano diversamente localizzabili;
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, di ampliamento e di manutenzione del corso d'acqua;
- c) non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque in caso di esondazione per tempi di ritorno duecentennali;
- d) non siano in contrasto con le disposizioni di cui all'articolo 96 del regio decreto 523/1904.

Il *Piano di Tutela delle Acque (PTA)* è lo strumento tecnico e programmatico attraverso cui realizzare gli obiettivi di tutela quali-quantitativa previsti dall'art. 121 del D.Lgs. 152/06. Costituisce uno specifico piano di settore ed è articolato secondo i contenuti elencati nel succitato articolo, nonché secondo le specifiche indicate nella parte B dell'Allegato 4 alla parte terza del D.Lgs. medesimo. Il piano consente alla regione di classificare le acque superficiali e sotterranee e fissa gli obiettivi e le misure di intervento per la riqualificazione delle acque superficiali e sotterranee classificate.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

Il Consiglio Regionale della Toscana ha approvato il Piano di Tutela delle acque con Deliberazione n. 6 del 25 gennaio 2005. Il Piano di Tutela delle acque della regione Toscana è articolato in più Piani, uno per ogni bacino idrografico ricadenti nel territorio di competenza della regione stessa. Il Piano di Tutela di riferimento, per il progetto in esame, è quello del fiume Arno.

7.5 CONSORZI DI BONIFICA

Il reticolo idrografico interessato dall'ampliamento alla 3^a corsia della tratta Monsummano - Montecatini Terme è gestito dal Consorzio di Bonifica Padule di Fucecchio.

Nella progettazione si rispetteranno tutti i vincoli imposti dal consorzio sui corsi d'acqua di propria competenza. Gli interventi di sistemazione, che verranno approfonditi nelle successive fasi progettuali, rispetteranno i vincoli imposti dal consorzio in materia di fasce di rispetto, franchi, e piste per l'accesso e la manutenzione.

7.6 IDROGRAFIA

L'area di intervento è pianeggiante. La zona pianeggiante è sede di un reticolo idrografico molto complesso, composto sia da corsi d'acqua naturali (interferenze idrografiche principali e secondarie) sia da numerosi canali artificiali di bonifica che assicurano l'allontanamento delle acque dalle campagne. I corsi d'acqua sono talvolta pensili ed assicurano il drenaggio delle acque alte mentre una fitta rete di fossi secondari e minori, posti al livello del piano campagna, assicurano il drenaggio delle acque basse competenti alle aree maggiormente depresse. Nel contesto in argomento, molti corsi d'acqua naturali si presentano, oggi, fortemente artificializzati e pensili, con i problemi che ne derivano sia per i manufatti di attraversamento (altezze delle strutture, luce libera, franchi) sia per il recapito a gravità delle acque derivanti dal drenaggio del corpo stradale (piattaforma e scarpate).

7.7 IDROLOGIA

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

- Se l'Autorità di Bacino competente, nell'ambito del PAI o di altro strumento normativo, o altro Ente competente in materia, indica i valori ufficiali delle grandezze idrologico-idrauliche ricercate, o fornisce una metodologia approvata per la loro determinazione, si utilizzeranno tali valori e metodologie ufficiali.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

- Se l’Autorità di Bacino competente o altro Ente, non fornisce alcuna indicazione circa la caratterizzazione idrologico-idraulica dei corsi d’acqua di interesse, le grandezze di riferimento saranno calcolate utilizzando i metodi dell’idrologia classica desunti dalla letteratura specifica.

7.8 INTERFERENZE IDROGRAFICHE ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

7.8.1 Interferenze idrografiche secondarie

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

Corso d’acqua	Progressiva attraversamento [km]	Consorzio Competente
Fosso Parlanti	36+866	Consorzio di Bonifica Padule di Fucecchio
Fosso Candalla	37+232	Consorzio di Bonifica Padule di Fucecchio

I manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, scatolari, ...) verranno generalmente ampliati in modo simmetrico (a monte e a valle) salvo casi in cui, per vincoli di varia natura (stradali, idraulici, espropriativi, ...), saranno ampliati in maniera asimmetrica ovvero solo a monte o solo a valle. Gli ampliamenti saranno realizzati in modo da soddisfare i requisiti idraulici richiesti dalle normative vigenti e da non incrementare l’attuale grado di rischio.

7.8.2 Interferenze idrografiche minori

Per quanto riguarda le interferenze idrografiche minori, lungo il tracciato si incontrano dei fossi di campagna (per la bonifica e l’irrigazione).. Tali aste, generalmente, sotto passano l’autostrada mediante ponticelli da 1.50 - 2.00 m o tombini circolari di diametro variabile da 600 a 1200 mm.

Il prolungamento dell’attraversamento, con relativa sistemazione idraulica, verrà realizzato a monte o a valle, o da entrambi i lati, con la stessa sezione, salvo verifica idraulica e relativo adeguamento se necessario.

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

7.8.3 Interventi di sistemazione idraulica

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

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

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

Nella tabella seguente si riassumono tutte le opere idrauliche da ampliare nel tratto in oggetto e le sistemazioni idrauliche che si intendono adottare caso per caso, con riferimento alla classificazione sopra riportata.

WBS	PROGR. km	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Opera 259	36+847	Tombino Ø 1100 – 1200	E
Opera 260	36+866	Tombino a soletta su fosso Parlanti	E
Opera 261	36+985	Tombino Ø 1200	E
Opera 263	37+159	Tombino Ø 1400	E

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

WBS	PROGR. km	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA SISTEMAZIONE IDRAULICA
Opera 264	37+232	Tombino scatolare su fosso Candalla	E
Opera 265	37+426	Tombino Ø 800	E
Opera 266	37+598	Tombino Ø 700 - 800	E
Opera 268	37+777	Tombino Ø 600 – 800	E
Opera 269	37+971	Tombino Ø 1100	E

Fra gli interventi previsti, da sviluppare nel dettaglio nelle successive fasi progettuali e da concordare con le autorità idrauliche competenti per territorio (ConSORZI di Bonifica, Autorità di Bacino), vi sono pure le casse d'espansione per il recupero dei volumi sottratti all'esonazione dei corsi d'acqua in seguito all'ampliamento del corpo autostradale; il tracciato attraversa, infatti, aree con pericolosità idraulica da moderata a molto elevata la cui occupazione sottrae volume utile alla laminazione. Tali volumi saranno oggetto di accurati approfondimenti in sede di progetto definitivo.

7.9 SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

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

7.9.1 Requisiti prestazionali

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

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;

- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma nei tratti in cui il ricettore finale è in condizioni critiche;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile.

7.9.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: sono individuati in funzione della vulnerabilità, a seguito di studi specialistici per le acque sotterranee e superficiali, possono essere diretti o presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

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

- sezione in rilevato;

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

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

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

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

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

 spea autostrade	ingegneria europea AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	--

Il tracciato autostradale può, infine, essere suddiviso in due categorie definite in base all'inserimento o meno di presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale. Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma ai presidi idraulici è denominato "sistema chiuso", in quanto permette il trattamento dell'acqua dilavante la piattaforma e l'immagazzinamento degli sversamenti accidentali. Qualora l'acqua di piattaforma venga scaricata direttamente nella rete naturale, senza l'interposizione di presidi idraulici, il sistema drenante è denominato "aperto".

Per questo progetto, vista la criticità delle zone interessate dall'intervento, si è scelto di adottare un sistema di drenaggio di tipo chiuso su tutta la tratta.

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

Fra gli interventi previsti e da approfondire nelle successive fasi progettuali vi sono i bacini per la laminazione delle portate derivanti dalle nuove aree impermeabilizzate connesse all'ampliamento autostradale. Tali volumi di laminazione saranno oggetto di accurati approfondimenti in sede di progetto definitivo allorquando saranno anche sviluppati i relativi calcoli in accordo con gli enti idraulici competenti.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

8 L'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

8.1 ASPETTI GEOMETRICI DELL'INFRASTRUTTURA ESISTENTE

L'Autostrada A11 Firenze – Pisa Nord fu realizzata negli anni '30 (l'inaugurazione "ufficiale" si ebbe nel 1933 con l'apertura dell'ultimo tratto tra Lucca e Migliarino Pisano) ad una sola carreggiata di otto metri di larghezza.

Con il raddoppio del 1962, l'autostrada nel tratto oggetto del presente intervento assunse di fatto la configurazione attuale, sia in termini di sezione trasversale che di geometria del tracciato.

Nel tratto in studio le caratteristiche plano-altimetriche sono tipiche di un'autostrada di pianura e si mantengono analoghe al tratto precedente tra Firenze e Pistoia, i due rettili sono intervallati da una curva di raggio ridotto ($R=407m$), mentre altimetricamente è presente un dosso dovuto al raccordo convesso di raggio $R=5500m$ in corrispondenza dello scavalco della SP14 Francesca.

8.1.1 Sezione tipo esistente

L'attuale sezione tipo presenta una piattaforma pavimentata di circa 22.40 m, composta da due corsie per senso di marcia pari a 3.75 m, corsia d'emergenza di 3.00 m, margine interno di 1.40 m con barriera New-Jersey monofilare in cls, banchine interne di 0.39 m ed arginello di circa 0.50 m (vedi Figura 2). Tale organizzazione della piattaforma stradale differisce da quella definita in occasione del raddoppio degli anni '60 ed è dovuta ad un recente intervento di bonifica del margine interno, che ha interessato l'intera A11 Firenze – Pisa Nord, a cui ha fatto seguito l'allargamento della corsia di emergenza, portata a 3,00 metri rispetto agli originari 2,50 metri, con riduzione dello spartitraffico realizzato tramite la posa della barriera monofilare in cls, al posto delle barriere metalliche originariamente presenti su due file.

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

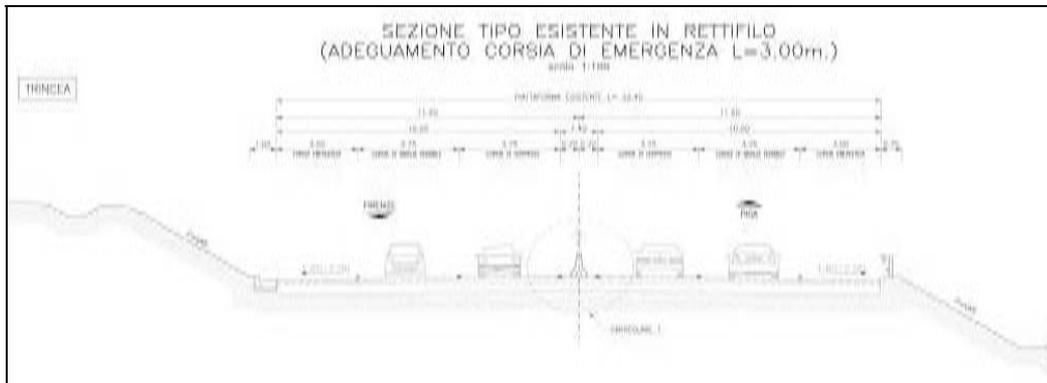


Figura 8-1 – Sezione tipo esistente

8.1.2 Andamento plano-altimetrico attuale

Il tracciato dell’A11 nel tratto di intervento compreso tra Monsummano e Montecatini Terme, di sviluppo complessivo pari a 1,5 km è stato ricostruito sulla base dei rilievi celerimetrici dei cigli autostradali esistenti e dei disegni di contabilità (as built) relativi ai lavori di raddoppio eseguiti a partire dal 1962.

L’asse planimetrico dell’attuale piattaforma stradale risulta costituito da una curva a raggio ridotto e da due rettilifi, con la totale assenza di elementi di raccordo a curvatura variabile (clotoidi).

In Tabella 8-1 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l’asse autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato (R = Rettifilo, C = Curva Circolare). In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), mentre in colonna (8) sono riportate le pendenze trasversali delle curve esistenti ricavate da rilievo celeri metrico dei cigli di piattaforma.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	35'859.319	37'464.153	1604.833	R			
2	37'464.153	37'865.108	400.956	C	407.00	DX	5.03
3	37'865.108	38'771.219	906.110	R			

Tabella 8-1 - Riepilogo caratteristiche planimetriche

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo

La pendenza massima delle livellette risulta pari al 2.95%; il raggio dei raccordi verticali raggiunge un valore minimo $R_v = 4500$ m per le sacche e $R_v = 5500$ m per i dossi.

In Tabella 8-2.a e 8.2.b vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono l'asse autostradale.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	S	36,720	36,706	36,734	28.52	-0.32	-0.09	0.23	12250
2	S	36,793	36,772	36,814	42.37	-0.09	0.56	0.65	6500
3	S	36,879	36,830	36,928	98.54	0.56	1.97	1.41	7000
4	S	36,949	36,933	36,965	32.31	1.97	2.38	0.40	8000
5	D	37,114	36,966	37,262	295.61	2.38	-2.95	5.33	5550
6	S	37,441	37,383	37,500	116.96	-2.95	-0.35	2.60	4500
7	S	37,693	37,661	37,724	62.68	-0.35	-0.23	0.13	50000
8	D	37,835	37,800	37,871	70.63	-0.23	-0.70	0.47	15000
9	S	37,993	37,900	38,086	186.42	-0.70	0.86	1.55	12000

Tabella 8-2.a – Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente carreggiata ovest

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Δi	Rv
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	S	36,767	36,731	36,803	71.76	-0.16	0.32	0.48	15000
2	S	36,867	36,818	36,916	97.34	0.32	1.94	1.62	6000
3	D	37,127	36,993	37,261	267.68	1.94	-2.92	4.87	5500
4	S	37,458	37,368	37,548	180.48	-2.92	-0.35	2.58	7000
5	S	37,884	37,839	37,929	90.39	-0.35	0.02	0.36	25000
6	S	38,067	37,986	38,148	161.35	0.02	1.63	1.61	10000

Tabella 8-2.b – Riepilogo caratteristiche altimetriche autostrada esistente carreggiata est

8.1.2.1 Analisi dello stato attuale con riferimento al DM 05.11.2001

Vengono di seguito riportati in forma tabellare i dati plano-altimetrici dell'asse autostradale esistente (carr. Ovest e carr. Est) ed i risultati delle verifiche di congruenza rispetto ai criteri contenuti nella normativa di riferimento DM 05/11/2001, condotte sul tratto oggetto del presente intervento, con l'indicazione degli elementi non rispondenti in riferimento ai parametri di seguito descritti.

 spea autostrade	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

Criteria di Verifica delle caratteristiche planimetriche

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

Criteria di Verifica delle caratteristiche altimetriche

- (i) - Pendenze longitudinali massime
- (j) - Raccordi verticali convessi
- (k) - Raccordi verticali concavi

Con riferimento al solo tratto di intervento e relativamente alle caratteristiche geometriche del tracciato planimetrico si evidenzia, l'assenza di curve a raggio variabile (raccordi clotoidici).

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	35'859.319	37'464.153	1604.833	R				140.0				
2	37'464.153	37'865.108	400.956	C	407.00	DX	5.03	93.0		420.42	NO	(f1) [-47.0km/h]
3	37'865.108	38'771.219	906.110	R				140.0				

Tabella 8-3– Verifica caratteristiche planimetriche_carreggiata ovest

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	35'859.319	37'464.153	1604.833	R				140.0				
2	37'464.153	37'865.108	400.956	C	407.00	DX	5.98	95.0				(f1) [-45.0km/h]
3	37'865.108	38'771.219	906.110	R				140.0				

Tabella 8-4 – Verifica caratteristiche planimetriche_carreggiata est

L'andamento del diagramma delle velocità non risulta congruente con quanto previsto dalla normativa di riferimento in quanto le variazioni di velocità in corrispondenza della curva circolare risultano superiori ai valori massimi previsti. In particolare si ha una variazione di velocità pari a 45km/h in carreggiata est e di 47km/h in carreggiata ovest.

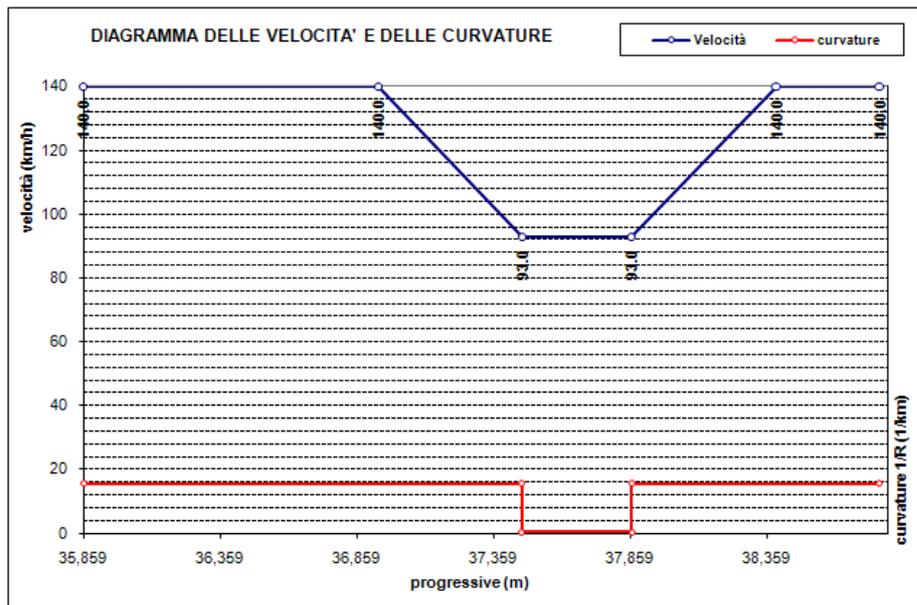


Figura 8-2 – Diagramma delle velocità e delle curvature_carreggiata ovest

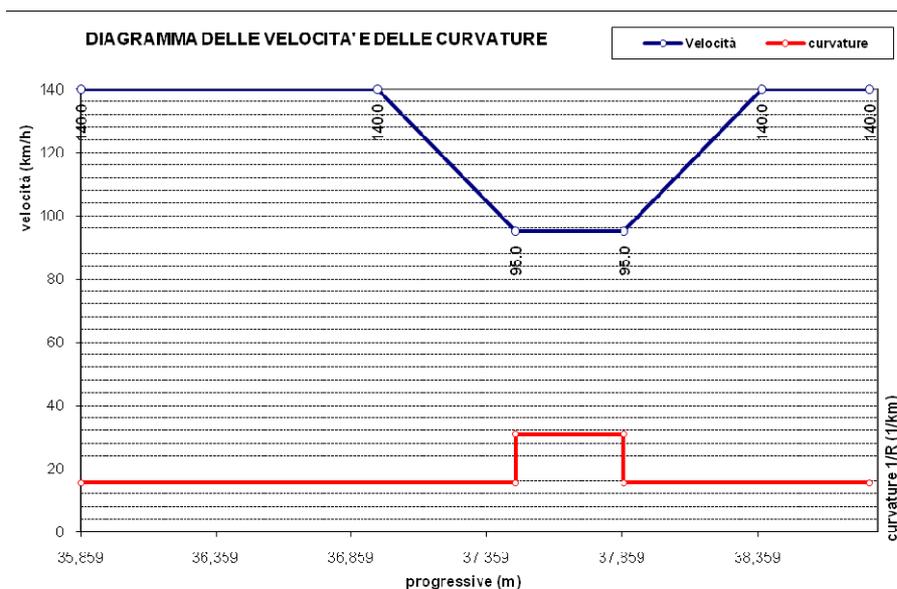


Figura 8-3 – Diagramma delle velocità e delle curvature_carreggiata est

 ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo											

In Tabella 8-5 e in Tabella 8-6 sono riportati i risultati della verifica dei raccordi verticali concavi e convessi rispetto alla distanza di visibilità per l'arresto, effettuata in condizioni di pavimentazione bagnata.

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

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

In colonna (3) è indicata la progressiva del vertice, nelle colonne (7), (8) la pendenza di ogni livelletta. Infine, in colonna (9) il valore del raggio esistente, in colonna (12) il valore minimo per garantire la distanza di arresto calcolata per la velocità di 120 km/h ed in colonna (14) il valore di velocità ammissibile (velocità di progetto a cui corrisponde una distanza di arresto pari alla distanza di visuale libera effettivamente disponibile).

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)
1	S	36,681	36,667	36,695	28.54	-0.32	-0.09	12250	120.0	176.3	-	
2	S	36,754	36,733	36,775	42.37	-0.09	0.56	6500	120.0	175.2	-	
3	S	36,840	36,791	36,889	98.53	0.56	1.97	7000	120.0	172.5	-	
4	S	36,910	36,894	36,926	32.32	1.97	2.38	8000	120.0	170.2	-	
5	D	37,075	36,927	37,223	295.61	2.38	-2.95	5550	120.0	176.6	8366	104.9
6	S	37,402	37,344	37,461	116.96	-2.95	-0.35	4500	103.7	141.4	2095	
7	S	37,654	37,622	37,685	62.65	-0.35	-0.23	50000	93.0	116.7	-	
8	D	37,796	37,761	37,832	70.62	-0.23	-0.70	15000	93.0	116.9	-	
9	S	37,954	37,861	38,047	186.41	-0.70	0.86	12000	109.1	150.0	3609	

Tabella 8-5 – Riepilogo caratteristiche altimetriche_carreggiata ovest

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)
1	S	36,728	36,692	36,764	71.76	-0.16	0.32	15000	120.0	176.0	-	
2	S	36,828	36,779	36,877	97.34	0.32	1.94	6000	120.0	178.9	-	
3	D	37,088	36,954	37,222	267.68	1.94	-2.92	5500	120.0	174.5	8170	104.9
4	S	37,419	37,329	37,509	180.48	-2.92	-0.35	7000	107.0	142.3	3392	
5	S	37,845	37,800	37,890	90.40	-0.35	0.02	25000	97.2	124.5	-	
6	S	38,028	37,947	38,109	161.35	0.02	1.63	10000	116.5	169.5	-	

Tabella 8-6 – Riepilogo caratteristiche altimetriche_carreggiata est

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

9 IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO ED AMMODERNAMENTO

9.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

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

Nella definizione delle soluzioni progettuali particolare attenzione è stata rivolta a non modificare l'impostazione generale della Norma, cercando di conservare quelle disposizioni che possono avere implicazioni dirette sulla sicurezza stradale.

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

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

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

1. minimizzare l'impatto dell'ampliamento alla 3° corsia con il sistema antropico attraversato e quindi con la viabilità e con gli insediamenti abitativi ed industriali preesistenti;
2. minimizzare le occupazioni di territorio, per ridurre l'impatto ambientale dovuto all'ampliamento autostradale;

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

3. utilizzare quanto più possibile la sede stradale e le opere d'arte esistenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale degli interventi, dal momento che si tratta di un progetto di ampliamento di una infrastruttura esistente;
4. prevedere una esecuzione per fasi dei lavori che garantisca l'esercizio dell'infrastruttura durante i lavori, con una sezione stradale caratterizzata da un numero minimo di due corsie per senso di marcia.

9.2 ASSE AUTOSTRADALE

In relazione alla particolarità dell'intervento che risulta di estesa limitata, planimetricamente il progetto ha previsto adeguamento dell'unica curva esistente di raggio ridotto, realizzando una correzione del tracciato planimetrico finalizzata ad un ampliamento del raggio di curvatura – il raggio della curva è stato portato a 437.1m in carreggiata ovest e 444m in carreggiata est, adeguando in tal modo la velocità di progetto a 100km/h. Tale correzione planimetrica ha comportato la realizzazione di una variante perfettamente asimmetrica in centro curva.

Con riferimento all'andamento altimetrico il progetto ha previsto, nei tratti di ampliamento simmetrico, mantenimento del profilo longitudinale esistente.

Il progetto prevede infine l'adeguamento della pendenza trasversale della piattaforma nei tratti in curva dove è stata adeguata secondo quanto indicato dalla normativa con pendenza massima pari al 7%, nei tratti in rettilineo l'adeguamento al 2.5% avviene solo sul tratto di piattaforma ampliata, mantenendo l'attuale 1.60÷2.00% sulla porzione di piattaforma esistente; per una migliore comprensione di quanto sopra riportato si rimanda agli elaborati di sezioni tipologiche allegate al presente progetto

9.2.1 Aspetti geometrici dell'infrastruttura di progetto

9.2.1.1 Sezione tipo

La sezione tipo stradale prevede una piattaforma di 32.50 metri di larghezza, organizzata in due carreggiate separate da un margine interno di 4.00 m. In attesa che si realizzi il completamento dell'intervento di ampliamento alla terza corsia dei tratti a monte ed a valle,

l'organizzazione della piattaforma prevede due corsie di marcia da 3.75 m fiancheggiate in destra dalla corsia di emergenza larga 3.00 m ed in sinistra da una banchina di dimensioni minime pari a 0,70 m; il progetto prevede la zebratura della quota parte restante di piattaforma, di larghezza 3.75 metri, che costituisce la predisposizione alla terza corsia.

Considerato che lo spartitraffico è stato recentemente oggetto di adeguamento, il progetto ha previsto il mantenimento nei tratti in rettilineo della barriera NJ in cls monofilare.

Nel tratto in curva, ove già presente, è stato riproposto lo sfalsamento delle carreggiate e conseguentemente è stato previsto l'utilizzo di 2 barriere bordo ponte NJ in cls su cordolo

Complessivamente rispetto all'attuale piattaforma viene realizzato, nella configurazione di ampliamento simmetrico, un allargamento di 5.05 metri per lato, a cui si aggiungono gli adeguamenti di arginelli (larghezza di progetto pari a 1.30 metri) e scarpate, a cui sono associate pendenze più dolci rispetto alle esistenti (pendenza di progetto 4/7).

Il maggiore ingombro del solido stradale rispetto all'esistente risulterà conseguentemente superiore rispetto a quanto precedentemente dichiarato per la sola piattaforma.

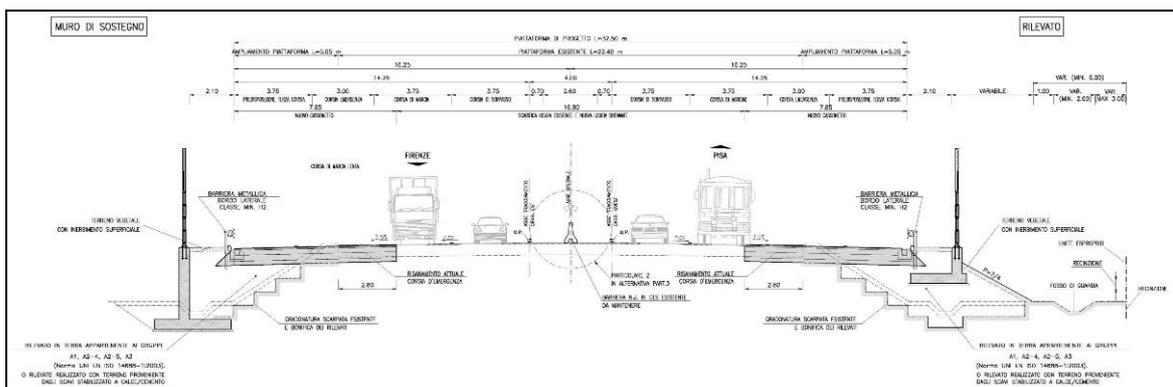


Figura 9-1 – Sezione tipo in ampliamento simmetrico

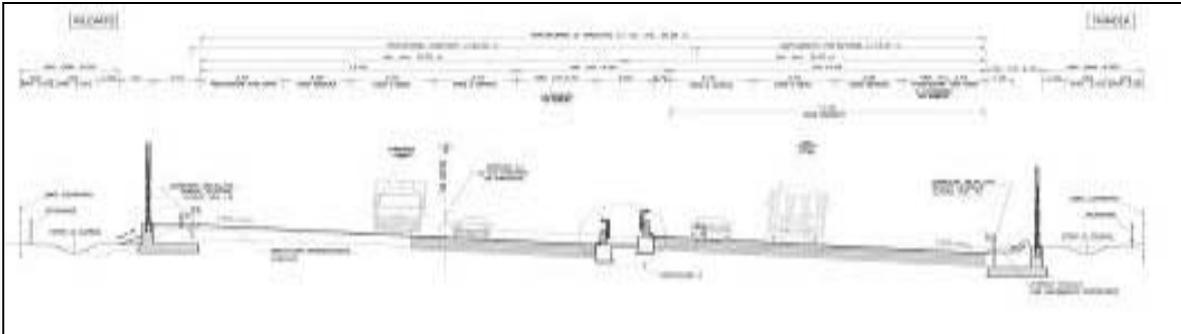


Figura 9-2 – Sezione tipo in ampliamento asimmetrico

Tenuto conto che lungo entrambe le carreggiate, sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive posti a distanza ravvicinata rispetto all'autostrada, sono stati inserite in progetto numerose opere di sostegno e di controripa con la funzione prevalente di limitare il nuovo ingombro e di conseguenza la fascia di esproprio.

9.2.1.2 Andamento plano-altimetrico di progetto

L'intervento in oggetto si sviluppa tra il km 36+660 e la progressiva km 38+111 con riferimento all'asse di tracciamento est.

Da un punto di vista planimetrico l'intervento ha previsto l'inserimento delle curve di raccordo a raggio variabile (clotoidi), non presenti nel tracciato esistente, e l'aumento del raggio di curvatura dell'unica curva di raggio esistente 407 m portato al valore di 444 m per con riferimento alla carreggiata est e 437.10 m con riferimento alla carreggiata ovest.

In Tabella 9-1 e Tabella 9-2 vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono l'asse autostradale. In colonna (5) è riportato il tipo di elemento planimetrico considerato utilizzando le seguenti abbreviazioni:

- R = Rettifilo
- C = Curva Circolare
- AT = Clotoide di Transizione
- AF = Clotoide di Flesso
- AC = Clotoide di Continuità

In colonna (7) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (DX = curva destrorsa, SX = curva sinistrorsa), in colonna (8) il valore

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

di pendenza trasversale, mentre in colonna (9) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità.

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	lc
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	36,660.000	37,337.022	677.022	R			
2	37,337.022	37,524.539	187.517	AT	286.29		
3	37,524.539	37,756.959	232.419	C	437.10	DX	7.00
4	37,756.959	37,965.731	208.772	AT	302.08		
5	37,965.731	38,029.830	64.100	R			

Tabella 9-1 – Riepilogo caratteristiche planimetriche_carreggiata ovest

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	TipoElem	Parametro	Vs	lc
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	36,660.000	37,396.180	736.180	R			
2	37,396.180	37,465.155	68.975	AT	175.00		
3	37,465.155	37,833.529	368.374	C	444.00	DX	7.00
4	37,833.529	37,902.505	68.975	AT	175.00		
5	37,902.505	37,927.505	25.000	R			
6	37,927.505	38,018.059	90.554	C	10250.00	DX	2.50
7	38,018.059	38,108.613	90.554	C	10250.00	SX	2.50
8	38,108.613	38,111.037	2.424	R			

Tabella 9-2 – Riepilogo caratteristiche planimetriche_carreggiata est

Come già anticipato, da un punto di vista altimetrico il progetto ha previsto il mantenimento del profilo longitudinale esistente lungo i rettili, e l'adeguamento del profilo medesimo lungo le curve ove viene adeguata la pendenza trasversale.

9.2.1.3 Analisi del progetto con riferimento al DM 6792 del 05.11.2001

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

Sul tracciato sono state condotte le verifiche di congruenza rispetto ai criteri indicati dalla normativa di riferimento DM 05/11/2001, facendo riferimento agli stessi parametri e con le stesse modalità con cui sono state eseguite le analisi sul tracciato attuale (vedi § 8.1.2.1).

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	Tipo Elem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	36,660.000	37,337.022	677.022	R				140.0				
2	37,337.022	37,524.539	187.517	AT	286.29			116.2				
3	37,524.539	37,756.959	232.419	C	437.10	DX	7.00	100.0			NO	(f1) [-40 km/h]
4	37,756.959	37,965.731	208.772	AT	302.08			119.1				
5	37,965.731	38,029.830	64.100	R				125.1				

Tabella 9-3 – Verifica delle caratteristiche planimetriche_carreggiata ovest

Elem	ProgrInizio (m)	ProgrFine (m)	Lungh. (m)	Tipo Elem	Parametro	Vs	ic	Vp	Lmin/max	Pmin/max	Verifica	Note
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	36,660.000	37,396.180	736.180	R				140.0				
2	37,396.180	37,465.155	68.975	AT	175.00			106.6				
3	37,465.155	37,833.529	368.374	C	444.00	DX	7.00	100.7			NO	(f1)[-39.3K m/h]
4	37,833.529	37,902.505	68.975	AT	175.00			106.9				
5	37,902.505	37,927.505	25.000	R				109.3				
6	37,927.505	38,018.059	90.554	C	10250.00	DX	2.50	117.5				
7	38,018.059	38,108.613	90.554	C	10250.00	SX	2.50	125.8				
8	38,108.613	38,111.037	2.424	R				126.0				

Tabella 9-4 – Verifica delle caratteristiche planimetriche_carreggiata est

Il progetto è intervenuto a migliorare le geometrie esistenti rispetto ai criteri indicati dalla normativa di riferimento DM 05/11/2001. Infatti con riferimento all'unica curva di raggio esistente pari a 407m il progetto ha previsto:

- Un incremento nel valore del raggio portandone il valore a 444 m per la carreggiata est e 437.10 m per la carreggiata ovest
- L'adeguamento delle pendenze trasversali alla normativa di riferimento

Da questi due fattori discende direttamente l'incremento delle velocità di progetto ($V_p = 100$ km/h) rispetto alle esistenti di circa 5 km/h per la carreggiata ovest e 7 km/h per la carreggiata est.

L'adeguamento di questo elemento a quanto previsto dalla normativa di riferimento (raggio minimo planimetrico pari a 810m) avrebbe determinato un significativo spostamento della piattaforma autostradale (variante fuori sede) che avrebbe necessariamente comportato la demolizione di due edifici presenti sul lato interno della curva.

Per completezza vengono di seguito riportati in Figura 9-3 e Figura 9-4 i diagrammi delle velocità, determinati come previsto al punto 5.4 del D.M. n. 6792/2001.

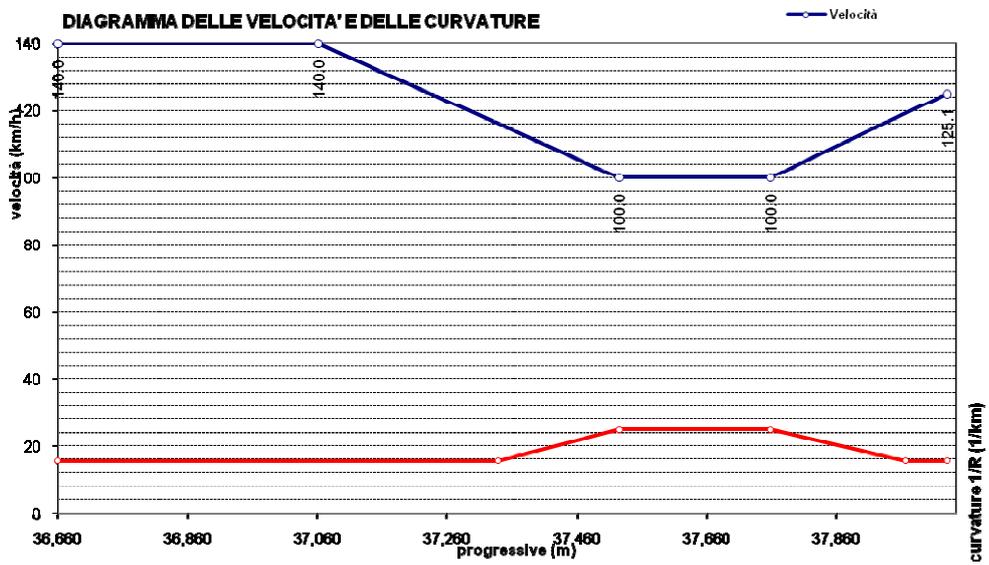


Figura 9-3 – Diagramma delle velocità e delle curvature_carreggiata ovest

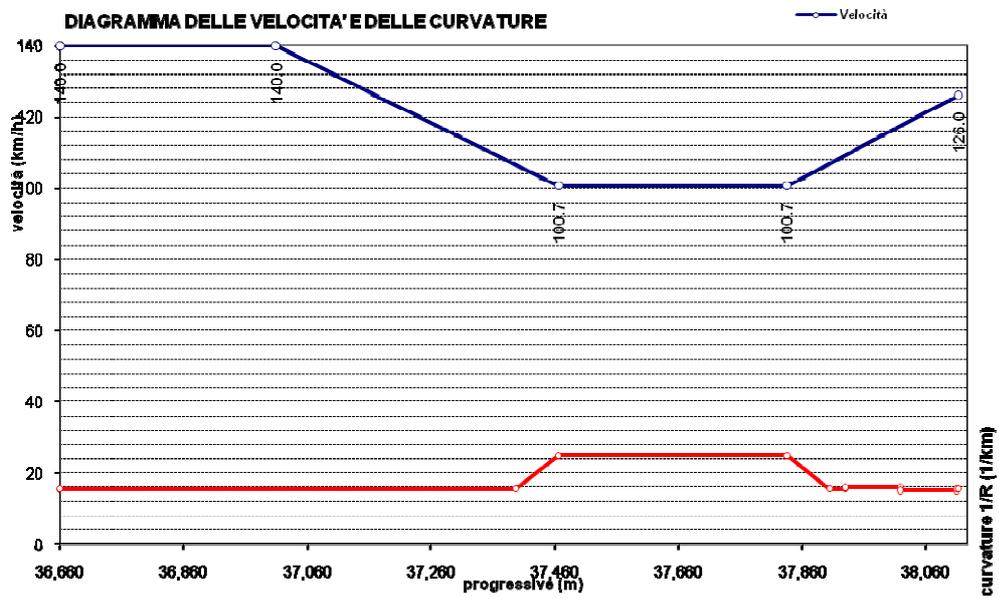


Figura 9-4 – Diagramma delle velocità e delle curvature_carreggiata est

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo

In Tabella 9-5 e Tabella 9-6 sono riportati rispettivamente per la carreggiata Ovest e la carreggiata Est i risultati¹ della verifica della distanza di visibilità per l'arresto per i raccordi verticali, effettuata con riferimento al caso di pavimentazione bagnata e limitazione della velocità di progetto a 120 km/h (vedi anche paragrafo 8.1.2.1). Si rimarca che in rettilineo i raccordi verticali e livellette sono quelli propri dell'infrastruttura esistente.

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)
1	S	36,681	36,667	36,695	28.52	-0.32	-0.09	12250	120.0	176.3	-	
2	S	36,754	36,733	36,775	42.37	-0.09	0.56	6500	120.0	175.2	-	
3	S	36,840	36,791	36,889	98.54	0.56	1.97	7000	120.0	172.5	-	
4	S	36,910	36,894	36,926	32.31	1.97	2.38	8000	120.0	170.2	-	
5	D	37,075	36,929	37,222	292.95	2.38	-2.95	5500	120.0	176.6	8366	104.9
6	S	37,408	37,313	37,503	189.42	-2.95	-0.58	8000	118.2	176.3	4344	
7	S	37,617	37,606	37,628	21.56	-0.58	-0.15	5000	100.0	131.0	-	
8	S	37,988	37,947	38,028	80.65	-0.15	0.86	8000	120.0	174.9	-	

Tabella 9-5– Verifica delle caratteristiche altimetriche_carreggiata ovest

N	D/S	Pr.Vert	da	a	L	i1	i2	Rv	Vp	D	Rv,min	Vamm
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(14)
1	S	36,728	36,692	36,764	71.76	-0.16	0.32	15000	120.0	176.0	-	
2	S	36,828	36,779	36,877	97.34	0.32	1.94	6000	120.0	178.9	-	
3	D	37,088	36,954	37,222	267.68	1.94	-2.92	5500	120.0	174.5	8170	104.9
4	S	37,392	37,342	37,441	99.51	-2.92	-0.93	5000	111.3	151.0	-	
5	S	37,552	37,462	37,641	179.31	-0.93	-0.44	36000	100.9	131.2	3085	
6	S	37,696	37,652	37,740	88.26	-0.44	0.45	10000	100.7	131.7	-	
7	D	37,807	37,780	37,833	53.30	0.45	-0.62	5000	100.7	131.6	-	
8	S	37,889	37,871	37,907	36.53	-0.62	-0.10	7000	107.4	145.6	-	
9	S	38,024	37,959	38,089	129.50	-0.10	1.63	7500	120.0	177.9	-	

Tabella 9-6 – Verifica delle caratteristiche altimetriche_carreggiata est

¹ Nelle tabelle i raccordi convessi sono indicati con l'abbreviazione D (Dosso), mentre i raccordi concavi con la lettera S (Sacca).

9.2.2 Verifiche 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 7) 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.

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

Tabella 7 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per completezza 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 sono 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 durante 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.

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. I valori delle distanza di arresto sono stati determinati in relazione alle seguenti condizioni secondo l'espressione sotto riportata:

- Velocità di progetto limitata superiormente a 120km/h e coefficienti di aderenza longitudinale come da tabella 9
- Velocità di progetto pari a 100km/h e coefficienti di aderenza longitudinale come da tabella 9
- Velocità di progetto da diagramma delle velocità e coefficiente di aderenza longitudinale pari a 0.7

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

dove:

D1 = spazio percorso nel tempo τ

D2 = spazio di frenatura

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

$V0$ = velocità del veicolo all'inizio della frenatura
[km/h]

$V1$ = velocità finale del veicolo, in cui $V1 = 0$ 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_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = 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 della attenzione più concentrata alle alte velocità:

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

9.3 RAPPRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Il progetto ha previsto l'adeguamento delle visuali libere sulla curva esistente prevedendo gli allargamenti della curva indicati in Tabella 9-8 e in Tabella 9-9.

Raggio curva (m)	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Ciglio	Allargamento [m]
437.10	37,524.54	37,756.96	Destro	1.30

Tabella 9-8- Elenco allargamenti in curva della piattaforma_carreggiata ovest

Raggio curva (m)	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Ciglio	Allargamento [m]
444	37,465.16	37,833.53	Sinistro	2.90

Tabella 9-9- Elenco allargamenti in curva della piattaforma_carreggiata est

In base alle risultanze dell'analisi di visibilità le distanze di visuale libera risultano sempre adeguate in relazione alle distanze di arresto in particolare in Tabella 9-10 e in Tabella

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

9-11, vengono sintetizzati i risultati dell'adeguamento dell'unica curva presente nel tratto di intervento per i quali risulta comunque garantita una velocità ammissibile di almeno 100 km/h realizzando quindi un miglioramento rispetto alla situazione esistente in cui la velocità ammissibile scende fino a 76 km/h.

Raggio curva progetto (m)	Raggio curva esistente (m)	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Vamm progetto [km/h]	Vamm esistente [km/h]
437.10	407	37,524.54	37,756.96	100	93

Tabella 9-10 –visibilità per l'arresto_carreggiata ovest

Raggio curva progetto (m)	Raggio curva esistente (m)	Progressiva iniziale	Progressiva finale	Vamm progetto [km/h]	Vamm esistente [km/h]
444.00	407	37,465.16	37,833.53	100	76.4

Tabella 9-11 –visibilità per l'arresto_carreggiata est

I risultati delle analisi sono riportati in forma grafica sintetica negli elaborati specifici allegati al presente progetto definitivo, nei quali sono riassunti, in funzione dello sviluppo longitudinale dell'autostrada e per ciascuna carreggiata, le seguenti informazioni:

- distanze ettometriche;
- andamento planimetrico;
- andamento altimetrico;
- diagramma delle velocità di progetto costruito secondo quanto prescritto dal D.M. 05/11/2001;
- diagramma delle distanze di visuale libera in corsia di marcia lenta e in corsia di sorpasso;
- diagramma delle distanze di visibilità per arresto nelle configurazioni progettuali $V_{max} = 120$ bagnato, $V_{max} = 100$ km/h e $V_{max} = 140$ asciutto;
- progressive;
- distanze di visuale libera e di visibilità per l'arresto.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

9.4 VIABILITA' INTERFERITE

Il progetto di ampliamento alla terza corsia prevede il ripristino funzionale delle viabilità interferite.

Gli attraversamenti trasversali dell'autostrada sono serviti da infrastrutture (cavalcavia e sottovia) il cui ripristino funzionale è subordinato all'adeguamento delle strutture stesse. Per le opere di attraversamento in cavalcavia, la cui struttura non è adeguata all'allargamento autostradale, si è prevista la demolizione e la ricostruzione; l'adeguamento degli attraversamenti in sottovia sarà invece realizzato di norma tramite prolungamento.

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

In Tabella 9-12 si elencano i cavalcavia presenti lungo la tratta in oggetto, con indicazione delle principali caratteristiche sia dell'opera esistente sia dell'opera nuova e della categoria stradale di riferimento, individuata a partire dalle caratteristiche delle viabilità esistenti.

OPERA ESISTENTE				OPERA NUOVA		
N.	PK.	DESCRIZIONE	STATO	TIPO	L (m)	CATEGORIA STRADALE
8	37+678	Via Ribocco	da demolire e ricostruire fuori sede	1 luce da 45.50 m	12.00	Categoria "E"

Tabella 9-12 – Elenco cavalcavia

Per quanto attiene al cavalcavia di via Ribocco, ubicato in un tratto in cui il progetto dell'autostrada prevede la realizzazione di un ampliamento asimmetrico, l'ampliamento dell'infrastruttura comporterà anche l'adeguamento della viabilità nel tratto a nord dell'autostrada e dell'intersezione con via Fonda.

9.5 OPERE D'ARTE

9.5.1 Opere d'arte maggiori: sottovia

Il presente ed i successivi paragrafi sono relativi agli interventi di ampliamento alla terza corsia previsti per le opere d'arte maggiori ricadenti nel tratto Monsummano – Montecatini

 ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	---

dell'autostrada A11 Firenze - Pisa Nord. Le uniche opere maggiori ricadenti nel tratto in oggetto sono:

- Il sottovia S.P. 14 (Francesca) pkm 37+062
- Il cavalcavia di via Ribocco pkm 37+663

9.5.1.1 Descrizione generale dell'intervento

In linea generale l'intervento di ampliamento del sottovia prevede:

- rigeometrizzazione dei cordoli laterali, ora previsti di ampiezza pari a:

b = 0.70 m	cordolo per barriera di sicurezza
b = 2.60 m	cordolo per barriera di sicurezza + predisposizione barriera fonoassorbente
- riqualificazione dell'opera alla luce dei nuovi criteri introdotti dalle norme tecniche sulle costruzioni di recente emanazione, con particolare riferimento ai carichi mobili ed al comportamento sismico;

9.5.1.2 Criteri progettuali

Per i criteri progettuali, seguiti per l'adeguamento dell'opera d'arte ricadente nel tratto in discussione, si sono adottati gli stessi criteri progettuali delle opere della tratta Firenze – Pistoia. Si rimanda perciò alla relazione generale.

9.5.1.3 Sottovia SP14 Francesca

Struttura esistente

Il ponte sulla SP 14 è una struttura che risale agli anni '30 formata un'unica campata di 10.65m.

Negli anni '60 è stata ampliata con una parte aggiuntiva per la carreggiata est

La tipologia di impalcato degli anni '30 è a travi in ca con soletta di spessore vario. Quella degli anni '60 è invece un solettone in CAP di spessore 60cm. Gli appoggi non sono presenti. Gli impalcati sono separati per le due carreggiate ma le sottostrutture sono in comune apparentemente poiché il rilievo non è dettagliato.

In particolare le spalle sono realizzate in c.a. con uno schema a gravità su fondazione diretta.

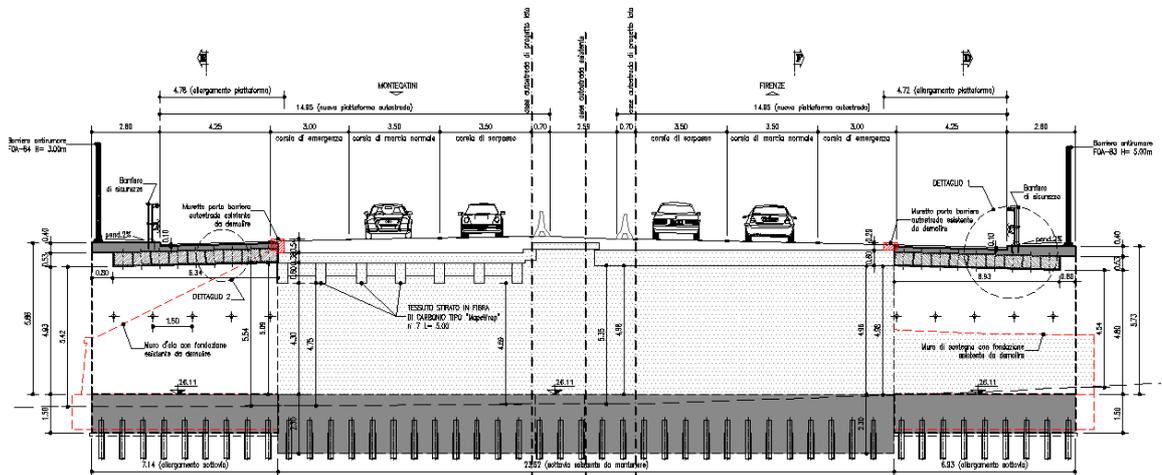
Ampliamento

Per l'ampliamento non si prevedono modifiche nella parte esistente dell'impalcato ma solo il rifacimento dei paraghiaia e l'inserimento con micropali passanti e placcaggio sulle spalle. Verranno altresì rifatti i giunti di carreggiata.

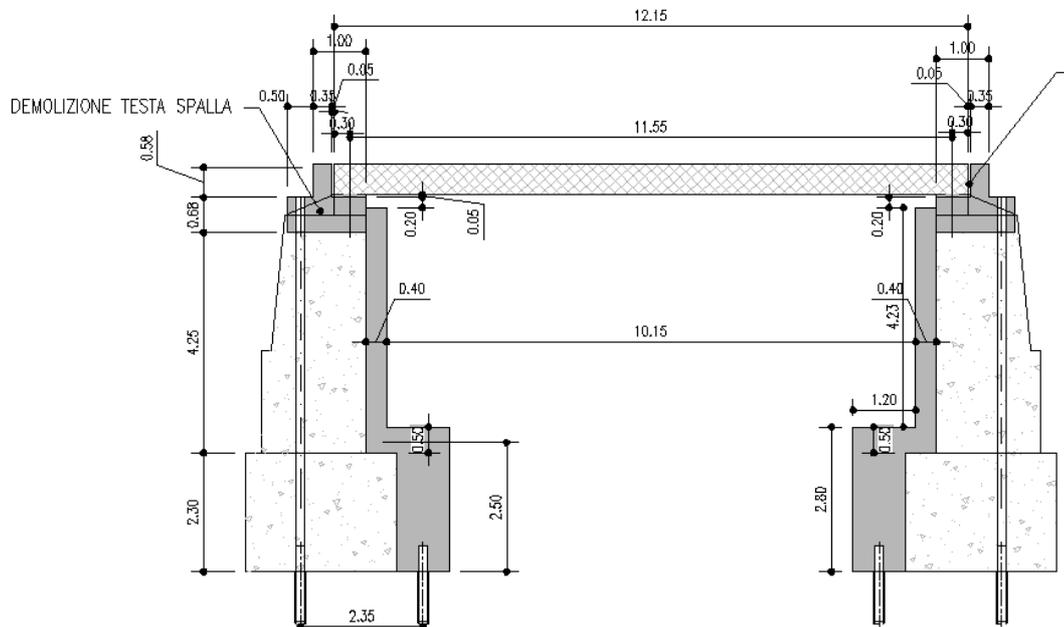
L'allargamento viene invece realizzato con un portale aperto in c.a a fondato su micropali ed un impalcato in travette in CAP e soletta di completamento di 20cm per uno spessore complessivo di 75cm.

I due impalcati sono poi solidarizzati in soletta con l'ausilio di barre inghisate.

Per le campate esistenti della struttura anni '60 e '30 si prevede il rinforzo a flessione/taglio mediante lamelle/tessuti in CFRP.



Sottovia S.P. Francesca. Sezione trasversale



Sottovia S.P: Francesca. Sezione longitudinale

9.5.2 Opere d'arte maggiori: cavalcavia

9.5.2.1 Generalità e inquadramento tipologie

Per il cavalcavia CV22 di Via Ribocco, sito al km 37+663.63, si è optato per una soluzione a via inferiore di luce netta pari a 45.0 m. Per la descrizione si rimanda all'allegato STP002 par. 9.2.5.

 ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	---

9.6 OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIE E DEFINITIVE

9.6.1 Muri prefabbricati

Le opere di sostegno definitive previste, sono generalmente costituite da muri in c.a. prefabbricato. L'estensione, posizione ed altezze medie sono rappresentate all'interno delle planimetrie di progetto e dei profili longitudinali. I muri di sostegno sono stati inseriti in progetto con la funzione prevalente di limitare la fascia di esproprio laddove nelle immediate vicinanze della piattaforma sono presenti edifici, viabilità ed aree che ospitano attività produttive. Di conseguenza per la quasi totalità di questi è prevista la contemporanea presenza di barriere acustiche (FOA). In questo caso il muro risulterà allineato rispetto alla barriera, dovendo svolgere anche la funzione di supporto di quest'ultima, e quindi posizionato in sezione trasversale con il paramento esterno ad una distanza di 2,60 metri dal limite della piattaforma stradale.

I muri di sostegno sono costituiti da elementi modulari prefabbricati di larghezza pari a 2.50 m. In sommità il prefabbricato presenta un cordolo gettato in opera di altezza pari a 70 cm. Le nervature di irrigidimento di spessore 18 cm presentano un primo tratto a sezione costante di altezza $h=350$ cm ed un secondo ad altezza variabile secondo un'inclinazione del 20% sulla verticale.

Le due nervature sono collegate fra loro da una soletta di spessore costante $s=10$ cm.

I bordi presentano un giunto maschio-femmina in modo da trattenere i materiali e da permettere il montaggio degli elementi anche seguendo una curva, sia concava che convessa.

Alla base del muro le nervature presentano ciascuna un'apertura trasversale per il passaggio delle armature della trave di collegamento che si realizza fra i pannelli; l'altezza dell'apertura viene determinata in base all'altezza della suola di stabilizzazione, assicurando un adeguato ricoprimento dell'armatura superiore della trave.

9.7 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato autostradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni. Nello specifico, l'infrastruttura in oggetto è un'autostrada classe A secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada", e con classe di traffico di tipo III in quanto negli scenari di traffico di progetto sono attese percentuali di veicoli pesanti superiori al 15% e TGM bidirezionali di molto superiore a 1000 veicoli/giorno.

Il D.M. 21/06/2004 definisce le classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico, come riportato nella tabella seguente relativamente alle sole autostrade e strade extraurbane principali.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4

Classi minime di barriere per autostrade e strade extraurbane principali

Per quanto riguarda le nuove installazioni in spartitraffico, i dispositivi di sicurezza dovranno avere caratteristiche di deformazioni tali da garantire il contenimento del dispositivo durante l'urto all'interno del margine interno. Con riferimento ai dispositivi da bordo laterale, questi dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli

 ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	---

elementi di arredo funzionale, quali barriere acustiche, pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale.

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni: spartitraffico, bordo laterale ed in corrispondenza delle opere d'arte. Per maggiori dettagli circa i criteri progettuali, le modalità di installazione e gli altri aspetti riguardanti la progettazione dei dispositivi di ritenuta si rimanda alla relazione tecnica del progetto delle barriere di sicurezza e ai relativi elaborati grafici.

9.7.1 Barriere da spartitraffico

Con riferimento allo spartitraffico autostradale relativo al margine interno, nei tratti di rettilineo in ampliamento simmetrico è previsto il mantenimento dei sistemi di protezione esistenti, costituiti da barriere in cls in configurazione monofilare. Lungo il tratto a carreggiate sfalsate con pendenza dello spartitraffico superiore a 3.85% (tra le pk 37+396 e 37+903), è stato previsto l'impiego di barriere in cls tipo bordo ponte di classe minima H3, installate su cordoli in c.a. Nelle successive fasi progettuali, relativamente alla sistemazione dello spartitraffico lato carreggiata bassa (quote del ciglio inferiori) potrà essere valutato il ricorso a dispositivi diversi (ad esempio appoggiati direttamente sulla pavimentazione) se rispettano i requisiti di progetto.

I dispositivi impiegati dovranno essere preferibilmente caratterizzati da classe di severità A.

9.7.2 Barriere da bordo laterale

La tipologia delle barriere da prevedere per il bordo laterale sarà quella di barriere metalliche a nastri. Le barriere per bordo laterale dovranno rispettare quanto prescritto dalla normativa per strade di classe A (autostrada) secondo il D.L.vo 285/92 e condizioni di traffico III. Di conseguenza, ai sensi del citato DM 21/06/2004, le classi di contenimento per le barriere da installare saranno H2 o H3. I

criteri per la scelta delle barriere, tra le due classi indicate dalla norma (H2 o H3), sono riassunti nella tabella seguente, in relazione all'adozione in progetto di scarpate con pendenza 4/7.

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Classe barriera
4/7	≤ 3	nessuna protezione ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
4/7	> 3	min H2 ⁽²⁾

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale compresa tra 12 m e 60 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe H2.

(2) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 12 m deve essere sempre prevista una barriera di classe H3.

(3) Al fine di evitare continue discontinuità nella protezione del margine laterale, anche i tratti in rilevato non richiedenti la protezione secondo i criteri indicati in tabella, dovranno comunque essere protetti se di sviluppo inferiore a 100 m.

Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Autostrade - Classe di traffico III.

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

9.7.3 Barriere per i margini di ponti, viadotti e sottovia

Le barriere per i bordi delle opere d'arte devono essere quelle prescritte dalla normativa per strade di classe A e condizioni di traffico III, di conseguenza, le classi di contenimento, ai sensi del DM 21/06/2004, H2, H3 o H4.

Con riferimento all'unica opera presente in corrispondenza del sottovia della S.P. 14 (di luce maggiore di 10m) la classe di contenimento adottata in progetto corrisponde alla H4, coerentemente con quanto indicato dal DM suddetto e riportato nella tabella seguente.

Luce libera complessiva (m)	Insediamenti abitativi o industriali al margine / scavalcamenti su strade, ferrovie	Classe
≤ 10	NO	classe prevista per l'adiacente bordo laterale (H2 o H3)
≤ 10	SI	H3
> 10 ⁽¹⁾	NO	min H3 ⁽²⁾
> 10 ⁽¹⁾	SI	H4
<p>(1) Per quanto attiene al dimensionamento ed alle verifiche dello sbalzo sulle opere d'arte, si farà riferimento, in ogni caso, alla più gravosa tra le due protezioni previste;</p> <p>(2) La scelta tra la classe H3 o H4 verrà effettuata sulla base delle seguenti considerazioni: livello di incidentalità, percentuale di mezzi pesanti, andamento planoaltimetrico del tracciato (rettifilo o curva, tratti a forte pendenza), altezza delle pile, vulnerabilità ambientale del fiume attraversato.</p>		

Criteria di scelta per barriere da bordo opera d'arte – Autostrade - Classe di traffico III

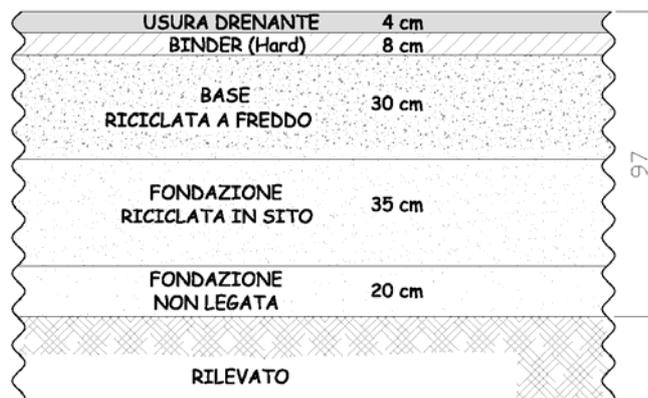
9.8 PAVIMENTAZIONI

9.8.1 Nuove pavimentazioni

L'ampliamento della piattaforma stradale alla terza corsia previsto in progetto è di tipo prevalentemente simmetrico con il tratto in curva realizzato in asimmetrico.

Nei tratti in ampliamento simmetrico, per le nuove corsie di marcia lenta (in seguito alla completa demolizione della sovrastruttura dell'attuale emergenza) e di emergenza, nonché nei tratti realizzati in ampliamento asimmetrico per la porzione di carreggiata da realizzarsi su nuovo corpo stradale, è previsto l'impiego di un pacchetto di spessore complessivo pari a 97cm con una sovrastruttura così composta:

- usura drenante in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in conglomerato bituminoso con bitumi modificati tipo Hard di 8 cm;
- base in conglomerato bituminoso riciclato a freddo di 30 cm;
- fondazione riciclata in sito con bitume schiumato e cemento di 35 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 20 cm.



La verifica strutturale della pavimentazione è stata eseguita con una procedura di tipo razionale utilizzando i criteri di progetto proposti dall'Asphalt Institute e ipotizzando per l'infrastruttura un periodo di progetto pari a 20 anni. Per la verifica è stata considerata una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla nuova corsia di marcia lenta pari al 70%. I volumi di traffico pesante bidirezionale transitanti nei tre scenari progettuali (breve termine al 2015, medio termine al 2025 e lungo termine al 2035) sono stati determinati dallo studio

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

di traffico. Il traffico pesante di progetto transitante è stato successivamente determinato attraverso la conversione in passaggi di assi equivalenti singoli da 80 kN; ai fini del calcolo strutturale, il numero di ripetizioni di carico di progetto è stato infine espresso in termini di assi equivalenti/mese.

Sulla base della verifica effettuata la sovrastruttura è risultata idonea in quanto la vita utile di calcolo è risultata superiore alla vita di progetto di 20 anni.

Nei tratti in curva sono inoltre previsti interventi di imbottitura che interesseranno lo strato di base in conglomerato bituminoso, allo scopo di adeguare la pendenza trasversale della piattaforma alle indicazioni da norma.

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder (per uno spessore di 5 cm) e usura drenante con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 cm.

9.8.2 Risanamento pavimentazioni esistenti

A seguito dei rilievi di stratigrafia eseguiti mediante una campagna di carotaggi, risulta che allo stato attuale è presente in opera una pavimentazione costituita da più strati in conglomerato bituminoso (a seguito di ricariche eseguite nelle diverse fasi di manutenzione), per uno spessore complessivo pari a circa 40 cm, poggianti su una fondazione costituita da materiale sciolto (misto granulare non legato o misto cementato frantumato); localmente si evidenzia la presenza di uno strato di fondazione in misto cementato integro di spessore pari a circa 20 cm.

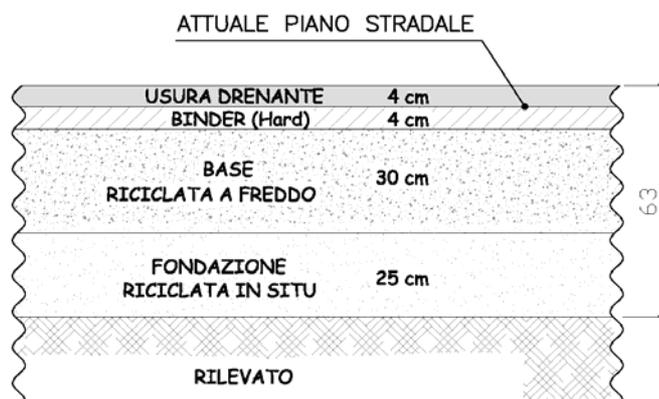
La verifica prestazionale della pavimentazione stradale attualmente in opera è stata definita a seguito di una campagna di indagini mediante prove ad alto rendimento (GPR e FWD) eseguita direttamente da Autostrade per l'Italia. Le prove sono state eseguite per determinare la composizione della sovrastruttura esistente (tipologia e spessore degli strati) e per caratterizzare, da un punto di vista meccanico, il sottofondo e gli strati di cui si compone la sovrastruttura. Tali prove hanno consentito di valutare la vita utile residua delle pavimentazioni in opera in relazione all'impiego di progetto e di definire di conseguenza i tratti in cui è opportuno valutare la realizzazione di un risanamento di tipo profondo.

Ai fini del calcolo della vita utile (intesa come il periodo di tempo in cui la sovrastruttura conserva le condizioni di funzionalità tali da garantire livelli di sicurezza, comfort ed economia del trasporto) è stato ipotizzato un periodo di progetto totale pari a 14 anni, con un utilizzo compreso nel periodo 2011-2015 nella configurazione attuale a cui si sommano 10 anni nella configurazione futura.

Per quanto riguarda i carichi di traffico pesante si è ipotizzata una suddivisione omogenea (50/50) tra le due direzioni di traffico. Nei tratti in ampliamento simmetrico è stata considerata una percentuale del traffico pesante transitante sulla corsia di marcia pari all'80% nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 30% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie); nei tratti in ampliamento asimmetrico è stata invece considerata una percentuale del traffico pesante transitante pari all'80% e al 20% rispettivamente sulla corsia di marcia e sorpasso (lungo la carreggiata opposta rispetto all'intervento) nello scenario tendenziale (trattandosi di una sezione a due corsie) e del 70% - 30% nello scenario progettuale (considerando la futura sezione con tre corsie).

A seguito dei risultati ottenuti dalla suddetta verifica è stata individuata la seguente tipologia di intervento di risanamento profondo e relativa locazione lungo lo sviluppo d'intervento:

- **Risanamento corsia di marcia lenta:** l'intervento prevede la fresatura degli strati in conglomerato bituminoso (40cm) e la demolizione con reimpiego della fondazione esistente; la sovrastruttura prevista in progetto per l'intervento in oggetto è la seguente: 4cm usura drenante - 4cm binder - 30cm base riciclata a freddo - 25cm fondazione riciclata in situ con bitume schiumato e cemento.



	Tratte con risanamento profondo RP			
	Nessun intervento			

Carreggiata Est				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
36+660	37+465	805	Marcia lenta	
37+465	37+830	365	Marcia lenta	
37+830	38+110	280	Marcia lenta	

Carreggiata Ovest				
Pk i	Pk f	Sviluppo [m]	Corsia	Tipologia intervento
36+660	37+395	735	Marcia lenta	
37+395	37+890	495	Marcia lenta	Nuove pavimentazioni
37+890	38+110	220	Marcia lenta	

Per un maggiore dettaglio in merito ai criteri con cui sono state definite le suddette tipologie di intervento di risanamento profondo si rimanda all'elaborato specifico allegato al presente progetto.

9.9 PIAZZOLE DI SOSTA

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



Figura 9-5 - Piazzole di sosta in rilevato/trincea

	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
---	-------------------------------	---

9.10 BARRIERE ACUSTICHE

La valutazione dell'impatto acustico correlato all'esercizio dell'infrastruttura autostradale, è volta alla verifica dei livelli di emissione sonora prodotti dal traffico veicolare in transito sulla nuova infrastruttura nonché al dimensionamento dei necessari interventi di mitigazione, qualora vengano individuate situazioni di criticità all'interno dell'ambito di studio ivi considerato.

A tale proposito, quindi, dopo avere individuato i recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza acustica specifiche del tracciato autostradale, si è proceduto alla stima puntuale dei livelli sonori ed alla valutazione della propagazione sonora mediante specifico modello di simulazione.

Il progetto prevede quindi la realizzazione di una serie di interventi mediante l'utilizzo di barriere verticali in corrispondenza dei ricettori esposti, al fine di riportare i livelli acustici entro i limiti di soglia prescritti.

Nelle planimetrie di progetto sono quindi indicate le localizzazioni e le dimensioni delle mitigazioni acustiche previste. Nel seguito sono riportate le barriere acustiche previste:

BARRIERA ACUSTICA	COMUNE	Carreggiata	Chilometrica Autostrada		Caratteristiche intervento	
			DA	A	Lungh. [m]	Altez. [m]
FOA-MO01	Monsummano	Est	km 36+710,00	km 36+845,00	135,00	6,00
FOA-MO02	Monsummano	Est	km 36+845,00	km 36+950,00	105,00	4,00
FOA-MO03	Monsummano	Est	km 36+950,00	km 37+139,00	189,00	6,00
FOA-MO04	Monsummano	Ovest	km 36+856,00	km 37+513,00	657,00	3,00
FOA-MO05	Monsummano	Est	km 37+139,00	km 37+661,00	522,00	3,00
FOA-MO06	Monsummano	Ovest	km 37+513,00	km 37+660,00	147,00	6,00
FOA-MO07A	Pieve a Nievole	Est	km 37+864,00	km 38+062,00	198,00	4,00
FOA-MO07B	Pieve a Nievole / Monsummano	Est	km 37+672,00	km 37+864,00	192,00	4,00
FOA-MO08	Pieve a Nievole / Monsummano	Ovest	km 37+783,00	km 38+029,00	246,00	3,00

L'obiettivo primario del contenimento delle emissioni acustiche deve essere accompagnato da valutazioni sul piano architettonico e dell'impatto ambientale (effetti visivi e percettivi dell'utente dell'infrastruttura e di chi ne sta al di fuori), in funzione dei contesti attraversati (urbani, extraurbani, punti di particolare pregio storico o paesaggistico), in modo tale da

 spea <small>autostrade</small>	ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	-------------------------------	---

conseguire risultati apprezzabili sulla qualità complessiva del sistema infrastrutturale e dell'ambiente.

In particolare la tipologia di barriera e lo schema cromatico che si prevede di utilizzare sono stati scelti in coerenza con gli interventi attualmente in corso da parte di Autostrade per l'Italia nell'ambito di altri interventi di potenziamento della rete e del Piano per il Contenimento e l'Abbattimento del rumore stradale lungo tutta la rete in concessione: le pannellature metalliche fonoassorbenti saranno di colorazione verde e presentano la parte sommitale in materiale trasparente (PMMA).

Per ogni altezza possibile prevista, verrà individuata la quota parte di PMMA, quindi di lastra trasparente collocata nella parte alta superiormente ai pannelli fonoassorbenti, con caratteristiche dimensionali compatibili con le dimensioni standard esistenti sul mercato e ottimali rispetto alle esigenze di inserimento ambientale (quando il fattore estetico / paesaggistico si rivela predominante, quando si è in prossimità di abitazioni) ed in funzione del livello di assorbimento acustico richiesto (in generale pari al 25%).

9.11 IMPIANTI

I lavori oggetto dell'intervento consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- realizzazione delle nuove infrastrutture longitudinali di comunicazione;
- ricollocamento degli impianti di itinere interferenti con l'allargamento in sede del tracciato;

Infrastrutture longitudinali

Contestualmente alle opere di allargamento in sede si procederà allo spostamento delle infrastrutture longitudinali esistenti per il transito cavi di comunicazione, siano essi in rame (7bcp) o in fibra ottica (50F.O. in comproprietà con Telecom).

Si procederà inoltre alla realizzazione di nuova rete proprietaria (Autostrade per l'Italia) realizzata in fibra ottica (cavo 24 F.O.) chiusa ad anello lungo la tratta per la raccolta dei segnali dagli impianti di itinere.

 spea autostrade ingegneria europea	AUTOSTRADA (A11) Firenze – Pisa Nord Ampliamento alla terza corsia del Tratto Monsummano – Montecatini Progetto Definitivo
--	---

Ricollocamento impianti esistenti

Lungo l'asse, come evidenziato dalle planimetrie di rilievo interferenze, sono posizionati impianti puntuali (quali colonine SOS, stazioni meteo, PMV, benzopmv, ripetitori radio, telecamere di itinere, autovelox, ecc.) che interferiscono con i nuovi limiti di carreggiata. In questi casi si procederà alla rimozione e successivo riposizionamento o sostituzione degli apparati interessati.

10 CANTIERIZZAZIONE

La cantierizzazione viene trattata nella relazione STP0002.